

УДК 633.11 *324* :631.527

СИСТЕМА ПЫЛЬЦЕГАПЛОИДНОЙ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

(на примере выведения сорта Jinghua 1)

ХУ ДАОФЕНЬ

(Пекинская лаборатория биоинженерии растительной клетки)

Метод культуры пыльников в последние годы все шире применяется в Китае в практической селекции. С его помощью получены сорта риса [1], табака [2]. С 1976 г. в Пекинской лаборатории биоинженерии растительной клетки приступили к выведению сортов озимой пшеницы с использованием данного метода. С тех пор разработана целая система пыльцегаплоидной селекции озимой пшеницы, позволившая впервые в мировой практике получить сорта Jinghua 1 [3], Jinghua 3 [4], Jinghua 5, а также ряд перспективных линий (Jingdan 16, Jingdan 84, Jingdan 361, Jingdan 835). В настоящее время в Китае эта система применяется в 20 научно-исследовательских уч-

реждениях, расположенных в разных провинциях страны. Методическое и организационное руководство работой осуществляет Пекинская лаборатория биоинженерии растительной клетки. Коллективно решаются все вопросы, включая распределение ассигнований, выделяемых в рамках национальной программы по биотехнологии, принятой в Китае в 1986 г. Можно говорить об определенных успехах, достигнутых на этом пути. Так, площадь посевов сортов озимой пшеницы, выведенных методом культуры пыльников, достигла 700 тыс. га, в том числе сорта Jinghua 1 — 530 тыс. га.

Данная статья посвящена рассмотрению процесса пыльцегаплоидной селекции озимой пшеницы на примере получения этого сорта.

Представлена проф. Ю. Б. Коноваловым в рамках сотрудничества и обмена опытом.

Методика

Культивировались пыльники растений F_1 сложной гибридной комбинации (Lovrin 18 \times 5238=036) $F_1 \times$ Hongliang 4.

Hongliang 4 — наиболее распространенный в Пекинском сельскохозяйственном районе коммерческий сорт озимой пшеницы. У него соломина средней длины, зерно белое. Растения сильно поражаются листовой ржавчиной и мучнистой росой.

5238-036 — селекционная линия с белым зерном и хорошими агрономическими характеристиками, но имеющая существенный недостаток — раннее (до полного созревания зерна) засыхание растений.

Lovrin 18 — позднеспелый краснозерный сорт с нормальным созреванием, устойчивый к листовой, стеблевой и желтой ржавчине и к мучнистой росе.

Пыльники, содержащие поздноодноядерные микроспоры, культивировали на питательной среде N_6 с добавками 2,4-Д. Образовавшиеся каллусы ≥ 1 мм были перенесены на среду для дифференциации (исходная среда + кинетин + ИУК), где из них сформировались растения, которые при достижении высоты 7 см помещали в холодильники на все лето до пересадки в горшки. Хорошо раскустившиеся растения выкапывали, отмывали водой и обрабатывали раствором колхицина для удвоения хромосом (получения диплоидов). Семена этих растений высевали в поле для оценки и отбора в соответствии с поставленной целью.

Результаты

Из 400 пыльников растений гибридной комбинации [(Lovrin 18 \times 5238-036) $F_1 \times$ Hongliang 4] F_1 получен 61 каллус, или 15,75 % к

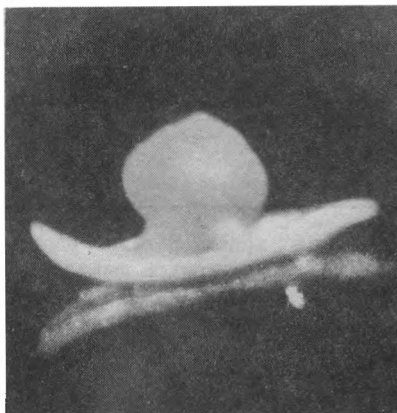


Рис. 1. Каллусы на питательной среде в возрасте 1 мес.

