УДК 635.854.78:631.5:581.1

МЕТОДЫ ГАМЕТОФИТНОГО ОТБОРА НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ У ПОДСОЛНЕЧНИКА КУЛЬТУРНОГО

И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Запорожский национальный университет, г. Запорожье

Сравнивали влияние прогревания пыльцы и её прорастания в условиях осмотического стресса на засухоустойчивость образующегося потомства у подсолнечника культурного. Установлено, что прогревание пыльцы гибридов F_1 увеличивало процент прорастания семян популяции F_2 при их проращивании на осмотике. Прорастание пыльцы в условиях осмотического стресса также увеличивало долю засухоустойчивых генотипов в F_2. Оба методических приёма оказались эффективными, увеличивая процент прорастания семян F_2 на осмотике в 3,5-6 раз. Выявлено, что прогревание пыльцы и её прорастание в условиях осмотического стресса изменяли в F_2 долю растений с маркерным признаком «*virescent*».

Ключевые слова: подсолнечник культурный, пыльца, прогревание, осмотик, маркерный признак, засухоустойчивость, отбор.

Введение

В южных регионах Украины наблюдается постоянный недостаток влаги, что в последнее время усугубляется постепенным повышением температуры вследствие глобального потепления и уменьшением количества осадков. Это вынуждает вести селекцию подсолнечника на засухоустойчивость для обеспечения максимальной продуктивности культуры в подобных условиях обитания.

Одним из методов селекции растений на устойчивость к стрессовым факторам является отбор ценных генотипов на уровне гаметофита, в качестве которого чаще всего используется микрогаметофит. При проведении гаметофитного отбора используется гаплоидное состояние генотипа пыльцы, обеспечивающее экспрессию рецессивных генов, которые часто обуславливают хозяйственную ценность культурных растений [1].

В настоящее время сформировано ряд направлений отбора по пыльце [2]. Достаточно широкими являются перечень факторов среды (как абиотических, так и биотических) и спектр культур, на которых показана возможность проведения гаметофитного отбора [3]. Успешно проведён гаметофитный отбор на засухоустойчивость у таких культур, как лён, клещевина [3], сорго [4]. Сорт репы японской «Снегурочка» [2], сорт сладкого перца Памяти Жигалова [5] и сорт льна масличного «Південна ніч» [6] являются успешным примером внедрения метода гаметофитного отбора на устойчивость к различным факторам внешней среды в селекционную практику.

Подсолнечник требователен к влаге, особенно в период цветения. Хорошо развитые посевы за вегетационный период потребляют от 500 до 600 мм воды, а минимальная потребность в воде удовлетворяется при 350-400 мм

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

осадков. Однако подсолнечник проявляет относительную засухоустойчивость в определённых условиях благодаря мощной корневой системе, дающей ему возможность эффективно использовать водные ресурсы почвы, в том числе и накопившиеся в зимний период [7].

Целью наших исследований было изучить влияние прогревания пыльцы гибридов F_1 и её проращивания в условиях осмотического стресса на засухоустойчивость популяций F_2 подсолнечника культурного, а также сравнение эффективности каждого из этих приёмов.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования служили гибриды F_1 комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» и «дихотомическое жилкование» × «*xantha*». Родительскими линиями изучаемого гибрида были контрастные по засухоустойчивости мутантные линии подсолнечника культурного, полученные в Институте масличных культур НААНУ.

Отличительной особенностью линии «дихотомическое жилкование» является слабое развитие центральной жилки листа, жилки первого порядка в большинстве отходят от черешка, а не от центральной жилки. Из-за этого растение характеризуется густой сетью веерообразно расположенных жилок, в то время как исходная линия имеет обычное для подсолнечника сетчатое жилкование. Мутантный признак хорошо идентифицируется уже на стадии второй пары настоящих листьев. Мутант «*virescent*» характеризуется ярко-жёлтыми верхними листьями в первые недели своего развития, хотя в дальнейшем растения почти возвращают себе нормальную зелёную окраску, сохраняя признаки угнетенности. Линия «*xantha*» – мутантный образец, который характеризуется желто-зелёными всходами и ярко-желто-зелёными пятнами на листьях, превращающимися в некротические сектора в конце вегетации. Растения увядают в засушливых условиях года [8].

