

И. А. ПЕТРОВ и И. И. БАРАНОВА

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА В ФОРМАХ ПОТОМСТВА ПШЕНИЦ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ИНЪЕКЦИЙ ЭНДОСПЕРМОВ

Марксизм-ленинизм рассматривает жизнь как особую форму движения материи, форму существования белковых тел, характерной особенностью которой является обмен веществ с окружающей природой.

Большие возможности в понимании процесса изменения обмена веществ имеет метод инъекций эндоспермов, разработанный Лабораторией генетики Карельского филиала АН СССР (см.: Вопросы генетики зерновых культур, 1963).

Метод инъекций заключается в искусственном введении вещества эндосперма от зерна одного злака другому в дозах от 0.2 до 5—7 мг.

Инъекции проводятся на корню, в фазу начальной молочной спелости зерна, а также и на свежубранном зерне в той же фазе (рис. 1).

Несомненный интерес представляло решение вопроса о том, что происходит в зерновке с чужим инъецированным эндоспермом.

Микроскопические анализы показали, что уже через 5—8 дней после инъекции крахмальные зерна чужого эндосперма, например, овса в пшенице или пшеницы в овсе, ячмене и т. д. подвергаются гидролизу (рис. 2). Когда же зерна снимаются через 5—6 дней после инъекции, крахмальные зерна подвергаются гидролизу только при последующем посеве и прорастании, одновременно с гидролизом крахмала эндосперма материнской зерновки.

Принимая во внимание обязательность сопряженности биохимических реакций в обмене веществ, с достаточной уверенностью можно предполагать, что в обмен также включаются белки, жиры и другие вещества, находящиеся в инъецированном эндосперме.

Наиболее существенным является то, что при инъекции продукты гидролиза чужого инъецированного эндосперма идут на питание проростка, включаются в обмен веществ и вызывают изменения.

Методом инъекции выведено большое число новых внутривидовых, межвидовых и межродовых форм пшениц, ячменей и ржи. Анализ и оценка этих форм позволяет сделать определенные выводы, имеющие практическое и теоретическое значение.

В настоящем сообщении кратко остановимся на системе расположения форм в сложных потомствах и укажем вероятные причины, которые определяют эту систему.

Изменения от воздействия инъецируемого эндосперма, как правило, проявляются в F_2 , а в F_3 происходит расщепление (рис. 3).

Указанное время наступления изменений от инъекций иногда вызывает сомнения. Однако следует учитывать то, что когда проводятся инъекции, в зародыше зерновки уже в основном сформировались зачаточные органы

будущего растения. Хотя обмен веществ в растении в F_1 новый, но форма продолжает оставаться еще старой, почему изменения и появляются только в F_2 .

Внутривидовые изменения зерновых растений, происходящие от влияния чужих эндоспермов, проявляются, как отмечено выше, в F_2 . От посева зерна с измененных растений в F_3 происходят формообразования, которые или ограничиваются одной константной формой или дают сложные потомства в составе 2—4 или 8 форм-разновидностей.

Новые формы от внутривидовых инъекций имеют ярко выраженный гибридный характер и располагаются в стройную систему, определяемую вновь сложившимся обменом веществ. Примером внутривидовых формообразований может служить опыт, в котором в зерна озимой пшеницы Дюрабль был инъецирован эндосперм яровой пшеницы разновидности мильтурум.

В потомстве от инъекций появились четыре формы-разновидности, которые по продуктивности зерна и содержанию белка в нем располагаются в последовательности, указанной в табл. 1.

Из таблицы видно, что наиболее продуктивной по накоплению массы зерна является форма, проявляющая признаки отцовского сорта, а наименее продуктивной — форма с признаками материнского сорта.

Большой интерес представляют данные по белку. Оказывается, что чем выше содержание белка в форме потомства, тем она наиболее жизненна и продуктивна, и, наоборот, чем меньше белка, тем она и менее продуктивна.