числу пыльников. Из них сформировалось 46 зеленых растений (75,41 %) и 2 альбиноса (3,28 %). Следовательно, общий выход растений-регенерантов составил 78,69 % от числа каллусов, или 11,5 % от общего числа пыльников. После удвоения хромосом колхицинированием 28 растений дали семена. Одно из них послужило родоначальником линии, в дальнейшем получившей название сорта Jinghua 1 (рис. 1—3). При выведении методом культуры пыльников следующего сорта — Jinghua 3 — использовалась гибридная комбинация [(Youbao-015) \times (Shuang 6-Shanqian)] \times (You 7-L10) F_1 , и выход каллусов и зеленых растений-регенерантов был еще выше: соответственно 82,75 и 23,67 % к числу пыльников. Очевидно, помимо оптимизации условий культивирования, совершенствования его техники, частота образования регенерантов определяется генотипом гибридного растения-донора.

Семена 28 дигиплоидов были высеяны в поле осенью. Последующими наблюдениями констатировано большое разнообразие морфо-

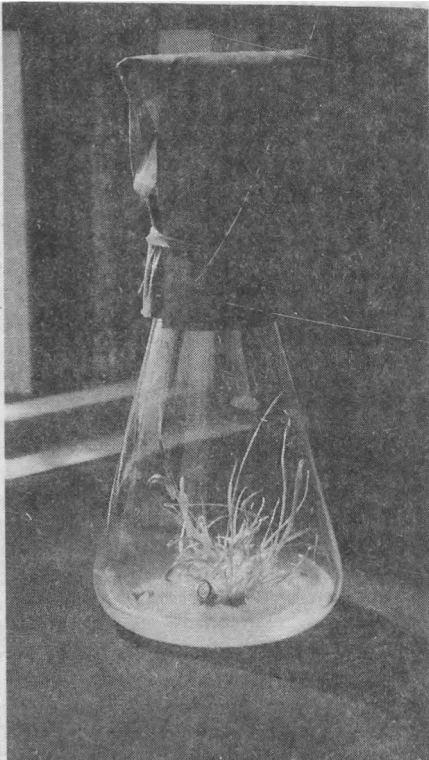
Распределение линий H_2 в зависимости от сроков выколашивания

Показатель	Дата колосения в мае								Всего линий
	16	17	18	19	20	21	22	23	
Число линий	2	8	6	1	1	8	1	1	28
% к общему числу линий	7,1	28,6	21,4	3,6	3,6	28,6	3,6	3,6	100

логических характеристик растений H_2 , а также сроков выколашивания, устойчивости к болезням (табл. 1, 2), что явилось фенотипическим выражением генетического разнообразия пыльцегаплоидов первого поколения (H_1).

Очень велико разнообразие расте-

Рис. 2. Растения-регенеранты на среде для дифференциации.



ний H_2 в отношении к болезням (листовой и желтой ржавчине) —

Рис. 3. Колосья сорта Jinghua 1 (вид спереди и сбоку).

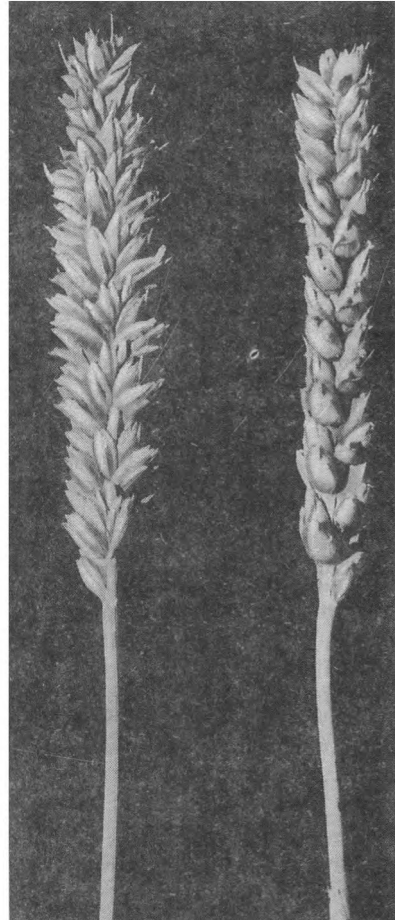


Таблица 2

Распределение линий Н₂ в зависимости от высоты растений

Показатель	Высота растений, см					
	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120
Число линий	1	2	4	7	8	6
% к общему числу линий	3,6	7,1	14,3	25,0	28,6	21,4