Гибрид первого поколения получали с помощью принудительного переопыления. У материнских растений заранее проводилась кастрация.

Для проведения экспериментов по пыльцевой селекции использовали технику принудительного переопыления. Кастрацию цветков гибридных растений проводили, удаляя недоразвитые пыльники с последующей изоляцией соцветий [9]. Перед проведением опыления в пергаментные пакеты собирали зрелую пыльцу с некастрированных соцветий гибридных растений той же комбинации скрещивания.

Гаметофитный отбор на засухоустойчивость проводили двумя методами. В первом случае проводили прогревание пыльцы. Часть свежесобранной пыльцы, собранной с не кастрированных соцветий гибридных растений, слоем 1-3 мм, в открытых пергаментных пакетиках помещали в термостат и прогревали при температуре 60±2ºС в течение одного часа. Затем прогретой пыльцой опыляли ранее кастрированные соцветия гибридов. В контроле для опыления использовали свежесобранную пыльцу.

По второй методике для проведения гаметофитного отбора на засухоустойчивость рыльца ранее кастрированных гибридных растений обрабатывали 10%-ным раствором ПЭГ 6000. После подсыхания раствора на рыльцах проводилось опыление свежесобранной пыльцой гибридов F_1. В контроле рыльца кастрированных гибридных растений смачивали водой.

Засухоустойчивость популяций F_2 определяли путём проращивания семян на растворах сахарозы и ПЭГ 6000. Семена обрабатывали в течение 10

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

минут 1%-м раствором $KMnO_4$ для предотвращения развития плесени. Затем раскладывали по 25 штук на фильтровальную бумагу в чашки Петри, предварительно прогретые для стерилизации при 150°С в течение 1 часа. В каждую чашку Петри наливали по 10 мл 15%-ного раствора сахарозы или по 10 мл 20%-ного раствора ПЭГ 6000. Как при использовании сахарозы, так и при использовании ПЭГ, в раствор добавляют нистатин (250 тыс. ед. на 1 литр) и Превикур (2 мл на 1 литр). Через 3 (ПЭГ) - 4 (сахароза) суток подсчитывали процент проросших семян [10].

После проращивания семян на растворе осмотика, проросшие и не проросшие семена отдельно высаживали в ящики в условиях фитотрона. На стадии второй пары настоящих листьев анализировали генетическую структуру расщепляющихся популяций по маркерным признакам «дихотомическое жилкование» и «*virescent*».

Существенность отличий оценивали с использованием критерия Стьюдента [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования по изучению влияния прогревания пыльцы гибридов F_1 на качество спорофитных популяций F_2 показали, что этот приём способен не только изменить жаростойкость расщепляющейся популяции, но и её засухоустойчивость. Как видно из таблицы 1, прогревание пыльцы гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания«*xantha*» × «дихотомическое жилкование» увеличило засухоустойчивость спорофитной популяции F_2, оцениваемую по проращиванию семян на 15%-ном растворе сахарозы, более чем в 6 раз, по сравнению с популяцией F_2, полученной в результате опыления гибридов первого поколения их свежесобранной пыльцой.

Таблица 1

Влияние отбора при прогревании пыльцы гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания«*xantha*» × «дихотомическое жилкование» на засухоустойчивость спорофитной популяции F_2 (2013 г.)

Вариант	Семян F_2, шт.		Процент прорастания
	всего	проросло	
Контроль	480	43	9,0±1,31
Прогревание пыльцы при 60°С в течение 1 часа	806	454	56,3±1,75***

Примечание: *** – отличия от контроля существенны при p = 0,999.

В дальнейшем проводились исследования по влиянию на засухоустойчивость расщепляющихся популяций при непосредственном действии на пыльцу гибридов осмотического стресса. Также сравнивались результаты экспериментов по прогреванию пыльцы и её проращиванию в присутствии осмотика.