В более редких случаях урожайность и белковость складываются по материнскому типу. Так, в опыте 34 в зерна яровой пшеницы Северная (разновидность мильтурум) был инъецирован эндосперм яровой пшеницы Йегева Каука (разновидность лютесценс). Во втором поколении была отобрана пшеница с видимым изменением в сторону отцовской разновидности. При посеве зерна с измененной пшеницы в третьем поколении получены пшеницы разновидностей лютесценс и мильтурум. Каждая из этих разновидностей имеет по две формы, отображающие родителей.

Продуктивность и содержание белка у потомства пшениц 34 показаны в табл. 2.

Приведенные примеры согласуются с другими и могут служить своего рода эталонами для внутривидовых изменений.

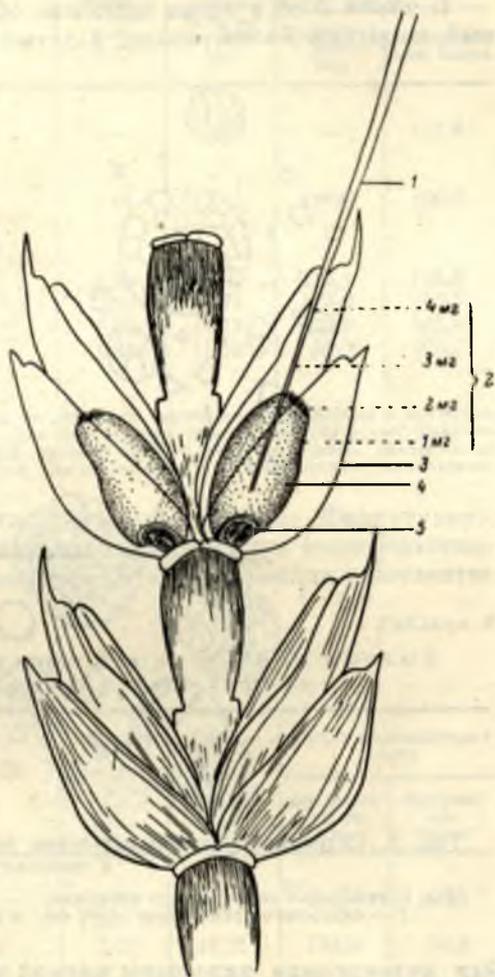


Рис. 1. Схема одного из вариантов инъекции эндосперма.

1 — стеклянная трубка-капилляр; 2 — stigma дог; 3 — чешуя; 4 — эндосперм; 5 — зародыш.

Формообразования от межвидовых инъекций, например пшениц, могут быть представлены формами-разновидностями обоих видов или формами-разновидностями только материнского или только отцовского вида. Во всех случаях при гибридологическом анализе можно видеть гибридный характер новых форм.

В опыте 2058 в зерна пшеницы сферококкум, которая имеет опушенный короткий белый колос, вздутые чешуи и шаровидное белое зерно,

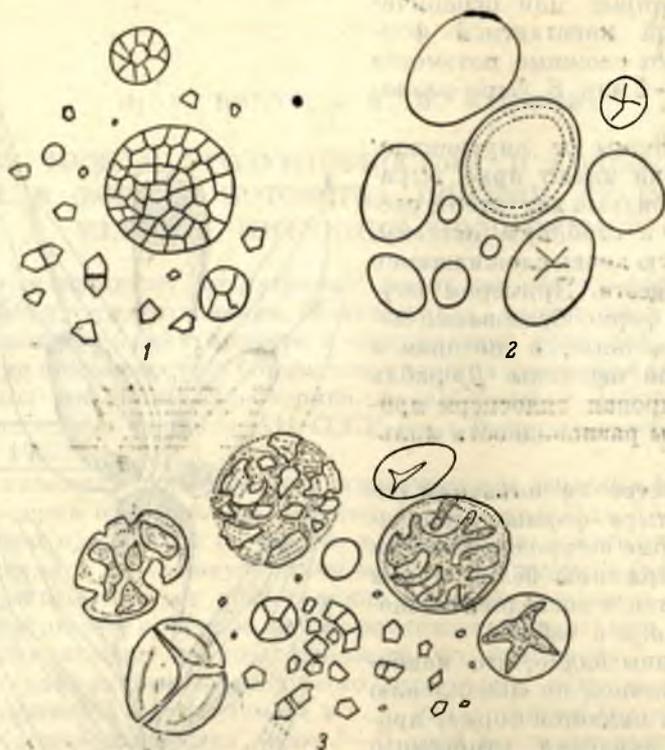


Рис. 2. Гидролиз крахмальных зерен эндосперма пшеницы, инъекцированных в зерновку овса.

