

УДК 582.998.2:633.853.478:575.827

И. В. Тоцкий, В. А. Лях

Запорожский национальный университет, г. Запорожье

## ГАМЕТОФИТНЫЙ ОТБОР НА ЖАРСТОЙКОСТЬ У ПОДСОЛНЕЧНИКА КУЛЬТУРНОГО

Целью данного исследования было изучить влияние отбора жаростойкой пыльцы у гибридов  $F_1$  подсолнечника культурного на жаростойкость и адаптационные способности популяций  $F_2$  и их генетическую структуру. Для проведения гаметофитного отбора часть свежесобранной пыльцы гибридов  $F_1$  прогревали при температуре 60 °C в течение 1-го и 3-х часов. Затем кастрированные растения гибридов  $F_1$  опыляли прогретой (опыт) и непрогретой (контроль) пыльцой. Для оценки жаростойкости популяций  $F_2$  половину семян прогревали при температуре 60 °C в течение 15 минут перед посевом, тогда как вторая половина семян не была подвержена действию высокой температуры. В период цветения проводили учёт выживших растений. Прогревание пыльцы увеличивает жаростойкость и в отдельных случаях адаптационные способности популяций спорофитов  $F_2$ . Гаметофитный отбор на жаростойкость у гибридов  $F_1$  не повлиял на генетическую структуру популяций  $F_2$  по маркерным признакам «virescent» и «дихотомическое жилкование».

*Ключевые слова:* Helianthus, жаростойкость, гибриды  $F_1$ , пыльцевая селекция, спорофитное поколение  $F_2$ .

**Введение.** В условиях юга Украины подсолнечник постоянно сталкивается с засушливыми условиями среды и повышенной температурой. В силу этого наличие толерантности к указанным факторам внешней среды является неотъемлемым условием реализации потенциальной продуктивности современных генотипов подсолнечника.

Создание высокоурожайных сортов и гибридов растений, способных противостоять стрессовым факторам, обычно ведётся на стадии их вегетации традиционными методами. Отбор растений по засухоустойчивости и жаростойкости может проводиться и на других стадиях развития спорофита, в том числе на уровне семян и проростков.

Однако существует также возможность проведения отбора ценных генотипов и на уровне гаметофита. Чаще для этих целей используется микрогаметофит. В естественных условиях пыльцевая селекция обуславливает адаптацию потомства к эконше выращивания [1, 2]. Внутренний гаметофитный отбор происходит уже в периоды образования пыльцы, а внешний – при переносе микрогамет, их прорастании и росте пыльцевых трубок [3].

Установлено, что большая часть структурных генов, которые экспрессируются в пыльце, экспрессируются также и в спорофите. Это позволяет проводить отбор ценных генотипов на уровне гамет. Успех проведения микрогаметофитного отбора зависит также от наличия генетически разнокачественной пыльцы [4].

Преимуществом микрогаметофитного отбора является микроскопический размер пыльцы и гаплоидное состояние её генотипа, обеспечивающее экспрессию рецессивных генов, многие из которых как раз и обуславливают хозяйственную ценность культурных растений. К числу безусловных преимуществ пыльцевой селекции следует отнести не только вовлечение в искусственный отбор огромного количества генотипов, но и возможность регулировать «жесткость» отбора в условиях, которые строго контролируются [3].

Сейчас уже сформировано ряд направлений отбора по пыльце: экотипическая селекция по микрогаметофиту на устойчивость к абиотическим факторам внешней среды и фитопатогенам; использование популяций пыльцевых зёрен как тест-системы для исследования адаптивности к эконше выращивания; обработка пыльцевых зёрен перед опылением фрагментами ДНК с целью расширения фонда отбора при межвидовой гибридизации; коррекция мейоза при помощи влияния на пыльцу БАВ для сохранения ценных рекомбинантных гамет на постмейотических этапах комбинационной селекции [5].

Спектр культур, на которых показана возможность отбора ценных генотипов на микрогаметофитном уровне, достаточно широкий. Достаточно большим является и перечень факторов среды (как абиотических, так и биотических), по которым можно успешно вести микрогаметофитную (пыльцевую) селекцию [6–10]. Также существуют работы по изучению совместного действия гаметофитного и спорофитного отборов [11].