Выдерживание пыльцы гибрида F_1 комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование»при повышенной температуре увеличило долю семян F_2, проросших на 20%-ном растворе ПЭГ 6000, до 58,8%, по сравнению с контролем, где процент прорастания семян на осмотике равнялся 19,2%. Прорастание пыльцы того же гибрида на рыльце в присутствии 10%-ного раствора ПЭГ 6000 повышало процент прорастания семян F_2 на осмотике приблизительно так же как и прогревание пыльцы (табл. 2).

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Таблица 2

Влияние отборов при прогревании пыльцы и в период прорастания пыльцы в присутствии раствора ПЭГ 6000 у гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» на засухоустойчивость спорофитной популяции F_2 (2014 г.)

Вариант	Всего семян F_2, шт.	Проросло семян F_2, шт.	Процент прорастания
Контроль	156	30	19,2±3,15
Прорастание пыльцы в присутствии 10% ПЭГ 6000	154	106	68,8±3,73***
Прогревание пыльцы при 60°С в течение 1 часа	165	97	58,8±3,83***

Примечание: *** – отличия от контроля существенны при p = 0,999.

Таким образом, прогревание пыльцы гибридов F_1 подсолнечника в течение 1 часа при температуре 60±2°С увеличивает засухоустойчивость популяций спорофитов F_2. Прорастание пыльцы на рыльце в присутствии 10%-ного раствора ПЭГ 6000 также положительно влияет на засухоустойчивость популяции спорофитов. Из этого следует, что как воздействие высокой температуры на пыльцу гибридов, так и её прорастание в присутствии осмотика приводит к увеличению устойчивости образующейся популяции спорофитов к осмотическому стрессу и, тем самым, к засушливым условиям обитания.

Следует отметить, что гаметофитный отбор, имеющий место в период прорастания пыльцы в присутствии осмотика, изменил также генетическую структуру популяций F_2 по маркерным признакам. После прорастания пыльцы на рыльце, обработанном 10%-ным раствором ПЭГ 6000, среди растений F_2 было больше особей, имеющих хлорофилльную мутацию «*virescent*», по сравнению с контролем. Вместе с тем не наблюдалось никаких изменений в расщеплении по сравнению с контролем по маркерному признаку «дихотомическое жилкование» (табл. 3).

Аналогичная закономерность была выявлена и при анализе наиболее засухоустойчивой части расщепляющейся популяции F_2 (табл. 4). Как наиболее засухоустойчивую часть популяции рассматривали ту часть растений, которые на уровне семян смогли прорасти на 20%-ном растворе ПЭГ 6000.

Как и в предыдущем случае, различий в расщеплении между контролем и опытом по маркерному признаку «дихотомическое жилкование» не наблюдалось. Доля растений с маркерным признаком «*virescent*» после проведения гаметофитного отбора значительно увеличивалась по сравнению с контролем. При этом разница между опытом и контролем была значительно больше, чем та, которая была выявлена при анализе популяции в целом.

Исходя из данных, представленных в таблицах 3 и 4, можно сделать вывод о том, что гены, отвечающие за устойчивость растений подсолнечника к засухе, очевидно сцеплены с геном, детерминирующим маркерный признак «*virescent*».

В нашем эксперименте при проращивании пыльцы в условиях осмотического стресса отбирались устойчивые к этому фактору гаметофиты, которые одновременно несли ген, определяющий хлорофилльную недостаточность типа «*virescent*». В силу этого как в целом популяция F_2, так и её наиболее засухоустойчивая часть, насыщались растениями, несущими маркерный признак.

Данные таблицы 5 показывают, что прогревание пыльцы гибридов первого поколения характеризовалось таким же эффектом.

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Таблица 3

Влияние отбора в период прорастания пыльцы в присутствии раствора ПЭГ 6000 у гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» на расщепление в F_2 по маркерным мутантным признакам (2014 г.)