1 — крахмальные зерна овса до инъекции; 2 — крахмальные зерна пшеницы до инъекции; 3 — гидролиза крахмальных зерен овса и пшеницы на 7-й день после инъекции.

был инъекцирован эндосперм мягкой пшеницы сорта Северная с красным неопушенным колосом и красным бочонковидным зерном.

Инъекция проведена в 1957 г. В 1959 г. в потомстве пшениц 2058 при колосковом посеве были получены растения, отражающие специфику обоих видов. В 1960 г. потомство пшениц 2058 было представлено четырьмя разновидностями пшеницы сферококкум — глобозум, спикатум, ротундатум и тумидум, и четырьмя разновидностями мягкой пшеницы — эритроспермум, лютесценс, гостианум и велютинум.

Все новые формы пшениц сферококкум превосходят исходный материнский сорт по длине колоса, озерненности и весу зерна. Вегетационный период их сократился и стал равным вегетационному периоду отцовского сорта пшеницы Диамант. Разновидности мягких пшениц имеют показатели по крупности зерна, по высоте соломы и длине колоса на уровне отцовского сорта, но при этом все они имеют толщину стенки соломины и механической ткани на уровне сорта пшеницы сферококкум.

В ряде случаев при межвидовых инъекциях появляются новые формы, отображающие только разновидности материнского вида.

Таблица 1

Продуктивность и содержание белка у форм яровых пшениц ф-10 и исходных сортов (в среднем за три года)

| Исходные сорта и новые формы | Разновидность | Вес зерна 1 растения (в г) | Содержание белка (в % на сухой вес) | В % к отцовскому сорту | |
|---|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|
| | | | | вес зерна 1 растения | содержание белка |
| Озимая пшеница Дюрабль (материнский сорт). Яровая пшеница Северная (отцовский сорт). | Эритроспермум | | 15.97 | — | 101.6 |
| | Мильтурум | 1.84 | 15.72 | 100.0 | 100.0 |
| ф-10. | Мильтурум | 2.32 | 18.84 | 126.1 | 119.8 |
| | Ферругинеум | 2.22 | 17.74 | 120.6 | 112.8 |
| | Лютесценс | 1.89 | 16.18 | 102.7 | 102.9 |
| | Эритроспермум | 1.82 | 15.72 | 98.9 | 100.0 |

Примечание. Урожайность определялась на делянках питомника, где формы и исходные сорта выращивались при одинаковых условиях. Для определения продуктивности в учет включались растения всей делянки. Учитывался общий урожай зерна с делянки, число растений на делянке, продуктивная кустистость, вес 1000 зерен, озерненность колоса и колоска, вегетационный период и т. д.

Например, в опыте 214 к мягкой яровой пшенице Ферругинеум Н-13 был инъецирован эндосперм пшеницы вида тургидум (сорт Кахетинская ветвистая, разновидность плинрианум). От этой инъекции в потомстве

Таблица 2

Продуктивность и содержание белка у форм яровых пшениц 34 и исходных яровых сортов

| Исходные сорта и новые формы | Разновидность | Средний вес зерна 1 растения (в г) | Содержание белка (в % на сухой вес) | В % к материнскому сорту | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------|-------|
| | | | | вес зерен 1 растения | содержание белка | |
| Диамант (материнский сорт) | Мильтурум | 1.80 | 16.92 | 100.0 | 100.0 | |
| Иггева Каука (отцовский сорт) | Лютесценс | 2.21 | 14.35 | 130.0 | 84.8 | |
| Формы 34: | Тип материнского сорта. | Мильтурум | 2.39 | 17.64 | 132.7 | 104.3 |
| | Тип отцовского сорта. | Лютесценс | 1.98 | 13.05 | 110.0 | 77.1 |
| | Тип материнского сорта. | Мильтурум | 1.61 | 12.48 | 88.9 | 73.7 |

получены 4 формы, которые входят в состав разновидностей мягкой пшеницы.

