

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ МУТАЦИЙ В СЕЛЕКЦИИ СОИ

А. Я. АЛА

Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Выведенные и возделываемые мутантные сорта получены после воздействия ионизирующих излучений и отобраны по резко измененным морфологическим признакам (так называемые макромутации). Нужно подчеркнуть, что В. Йогансен показал, что мутации, происходящие в чистых линиях, могут вызывать любые, даже самые незначительные сдвиги среднего значения селективируемого признака. Такого рода генетические изменения получили название «малых мутаций». О большом значении малых мутаций для видообразования и эволюции писали Е. Баур (1924), В. С. Кирпичников (1944), И. И. Шмальгаузен (1946), Н. П. Дубинин (1966).

На роль малых мутаций в селекции неоднократно указывал Гауль (1965, 1969). Крик (1969) полагает, что в основе малых мутаций с точки зрения молекулярных механизмов лежит либо «замена оснований», либо «сдвиг фаз». В первом случае одно основание заменяется другим, но общее число их остается прежним. Во втором случае одно или несколько оснований добавляются или исключаются.

Приступая к работе, мы имели очень мало данных по возникновению подобного рода мутаций в сортах сои после обработки семян мутагенами. Перед нами стояли задачи: 1) сравнить сортовые различия по изменчивости некоторых количественных признаков после обработки семян гамма-лучами, 2) выявить эффективность отбора по ряду селективируемых признаков в линиях, подвергнутых мутагенным воздействиям. Опыты проводили на сортах Амурская 42, Хабаровская 4 и Пионерка. Варианты опыта: 1) контроль — исходные сорта без обработки мутагенами, 2) воздушно-сухие семена Амурская 42 и Пионерки обрабатывались гамма-лучами в дозе 7 кр., Хабаровская 4 — 8 кр., 3) семена сорта Хабаровская 4 замачивались в растворе нитроэтилмочевины (НЭМ) с концентрацией 0,025%, 6-часовой экспозиции, и с последующей промывкой в проточной воде в течение 20 мин.

В первом поколении (M_1) определяли полевую всхожесть и процент растений, выживших до зрелости. Всхожесть растений в вариантах с мутагенами колебалась от 77 до 84%, в контроле — от 83 до 89%. Выживаемость их в опыте с мутагенами варьировала от 60 до 66%, в контроле — от 74 до 78%.

Каждый вариант опыта включал 1500 семян. Длина рядка 5 м, в рядке высевалось 50 семян. Площадь питания 70×10 см. В первом поколении (M_1) с отдельных растений собирали семена и высевали на второе поколение (M_2) по линиям. Каждую линию M_3 сортов Амур-

ская 42 и Хабаровская 4 выращивали в двух повторениях, а сорта Пионерки — в четырех. В M_3 в каждом варианте опыта по всем сортам было убрано по 200 линий. Из линий убирали индивидуально по 10 растений, то есть 10 растений в каждой повторности. На четвертое поколение (M_4) из 200 линий по каждому сорту оставили 50 линий, то есть провели отбор в плюс и минус сторону с 10-процентной интенсивностью и по 10 линий взяты без отбора (контроль). После этого провели еще один цикл отбора в сторону увеличения признака в M_5 по весу семян и их крупности.

Отдельные сорта одного и того же сельскохозяйственного растения после воздействия радиации проявляют неодинаковую мутабельность по качественным признакам. Спектр возникающих мутаций также различен. Поэтому предварительные данные о потенциальных возможностях сортов в отношении их мутационной изменчивости имеют большое практическое значение. Мы определяли мутабельность сортов по количественным признакам, сравнивая при этом величины генотипических вариантов в облученных и необлученных линиях. По степени возрастания этого параметра судили о мутабельности сортов после обработки мутагенами.

При сравнении сортов по генотипической вариансе веса семян в контрольных линиях можно заметить достоверные различия. Так, генотипическая варианса веса семян в контроле была: у сорта Хабаровская 4 — 3,4, у сорта Амурская 42 — 1,7 и у сорта Пионерка — 1,4 (табл. 1).

Таблица 1

Изменение некоторых количественных признаков соев в M_4 после воздействия гамма-лучей (* $p < 0,001$)

Варианты	Генотипическая варианса:		
	веса сем. (га)	числа сем. (шт.)	веса 1000 сем. (г)
Амурская 42			
Контроль	1,7	2,7	3,4
Гамма-лучи	2	25,2*	8,1*
Пионерка			
Контроль	1,4	9	6,5
Гамма-лучи	1,6	23*	10,7*
Хабаровская 4			
Контроль	3,4	17,5	7,5
Гамма-лучи	8*	30,2*	10,2*

Из приведенных данных видно, что контрольные линии сорта Хабаровская 4 по весу семян достоверно отличаются от других сортов наследственным разнообразием в сторону увеличения. Это можно проиллюстрировать следующим примером. Так, после воздействия гамма-лучами генотипическая варианса веса семян была: у сорта Хабаровская 4 — 8, у сорта Амурская 42 — 2 и у сорта Пионерка — 1,6 (см. табл. 1). Самый высокий прирост этого параметра был у сорта Хабаровская 4 в опыте с гамма-лучами по сравнению с исходной формой ($8,3:3,4=2,35$). Прирост определяли из отношения опыта к контролю.

На основании статистического анализа можно сделать вывод, что наследственное разнообразие в вариантах с гамма-лучами значительно возросло: по весу семян на одно растение — в 1,1—2,4 раза, по числу семян на одно растение — в 1,7—9,3, по их крупности — 1,4—2,4 раза (см. табл. 1).

Таким образом, в облученных линиях M_4 по весу семян наследственное разнообразие больше всего увеличилось у сорта Хабаровская 4, а по числу семян и их крупности — у сорта Амурская 42.