Вариант	Растений без мутантного признака, шт.	Растений с мутантным признаком, шт.	Всего растений F_2, шт.	Расщеп-ление	χ^2
мутантный признак «*virescent*»					
первая повторность					
Контроль	111	27	138	4,1:1	0,11
10% ПЭГ 6000	103	27	130	3,8:1	
вторая повторность					
Контроль	87	15	102	5,8:1	17,44
10% ПЭГ 6000	113	41	154	2,8:1*	
мутантный признак «дихотомическое жилкование»					
первая повторность					
Контроль	112	25	137	4,5:1	2,80
10% ПЭГ 6000	99	31	130	3,2:1	
вторая повторность					
Контроль	74	28	102	2,6:1	0,25
10% ПЭГ 6000	114	40	154	2,9:1	

Примечание: $\chi^2_{0,05}$(df=1) = 3,84.
* – разница существенна при $p \leq 0,001$.

Таблица 4

Влияние отбора в период прорастания пыльцы в присутствии раствора ПЭГ 6000 у гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» на расщепление по маркерным мутантным признакам в F_2, полученном из проросших на осмотике семян (2014 г.)

Вариант	Растений без мутантного признака, шт.	Растений с мутантным признаком, шт.	Всего растений F_2, шт.	Расщеп-ление	χ^2
мутантный признак «*virescent*»					
Контроль	26	1	27	26,0:1	41,72
10% ПЭГ 6000	85	16	101	5,3:1*	
мутантный признак «дихотомическое жилкование»					
Контроль	21	6	27	3,5:1	0,37
10% ПЭГ 6000	76	25	101	3,0:1	

Примечание: $\chi^2_{0,05}$(df=1) = 3,84.
* – разница существенна при $p \leq 0,001$.

Количество растений, несущих маркерный признак «*virescent*», в засухоустойчивой части популяции F_2 значительно возрастало, а растений с маркерным признаком «дихотомическое жилкование» оставалось столько же как и в контроле.

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Таблица 5

Влияние прогревания пыльцы гибрида F_1 подсолнечника комбинации скрещивания «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» на расщепление по маркерным мутантным признакам в F_2, полученном из проросших на осмотике семян (2014 г.)

Вариант	Растений без мутантного признака, шт.	Растений с мутантным признаком, шт.	Всего растений F_2, шт.	Расщеп-ление	χ^2
мутантный признак «*virescent*»					
Контроль	26	1	27	26,0:1	12,13
Прогревание при 60°С в течение 1 часа	86	10	96	8,6:1*	
мутантный признак «дихотомическое жилкование»					
Контроль	21	6	27	3,5:1	1,94
Прогревание при 60°С в течение 1 часа	69	27	96	2,6:1	

Примечание: $\chi^2_{0,05}$(df=1) = 3,84.
* – разница существенна при $p \leq 0,05$.

Таким образом, использование обоих приёмов пыльцевого отбора — прогревание пыльцы и проращивание пыльцы в присутствии осмотика — увеличивало засухоустойчивость спорофитных популяций F_2. При этом в опытных вариантах в целом среди растений F_2, а также в части популяции F_2, полученной из проросших на осмотике семян, доля генотипов с маркерным признаком «*virescent*» была значительно выше, чем в контроле. Оба этих факта позволяют нам предполагать что, ген, отвечающий за маркерный признак «*virescent*», сцеплен с геном или генами, отвечающими за засухоустойчивость подсолнечника культурного.

На наш взгляд, увеличение засухоустойчивости расщепляющихся популяций, полученных от опыления прогретой пыльцой, можно объяснить тем, что в термостате, помимо повышенной температуры, на пыльцу действует также пониженная влажность воздуха, создающая осмотический стресс. Именно это позволяет отбирать засухоустойчивые генотипы пыльцы при её прогревании.

Выводы

Установлено, что прогревание пыльцы гибридов F_1 подсолнечника культурного увеличивало процент прорастания семян популяции F_2 при их проращивании в условиях осмотического стресса по сравнению с контролем (свежесобранная пыльца).

Показано, что прорастание пыльцы гибридов F_1 подсолнечника культурного в условиях осмотического стресса увеличивало процент прорастания семян популяции F_2 при их проращивании на осмотике по сравнению с контролем (прорастание пыльцы в нормальных условиях).

Выявлено, что оба этих метода одинаково эффективны в отношении изменения засухоустойчивости.

Обнаружено, что как прогревание пыльцы гибридов F_1, так и её прорастание в условиях осмотического стресса изменяли в F_2 долю растений с маркерным признаком «*virescent*».