Продуктивность и содержание белка у исходных сортов и новых форм потомства пшениц 214 видны из табл. 3.

В другом варианте подобных инъекций, например в опыте 38 от инъекций к пшенице Северная разновидности мильтурум вещества эндосперма пшеницы Кахетинская ветвистая, получено не 4, а 8 форм-разновидностей, а именно: эритролеуком, эритроспермум, альборубрум, мильтурум, ферругинеум, альбидум, грекум и лютесценс (рис. 4).

При межвидовых инъекциях могут появиться формы, отражающие природу отцовского вида. В опыте 30 к озимой пшенице маха инъекцировано вещество эндосперма яровой пшеницы Иыгева Каука. В потомстве получена новая форма, напоминающая пшеницу Иыгева Каука. В другом случае при инъекции к озимой пшенице маха эндосперма яровой пшеницы Иыгева Каука получена яровая пшеница с квадратным колосом,

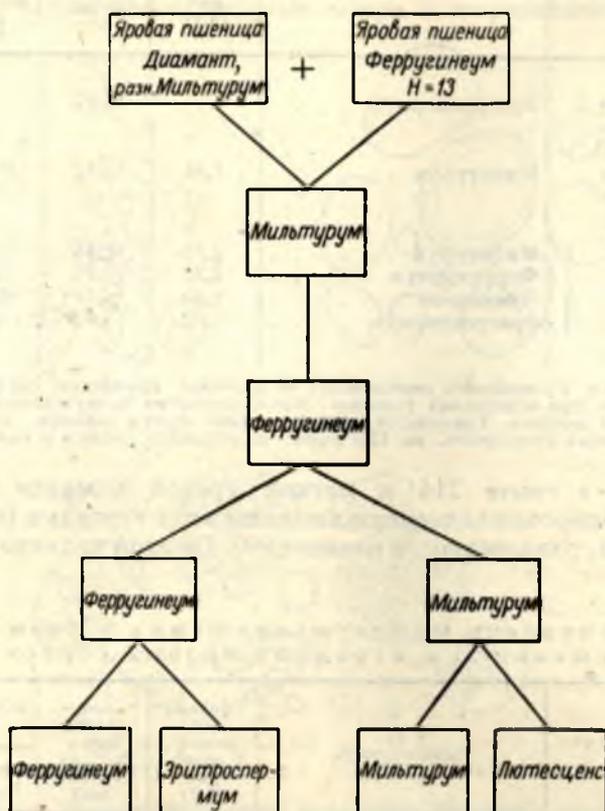


Рис. 3. Схема формообразования от инъекции к пшенице Диамант разновидности мильтурум эндосперма пшеницы Ферругинеум Н-13.

в которой отразилось гармоничное слияние свойств и признаков обеих пшениц.

Изучение внутривидовых и межвидовых потомств от инъекций дает основание высказать мнение о большой роли отцовского сорта.

И в межвидовых потомствах в ряде случаев формы-разновидности пшениц, отражающие природу материнского вида, представлены более слабыми растениями, а формы-разновидности отцовского вида — мощными и наиболее продуктивными.