Таблица 3

Изменчивость признаков сортов Jinghua 1, родительских и контрольных

Сорт	Высота растений, см		Число колосьев		Длина колоса, см	
	$\bar{x} \pm s$	V, %	$\bar{x} \pm s$	V, %	$\bar{x} \pm s$	V, %
Nongda 139 (контроль)	110,00 ± 5,39	4,86	22,23 ± 7,67	34,47	8,78 ± 0,80	9,10
Lovrin 18	109,83 ± 4,93	4,49	18,33 ± 4,16	22,70	11,33 ± 2,83	6,97
Hongliang 4	108,63 ± 6,74	6,20	21,38 ± 4,87	22,77	7,62 ± 0,64	8,40
Jinghua 1	89,33 ± 4,43	4,96	32,38 ± 7,22	22,29	8,83 ± 0,51	5,78

от иммунитета и высокой устойчивости до сильной восприимчивости. Высока вариабельность также длины и формы колоса (веретеновидная, цилиндрическая и пр.), что свидетельствует о больших возможностях для отбора. Характерно, однако, что при всем разнообразии линий Н₂ растения в пределах каждой линии очень однородны по своим характеристикам: высоте стеблей, числу колосьев на растении, их длине и т. д. Коэффициенты вариации, характеризующие изменчивость этих признаков у полученных с помощью культуры пыльников линий, как правило, ниже,

чем у сортов, использованных для гибридизации. Это иллюстрируется сравнением сорта Jinghua 1 с родительскими и контрольными сортами (табл. 3). Наблюдаемая стабильность и однородность линий Н₂ обеспечивает высокую эффективность отбора.

Jinghua 1 — остистый белозерный сорт с белым цилиндрическим колосом и широкими темно-зелеными листьями. Он характеризуется замедленным ростом в начальные фазы и быстрым — после стеблевания. Сорт высокоурожайный: по данным 3-летнего испытания в Пекинском сельскохозяйственном рай-

Таблица 4

Структура урожая сортов Jinghua 1 и Nongda 139

Сорт	Число колосьев на 1 растении		Число зерен в колосе		Масса 1000 семян, г		Высота растений, см	
	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t
Jinghua 1	2,12	-1,277	35,78	5,09	43,83	7,89	79,02	-7,25
Nongda 139 (контроль)	2,58		31,52		38,63		89,75	

оне, средний урожай зерна Jinghua 1, достигающий 48,8 ц/га, на 15,5 % выше данного показателя стандартных сортов. Не вызывает сомнения, что Jinghua 1 соединяет в себе достоинства крупноколосых, крупнозерных и многоколосых сортов (табл. 4).

Сорт Jinghua 1, как установлено 3-летними испытаниями на инфекционном фоне, высокоустойчив к преобладающим расам желтой и листовой ржавчины. Кроме того, он устойчив и к мучнистой росе. Сорт отличается высокой зимостойкостью, хорошими адаптационными способностями. Это позволяет получать высокие урожаи зерна при различных сроках сева и на почвах разного плодородия. Своеобразная морфология растений — чашевидная форма нижней части куста — обеспечивает лучшее использование площади питания и солнечного света, способствует подавлению сорняков в посевах. Высота растений не превышает 80 см. Jinghua 1 прекрасно кустится и потому не требует высоких (более 75 кг/га) норм высева, что дает большой экономический эффект.

Обсуждение результатов

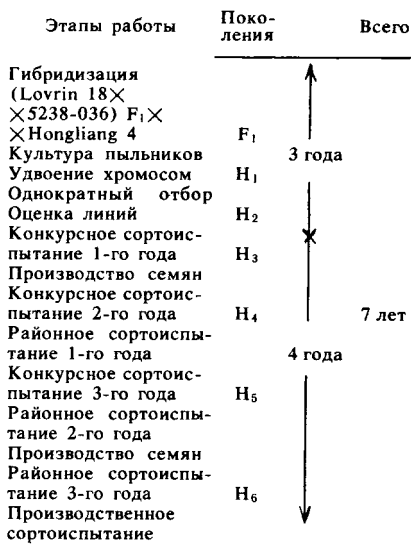
Как видно из схемы, собственно процесс выведения сорта Jinghua 1, включая гибридизацию, занял 3 года, а вместе с сортоиспытанием и производственным испытанием — 7 лет.