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Литература

1. Mulcahy D.L. The rise of angiosperms: a genecological factor / D.L. Mulcahy // Science. – 1979. – Vol. 206, Iss. 4414. – P. 20–23.

2. Пивоваров В.Ф. Перспективы развития приоритетных направлений в селекции и семеноводстве овощных культур / В.Ф. Пивоваров, Н.Н. Балашова, И.Т. Балашова // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – No 3. – С. 3–10.

3. Методы отбора ценных генотипов на уровне пыльцы / [Лях В.А., Сорока А.И., Мищенко Л.Ю. и др.] – Запорожье : ИМК УААН, 2000. – 48 с.

4. Patil B.S. Effect of pollen selection for moisture stress tolerance on progeny performance in Sorghum / B.S. Patil, R.L. Ravikumar, P.M. Salimath // Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2006. –Vol. 4, Iss. 1. – P. 201–204.

5. Пивоваров В.Ф. Современные тенденции в селекции овощных культур. Доклад на I Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы», ВНИИСОК, август 2008 / В.Ф. Пивоваров // Овощи России. – 2008. – No 1–2. – С. 26–29.

6. Лях В.А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода Linum и биотехнологические пути работы с ними: монография / В.А. Лях, А.И. Сорока. – Запорожье: ЗНУ, 2008. – 182 с.

7. Яровые масличные культуры / [Шпаар Д., Адам Л., Гтнапп Х. и др.]; под общ. Ред. В.А. Щербакова. – Минск : ФУАинформ, 1999. – 283 с.

8. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / В.А. Лях, И.А. Полякова, А.И. Сорока. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 266 с.

9. Гуляев Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г.В. Гуляев, А. П. Дубинин. – М.: Колос, 1974. – 479 с.

10. Практикум по росту и устойчивости растений: учеб. пособ. / [Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А. и др.; под ред. В.В. Полевого, Т.В. Чирковой]. – СПб. : С.-Петерб. ун-т, 2001. – 212 с.

11. Лакин Г.В. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г.В. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

МЕТОДИ ГАМЕТОФІТНОГО ДОБОРУ НА ПОСУХОСТІЙКІСТЬ У СОНЯШНИКА КУЛЬТУРНОГО

І.В. Тоцький, В.О. Лях

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

Порівнювали вплив прогрівання пилку і його проростання в умовах осмотичного стресу на посухостійкість потомства, що утворюється, у соняшнику культурного. Встановлено, що прогрівання пилку гібридів F_1 збільшувало відсоток проростання насіння популяції F_2 при його пророщуванні на осмотику. Проростання пилку в умовах осмотичного стресу також збільшувало частку посухостійких генотипів в F_2. Обидва методичних прийоми виявилися ефективними, збільшуючи відсоток проростання насіння F_2 на осмотику в 3,5-6 разів. Виявлено, що прогрівання пилку і його проростання в умовах осмотичного стресу змінювали в F_2 частку рослин з маркерною ознакою «*virescent*».

Ключові слова: соняшник культурний, пилок, прогрівання, осмотик, маркерна ознака, посухостійкість, добір.

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

METHODS OF GAMETOPHYTIC SELECTION FOR DROUGHT RESISTANCE IN CULTIVATED SUNFLOWER

I.V. Totsky and V.A. Lyakh

Zaporozhye National University, Zaporozhye

South regions of Ukraine are characterized by a constant lack of moisture. That is why it is necessary to carry out sunflower breeding for drought tolerance in order to maximize the productivity of culture in these conditions.

One of the methods of plant breeding for resistance to stress factors is the selection of valuable genotypes at the level of gametophyte. In this approach the microgametophyte is most often used. Haploid genotype of pollen provides the expression of recessive genes, which often cause the economic value of cultivated plants.

At present, a number of directions of pollen selection is formed. The list of environmental factors (both abiotic and biotic) and a range of crops where the possibility of gametophyte selection was shown are sufficiently broad. The gametophytic selection for drought tolerance was successfully carried out for such crops as flax, castor and sorghum. "Snegurochka" variety of japanese turnip, "Pamyati Zhigalova" variety of sweet pepper and "Pivdenna nich" variety of linseed are the examples of successful implementation of gametophytic selection method for resistance to various environmental factors into breeding practice.