Формообразование от межродовых инъекций ограничивается одной константной формой или появляется сложное потомство из 2—4 или 8 форм разновидностей, входящих в состав вида, к которому относится материнский сорт. Потомства от межродовых инъекций по морфологическим признакам не дают четкой картины гибридности, но и в этом случае можно видеть отдельные признаки, связанные с природой отцовского сорта, от которого брался эндосперм для инъекций, например почернение чешуй от действия эндосперма черного ячменя и черного овса, наличие мягких

Продуктивность и содержание белка у форм пшениц
214 и исходных сортов (в среднем за три года)

| Исходные сорта и новые формы | Разновидность | Средний вес зерен 1 растения (в г) | Содержание белка (в % на сухое вещество) | В % к материнскому сорту | |
|--|-------------------------|------------------------------------|--|--------------------------|------------------|
| | | | | вес зерен 1 растения | содержание белка |
| Яровая пшеница Ферругинеум Н — 13, (материнский сорт). Ветвистая пшеница Кахетинская (отцовский сорт). | Ферругинеум | 1.88 | 17.37 | 100.0 | 100.0 |
| | Плинианум | — | 16.03 | — | 92.29 |
| Яровые пшеницы 214. | Ферругинеум | 2.41 | 18.75 | 128.2 | 107.95 |
| | Лютесценс. | 2.02 | 17.73 | 107.4 | 99.71 |
| | Эритроспермум | 1.90 | 16.05 | 101.1 | 98.16 |
| | Мильтурум | 1.78 | 14.86 | 94.6 | 85.55 |

чешуй, как у овса, изменения в анатомической структуре эндосперма, строении соломины, содержании белка и т. д. (рис. 5 и 6).

Формы-разновидности сложных потомств, возникающие в результате межродовых инъекций, также отличаются стройностью расположения и в своих сравнимых показателях отстоят на более или менее постоянные величины.

Сошлемся на некоторые примеры. В опыте 217 к яровой пшенице Ферругинеум Н-13 был инъецирован эндосперм ячменя разновидности тридакс и получено потомство в составе 4 разновидностей — ферругинеум, мильтурум, эритроспермум, лютесценс. Лучшей, наиболее продуктивной, в этом потомстве оказалась форма разновидности ферругинеум, следующее место заняла форма разновидности мильтурум, затем эритроспермум и лютесценс.

В опыте 2512 в зерна пшеницы Эритроспермум 341 был инъецирован эндосперм ячменя и в потомстве получены формы — эритроспермум, лютесценс, ферругинеум и мильтурум. Лучшей по продуктивности формой оказалась форма разновидности эритроспермум. И во всех других опытах в потомствах оказывалась лучшей формой та, которая отражала природу материнского сорта.

Было весьма важно выяснить, с чем связана система расположения форм в потомстве. С этой целью нами изучены многие потомства пшениц по продуктивности и содержанию белка. Обратимся к опыту 44, в котором к яровой пшенице Северная разновидности мильтурум инъецировано вещество эндосперма овса Золотой дождь. В F_2 среди безостых пшениц появилось некоторое число остистых пшениц. В потомстве от посева остистых пшениц в F_3 появились формы пшениц четырех разновидностей — мильтурум, ферругинеум, лютесценс и эритроспермум.

Показатели новых форм пшениц 44 в сравнении с исходными сортами по продуктивности и содержанию белка приведены в табл. 4.

Таким образом, и в межродовых потомствах соблюдается система расположения форм и зависимость расположения по продуктивности от величины содержания белка. В этих случаях чаще всего наиболее продуктивной и богатой по содержанию белка является форма, отражающая тип материнской разновидности.