Создание сорта Jinghua 1 позволило разработать схему пыльцегаплоидной селекции озимой пшеницы, которая была применена для выведения ряда ценных сортов этой культуры. Так, сорт Jinghua 3 наряду с высокой урожайностью характеризуется хорошим качеством зерна (сорт занимает первое место среди 67 сортов пшеницы по содер-

жанию белка в зерне — 16,79 %); сорт Jinghua 5 сочетает высокую урожайность с раннеспелостью и устойчивостью к полеганию.

На основании этой схемы в Пекинской лаборатории биоинженерии растительной клетки каждый год культивируются пыльники более 100 гибридных комбинаций с выходом более 3000 гаплоидных и более 1000 диплоидных гомозиготных растений (H_1), в потомстве которых (H_2) после оценки по комплексу признаков проводится однократный отбор лучших линий для последующего высева в контрольном питомнике или сразу в конкурсном сортоиспытании. Поскольку в H_2 отбирают не отдельные растения, а целые линии, процесс размножения семян многократно ускоряется, что позволяет быстрее передавать наиболее перспективные линии в районное и производственное испытание, организовать экологическое сортоиспытание.

Схема процесса выведения сорта



Как показывают приведенные выше данные, применяемый нами метод культуры пыльников имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционными методами селекции озимой пшеницы:

1. Гибридные растения-регенеранты, полученные в культуре пыльников, генетически стабилизируются сразу, т. е. в течение одного года (поколения), в то время как при обычной селекции для этого требуется не менее 3—4 лет.

2. Процесс пыльцегаплоидной селекции свободен от влияния доминантных генов, благодаря чему эффективность отбора растений с признаками, контролируемыми рецессивными генами (короткостебельность, белозерность и др.), в этом случае выше, чем при традиционной селекции, в 2^n раз, где n — число генов, контролирующих признак.

3. При гаплоидной селекции отбор проводится однократно на ранней ее стадии в популяциях, представленных линиями H_2 . Поэтому эффективность и точность его значительно выше по сравнению с многократным отбором индивидуальных растений в традиционной селекции.

4. Рекомбинации генов в первом гибридном поколении (F_1) происходят только 1 раз, поэтому удвоением хромосомного набора гаплоидов, полученных в культуре пыльников гибридных растений, можно сразу стабилизировать в гомозиготе то или иное сочетание генов. В традиционной же селекции ценные качества, полученные в результате однократной рекомбинации генотипов, могут быть потеряны

при последующих рекомбинациях.

5. Работа с культурой пыльников, содержащих большое количество пыльцевых зерен (микроспор), из которых каждое может регенерировать в растение, представляет, по существу, работу с огромными популяциями, что в традиционной селекции обычно трудноосуществимо.

Заключение

На примере выведения сорта Jinghua 1 показана эффективность сочетания метода сложной гибридизации с современными методами культуры пыльников. Разработана система пыльцегаплоидной селекции озимой пшеницы, обеспечивающая получение гомозиготных линий на ранних стадиях селекционной работы. Это быстрый и эффективный путь создания новых сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отдел риса Тяньцзинского с.-х. ин-та, отдел 302 Ин-та генетики АН КНР. Применение культуры пыльников в выведении сортов риса Хуаю 1 и Хуаю 2.— Генетика, 1976, т. 3, № 1, с. 19—24 (на китайском яз.).— 2. Отдел гаплоидной селекции Шаньдунского ин-та табака. Выведение нового сорта табака Таю 1 методом гаплоидной селекции.— Ботаника, 1974, т. 16, № 4, с. 301—303 (на китайском яз.).— 3. *Hu Daofen, Yuan Zhendong, Tang Yunlian, Liu Jianping.* Jinghua N 1 — A winter wheat variety derived from pollen sporophyte.— *Scientia sinica* (Ser. B), 1986, vol. XXIX, N 7, p. 733—745.

Статья поступила 29 октября 1991 г.