При работе с конкретной популяцией или сортом в высшей степени важно количественно оценить скрытую генетическую изменчивость, чтобы еще до проведения отбора быть уверенным в его успехе и оценить сдвиг среднего значения признака в направлении отбора. С этой целью мы рассчитали коэффициенты наследуемости на одном и том же материале двумя методами: методом корреляции родители—потомки и дисперсионным анализом. После этого определяли предсказание реакции на отбор в опыте и в контроле, чтобы выяснить, как согласуются теоретические и фактически полученные данные отбора по полигенным признакам.

Отбор по полигенным признакам проводили в положительную и отрицательную сторону на семенах M_4 с интенсивностью 10%, то есть из 200 линий было отобрано 20 линий плюс и 20 минус вариантов, а 10 линий в каждом варианте опыта оставлено без отбора (контроль).

По крупности семян был проведен отбор в M_4 с интенсивностью 2,5%, то есть на M_5 оставлено по 5 линий самых крупносемянных, по 5 самых мелкосемянных и по 5 без отбора (контроль).

При предсказании реакции на отбор по весу семян на одно растение методом корреляции родители—потомки были получены следующие данные по сорту Хабаровская 4 в плюс направлении: в контроле — 0,6 г, в варианте с гамма-лучами — 1 г и с НЭМ — 1,1 г, а фактические данные соответственно равнялись: 0,5, 1 и 0,8 г. Прогноз в отрицательном направлении был: в контроле — 0,6 г, с гамма-лучами — 1 г и с НЭМ — 1 г, а фактические сдвиги средней величины признака равнялись соответственно: 0,4, 1,4 и 1,8 г (табл. 2).

Таблица 2

Предсказание реакции на отбор по среднему весу семян на одно растение через показатель наследуемости, рассчитанный методом корреляции

Варианты	Средние без отбора	Плюс направл.		Минус направ.	
		ожидаем. (M_4)	факт. (M_5)	ожидаем. (M_4)	факт. (M_5)
Контроль	11 ± 0,2	0,6	0,5	0,6	0,4
Гамма-лучи	11,9 ± 0,2	1,0	1,0	1,0	1,4
НЭМ	11 ± 0,2	1,1	0,8	1,0	1,8

Следует заметить, что, наряду с удовлетворительным соответствием прогноза фактическому отбору в плюс направлении, было получено и существенное несоответствие его в минус направлении. Особенно большое несоответствие ожидаемых и фактических данных при этом мы наблюдали в варианте с мутагенами. По такому важнейшему признаку, как число семян на одно растение, у сорта Хабаровская 4 мы получили аналогичные данные.

По весу семян, по их крупности в M_5 был проведен повторный на-

правленный отбор в сторону увеличения среднего значения признака. Так, у сорта Хабаровская 4 в результате двукратного отбора выделили наиболее крупносемянные мутантные линии с весом 1000 семян в M_6 : в опыте с гамма-лучами — $193 \pm 1,5$ г, с НЭМ — $186 \pm 1,5$ г и в контроле — $180 \pm 1,5$ г (табл. 3).

Таблица 3

Эффективность отбора по весу 1000 семян в M_6 (г)

Варианты	Среднее знач. призн.		Сдвиг призн. после 2 циклов отбора	
	без отбора	после отбора	абс. (г)	относит. (%)
Хабаровская 4				
Контроль	$158 \pm 1,2$	$180 \pm 1,5$	22	12
Гамма-лучи	$157 \pm 1,2$	$193 \pm 1,5$	36	19
НЭМ	$158 \pm 1,2$	$186 \pm 1,5$	28	15
Амурская 42				
Контроль	117 ± 1	$160 \pm 1,2$	43	27
Гамма-лучи	115 ± 1	$166 \pm 1,2$	51	31
Пионерка				
Контроль	$136 \pm 1,1$	$152 \pm 1,3$	16	10
Гамма-лучи	$139 \pm 1,1$	$172 \pm 1,3$	33	19

Сорта Амурская 42 и Пионерка имели средние значения крупности семян без отбора в M_6 : в контроле — 117 ± 1 и $136 \pm 1,1$ г, в опыте с гамма-лучами — $115 \pm 1,1$ и $139 \pm 1,1$ г. После двукратного отбора (M_4 — M_5) нам удалось выделить наиболее крупносемянные мутантные линии с весом 1000 семян в M_6 : у сорта Амурская 42 и Пионерка в контроле — $160 \pm 1,2$ и $152 \pm 1,3$ г, в опыте с гамма-лучами — $166 \pm 1,2$ и $172 \pm 1,3$.

Анализируя данные эффективности отбора, можно видеть, что получены существенные генетические сдвиги среднего значения крупности семян не только в вариантах с мутагенами, но также и в контрольных линиях (см. табл., 3), что свидетельствует о большой гетерогенности исходных сортов по указанным признакам.

Таким образом, при изучении мутабельности сортов сои по полигенным признакам мы выяснили, что имеется сортовая специфика на мутагенные воздействия. В опыте с гамма-лучами нами выделены мутанты, которые по урожаю семян в M_6 превышали самые лучшие контрольные линии своего сорта на 11—12%. По крупности семян в варианте с гамма-лучами получены мутантные линии, которые превосходили самые крупносемянные контрольные линии на 4—9%. По крупности семян эти мутанты превосходили исходные сорта на 19—31%.

Полученные данные генетических сдвигов позволяют рекомендовать гамма-лучи в селекционном процессе. При направленном отборе малых мутаций можно увеличить среднее выражение признака. Отбор малых мутаций в вариантах с мутагенами можно проводить как между линиями, так и внутри линий, начиная с третьего поколения.