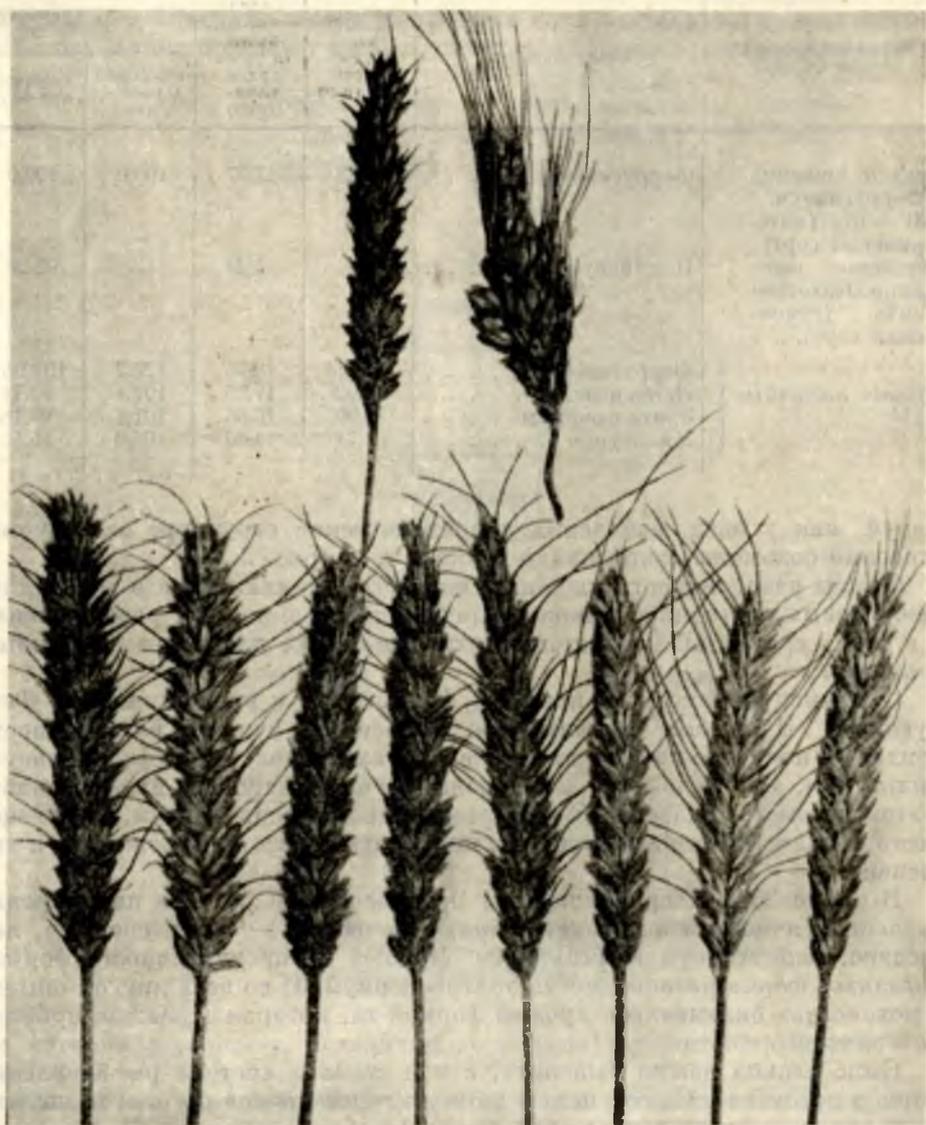


Рис. 4. Яровая пшеница 38.

Вверху — пшеница Диамант; разновидность мильтурум (материнский сорт) и пшеница Кахетинская ветвистая (отповский сорт). Внизу — формы-разновидности пшеницы 38 (слева направо: аритролеу-кон, аритроспермум, альборубрум, мильтурум, ферругинеум, альбидум, грекум, лютесценс).