Уже существуют сорта растений, полученные с использованием микрогаметофитного отбора, например, сорт репы японской «Снегурочка» [5] и сорт сладкого перца Памяти Жигалова [12]. Также с помощью прогревания пыльцы получен хорошо приспособленный к засушливым условиям юга Украины сорт льна масличного «Південна ніч» [13].

Информация о возможности отбора ценных генотипов на гаметофитном уровне у подсолнечника крайне ограничена [14]. Целью наших исследований было изучить влияние отбора жаростойкой пыльцы у гибридов  $F_1$  подсолнечника культурного на жаростойкость популяций  $F_2$  и их генетическую структуру.

**Матеріали і методи.** Гібриди  $F_1$  «*virescent*» × «*xantha*», «дихотомічне жилкування» × «обожнений лист», «дихотомічне жилкування» × «*xantha*» використовувалися як експериментальний матеріал. Исходним матеріалом для отримання гібридів були контрастні по жаростійкості мутантні лінії підсонячника культурного, отримані в Інституті масличних культур НААНУ.

Лінія «*xantha*» – мутантний зразок, який характеризується жовто-зеленими всходами і яскраво-жовто-зеленими плямами на листках, перетворюючись в некротическі сектори в кінці вегетації. Растения увядають в засушливих умовах року. Мутантний зразок «обожнений лист» має некротическі частини на верхніх листках. Растения характеризуються ознаками увядання в засушливих умовах року. Відмінною особливістю лінії «дихотомічне жилкування» є слабе розв'язання центральної жилки листа, жилки першого порядку в більшості відходять від черешка, а не від центральної жилки. Мутант «*virescent*» характеризується яскраво-жовтими верхніми листками в перші тижні свого розвитку, хоча в дальнішому растения почти возвращают себе нормальную зеленую окраску, сохраняя признаки угнетенности [15].

Для проведення експеримента використовували техніку примусового переопилення. Кастріацію цвітков гібридних растений проводили, удаляя недорозв'язані пилюнки з послідуєщою ізоляцією соцветів [16]. Перед проведенням опилення в пергаментні пакети збирали зрілу пилюнку з некастрірваних соцветів гібридних растений той же комбінації скрещивання. Для проведення гаметофитного відбору часті свіжесобранної пилюнки в відкритих пергаментних пакетиках поміщали в термостат і прогрівали в двох режимах при температурі 60 °C в течение 1-го і 3-х годин. В контролі для опилення використовували свіжесобранну пилюнку.

Для оцінки впливу прогрівання пилюнки на жаростійкість популяцій  $F_2$  часті насіння опытных і контрольних варіантів підвергали прогріванню при температурі 60 °C в течение 15 хвилин в водній бані. Другу часті насіння не підвергали температурній обробці і використовували для оцінки впливу пилюцевого відбору на адаптивність рашепляючихся популяцій. Зatem насіння висівали в поле. В період цвітіння проводили учёт выживших растений, а также анализировали рашепление по маркерным признакам, используя метод  $\chi^2$  [17].

**Результаты и обсуждение.** Во всех вариантах скрещивания, как у контрольных популяций, так и у популяций, созданных с использованием гаметофитного отбора, наблюдалось существенное уменьшение выживаемости растений после прогрівання насіння (табл. 1). Такие результаты, по-видимому, связаны с тем, что при прогріванні насіння выживали наиболее жаростійкі генотипы, а их концентрация в популяціях  $F_2$  достаточна мала. Так, например, в комбінації скрещивання «дихотомічне жилкування» × «*xantha*» выживаемость растений после прогрівання насіння снижалась в 3–10 раз в зависимости от варианта эксперимента.

Таблиця 1

Выживаемость растений  $F_2$  после прогрівання насіння в различных вариантах експеримента по пилюцевому відбору