Sunflower is demanding to moisture, especially during flowering. Well-developed plants use from 500 to 600 mm of water during the growing season. The minimum water requirement is satisfied by 350-400 mm of rainfall. However, sunflower shows the relative drought resistance in some conditions due to the strong root system, which gives it the possibility to use effectively the soil water resources, including those accumulated during the winter.

The aim of our study was to investigate the effect of F_1 hybrids pollen heating and germination of F_1 hybrids pollen under osmotic stress on drought resistance of F_2 populations of cultivated sunflower, as well as to compare the effectiveness of these techniques.

F_1 hybrids of «*virescent*» × «dichotomous venation» and «dichotomous venation» × «*xantha*» cross combinations were used as the material of the study. Mutant lines of cultivated sunflower which contrasted in drought resistance were the parental components of hybrids. These mutant lines were developed at the Institute of oilseed crops of NAAS.

Gametophytic selection for drought tolerance was carried out by two methods. In the first case, pollen heating was performed. Fresh pollen was collected from not emasculated inflorescences of hybrid plants. Part of this pollen was placed in open parchment packets in a layer of 1–3 mm height and heated in air bath oven at the temperature of 60 ± 2°C for a period of 1 hour. Then heated pollen was used for pollination of previously emasculated inflorescences of hybrids. Fresh pollen was used for pollination in the control.

In the second procedure, for gametophytic selection for drought tolerance the stigmas of previously emasculated hybrid plants were treated with 10% PEG 6000 solution. After solution dried the on the stigmas the pollination was carried out with F_1 hybrid fresh pollen. In the control, before pollination emasculated stigmas of hybrid plants were treated with the water.

Drought resistance of F_2 populations was determined using seed germination on sucrose and PEG 6000 solutions. After 3 (PEG) - 4 (sucrose) days the percentage of germinated seeds was counted.

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях

Germinated and not germinated in osmotic solution seeds were separately planted in boxes in a phytotron. The genetic structure of F_2 populations for «dichotomous venation» and «*virescent*» marker traits was analyzed at the stage of the second pair of true leaves.

The significance of differences was evaluated using Student's t-test.

Studies on influence of F_1 hybrid pollen heating on the quality of F_2 sporophytic populations showed that this technique can not only change the heat resistance of segregating populations, but its drought resistance as well. The heating of F_1 hybrid pollen of sunflower «*xantha*» × «dichotomous venation» cross combination increased drought resistance of F_2 sporophytic population. Drought resistance was estimated by seed germination in a 15% sucrose solution. It was more than 6 times higher compared with the seed germination of F_2 population resulting from the pollination of F_1 hybrids with fresh pollen.

Pollen treatment of «*virescent*» × «dichotomous venation» F_1 hybrid with high temperature increased the part of F_2 seeds germinated in a 20% PEG 6000 solution up to 58.8% in comparison with the control, where the percentage of seed germination in osmotic was equal to 19.2%. The pollen germination of the same hybrid on the stigmas in the presence of 10% PEG 6000 solution increased the percentage of F_2 seed germination in osmotic approximately the same as the pollen heating.

It should be noted that gametophytic selection, which takes place during pollen germination in the presence of osmotic, changed the genetic structure of F_2 populations for some marker traits. After pollen germination on the stigmas, treated with 10% PEG 6000 solution, the number of F_2 plants with the «*virescent*» chlorophyll mutation was larger as compared with the control. However, no changes were observed in segregation compared to control by «dichotomous venation» marker trait.

A similar pattern was observed after analysis of the most drought-resistant part of F_2 segregating populations. Pollen heating of F_1 hybrids was characterized by the same effect. It can be concluded that the genes which define the sunflower drought resistance were apparently linked to the genes determining «*virescent*» marker trait.

Key words: cultivated sunflower, pollen, heating, osmotic, marker trait, drought resistance, selection.

Рецензент: М.Г. Калинова, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник лаб. селекции рапса Института масличных культур НААН.

© И.В. Тоцкий, В.А. Лях