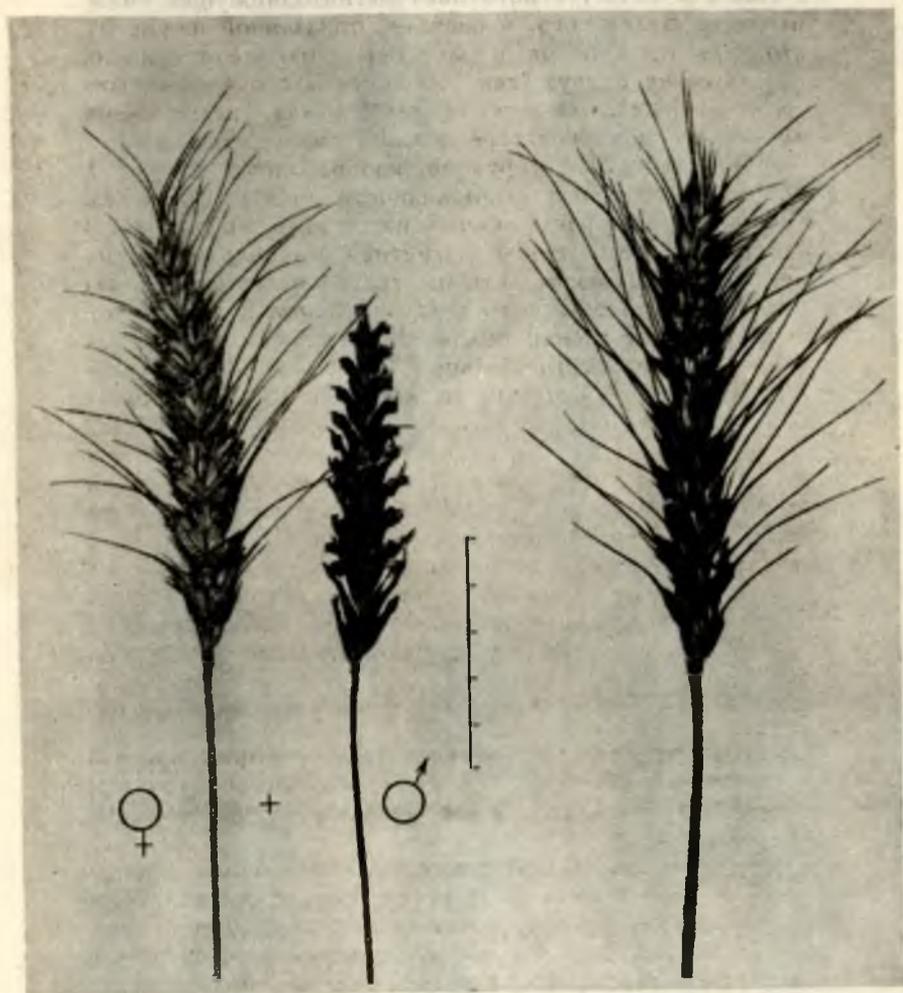


Рис. 5. Яровая пшеница Ферругинеум Н-13 (♀), черный ячмень (♂) и новая форма пшеницы 217 (с почернением).



Рис. 6. Озимая черная рожь.

Вверху — озимая рожь Вятка (материнский сорт) и овес Осмо (отцовский сорт). *Внизу* — озимая черная рожь.

Продуктивность и содержание белка у форм яровых пшениц 44 и исходных сортов (в среднем за три года)

| Исходные сорта и новые формы | Разновидность | Средний вес зерен 1 растения (в г) | Содержание белка (в % на сухое вещество) | В % к материнскому сорту | |
|---|-------------------------|------------------------------------|--|--------------------------|------------------|
| | | | | вес зерна 1 растения | содержание белка |
| Яровая пшеница Северная (материнский сорт). Овес Золотой дождь (отцовский сорт). | Мильтурум | 1.79 | 15.78 | 100.0 | 100.00 |
| | Ауреа | — | 12.87 | — | 81.56 |
| Яровые пшеницы 44. | Мильтурум | 2.34 | 17.89 | 130.7 | 113.37 |
| | Ферругинеум | 2.12 | 17.22 | 118.4 | 109.13 |
| | Лютеспенс | 1.95 | 15.70 | 109.0 | 99.49 |
| | Эритроспермум | 1.80 | 16.16 | 100.5 | 102.41 |

Жизненность форм во внутривидовых и межродовых сложных потомствах обычно коррелирует с содержанием белка.

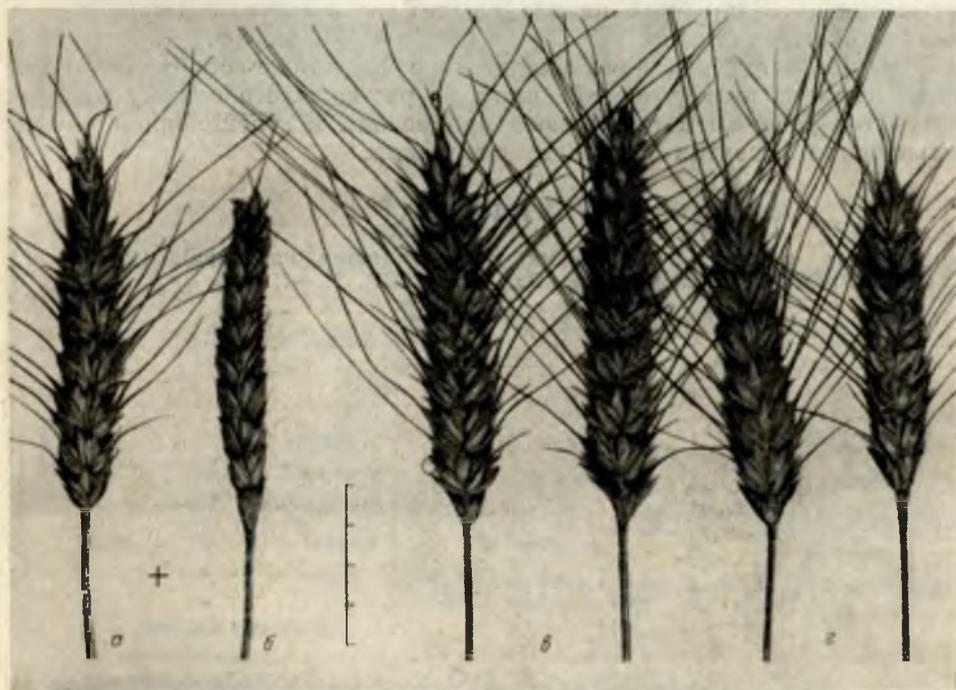


Рис. 7. Озимая пшеница 915.

а — яровая пшеница Ферругинеум Н-13 (материнский сорт); б — озимая пшеница Карельская безостая велутиnum (отцовский сорт); в — озимая пшеница 915 разновидности гостяnum; г — озимая пшеница 915 разновидности эритроспермум.

Эта корреляция позволяет при подборе соответствующих пар и учете установленных закономерностей расположения форм в сложных потомствах регулировать в заданном направлении содержание белка и произ-

водить отбор из потомства самой жизненной, продуктивной формы с наибольшим содержанием белка.

Обмен веществ определяет основные свойства и качества растений, в частности яровость их или озимость.

Изменяя в этом направлении обмен веществ путем инъекции эндоспермов озимых пшениц к яровым и яровых к озимым, можно превращать яровые пшеницы в озимые и озимые в яровые с приданием им устойчивой наследственности.

Превращение яровых в озимые и озимых в яровые методом инъекций не связано с получением неизменного потомства и подчиняется таким же закономерностям, как и получение новых форм яровых или озимых растений (рис. 7).

Практическое значение по регулированию яровости-озимости общеизвестно. Представляется возможность более успешно продвигать южные культуры в северные зоны.

Выводимые методом инъекции новые формы зерновых растений, как показывают результаты станционного испытания, обладают, как правило, более высокой урожайностью, поспевают в более ранние сроки и менее поражаются болезнями.

В настоящее время уже можно высказать предположение, что метод инъекций позволяет преодолевать «нескрещиваемость» не только между родами и трибами семейства злаковых, но и между представителями отдельных семейств. Такое предположение основывается на лабораторных и полевых опытах. Подробный анализ таких фактов будет представлен в последующих публикациях.

В целом метод инъекций значительно расширяет сферу активного воздействия на преобразование природы растений. По нашему мнению, этот метод заслуживает широкого применения в селекционной работе, дальнейшего развития и совершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

В о п р о с ы г е н е т и к и з е р н о в ы х к у л ь т у р (м е т о д и н ь е к ц и и). (1963).
Отв. ред. В. Г. Александров. Изд. АН СССР, М.—Л.