Вариант експеримента	Обработка насіння	Насіння $F_2$ посеяно, шт.	Насіння проросло, шт.	Выживаемость, %
$F_2$ « <i>virescent</i> » × « <i>xantha</i> »				
Контроль	без прогрівання	168	75	44,6 ± 3,84
	прогрівання	414	15	3,6 ± 0,92***
Прогрівання пилюнки 1 час	без прогрівання	105	55	52,4 ± 4,87
	прогрівання	144	42	29,2 ± 3,79***
$F_2$ «дихотомічне жилкування» × «обожнений лист»				
Контроль	без прогрівання	137	81	59,1 ± 4,20
	прогрівання	884	31	3,5 ± 0,62***
Прогрівання пилюнки 1 час	без прогрівання	540	395	73,1 ± 1,91
	прогрівання	912	43	4,7 ± 0,70***
Прогрівання пилюнки 3 годин	без прогрівання	154	103	66,9 ± 3,79
	прогрівання	605	113	18,7 ± 1,59***
$F_2$ «дихотомічне жилкування» × « <i>xantha</i> »				
Контроль	без прогрівання	250	167	66,8 ± 2,98
	прогрівання	864	56	6,5 ± 0,84***
Прогрівання пилюнки 1 час	без прогрівання	514	469	91,2 ± 1,25
	прогрівання	827	243	29,4 ± 1,58***
Прогрівання пилюнки 3 годин	без прогрівання	18	14	77,8 ± 9,80
	прогрівання	543	128	23,6 ± 1,82***

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – відміння між варіантами з непрогретими і прогретими насіннями суттєвими при  $p \leq 0,05; 0,01; 0,001$  відповідно.

Для порівняння жаростійкості популяцій  $F_2$ , отриманих як з використанням (опытные варианты), так і без використання (контроль) гаметофитного відбору, учитывали выживаемость растений после температурної обробки насіння. Дані порівняння показані в табл. 2.

Таблиця 2

Влияние прогревания пыльцы гибридов F<sub>1</sub> на жаростойкость популяций спорофитов F<sub>2</sub>

Комбинация скрещивания	Вариант	Прогретых семян F <sub>2</sub> посеяно, шт.	Семян взошло, шт.	Выживаемость, %
F <sub>2</sub> «virescent» × «xantha»	Контроль	414	15	3,6 ± 0,92
	60 °C / 1 час	144	42	29,2 ± 3,79***
F <sub>2</sub> «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист»	Контроль	884	31	3,5 ± 0,62
	60 °C / 1 час	912	43	4,7 ± 0,70
	60 °C / 3 часа	605	113	18,7 ± 1,59***,###
F <sub>2</sub> «дихотомическое жилкование» × «xantha»	Контроль	864	56	6,5 ± 0,84
	60 °C / 1 час	827	243	29,4 ± 1,58***
	60 °C / 3 часа	543	128	23,6 ± 1,82***,#

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – отличия от контроля существенны при p ≤ 0,05; 0,01; 0,001 соответственно;  
#, ##, ### – отличия между опытными вариантами существенны при p ≤ 0,05; 0,01; 0,001 соответственно.

Как видно из табл. 2, в комбинациях скрещиваний «virescent» × «xantha» и «дихотомическое жилкование» × «xantha» в результате прогревания пыльцы гибридов F<sub>1</sub> в течение 1 часа выживаемость растений популяций F<sub>2</sub> была существенно выше, чем в контроле, где для опыления гибридов F<sub>1</sub> использовалась непрогретая пыльца. Примером может служить увеличение более чем в 8 раз выживаемости растений в опытной популяции F<sub>2</sub> по сравнению с контролем в комбинации скрещивания «virescent» × «xantha» и в 4,5 раза в комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «xantha». Такая же закономерность обнаружена и при использовании в опылении пыльцы, прогретой в течение 3 часов. Так, например, выживаемость растений в опытной популяции F<sub>2</sub> «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» превосходила контрольный вариант более чем в 5 раз, а в комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «xantha» выживаемость растений опытной популяции F<sub>2</sub> была более чем в 3,5 раза выше, чем в контроле. Это указывает на увеличение количества жаростойких генотипов в популяциях F<sub>2</sub>, полученных при использовании гаметофитного отбора. Вместе с тем, в комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» прогревание пыльцы в течение 1 часа было не эффективным и обесценивало результат только при использовании 3-часового температурного воздействия на пыльцу. Очевидно, что для наиболее эффективного отбора генотипов, устойчивых к неблагоприятным факторам, следует к каждой комбинации скрещивания подбирать свою жесткость отбора пыльцы.

Для изучения влияния пыльцевого отбора на адаптационные возможности популяций спорофитов F<sub>2</sub> было проведено сравнение в них количества растений, полученных в результате температурной обработки пыльцы (опыт) и без её прогревания (контроль). При этом прогревание семян в обоих случаях не проводили (табл. 3).

Таблиця 3

Влияние прогревания пыльцы гибридов F<sub>1</sub> на адаптационные способности популяций спорофитов F<sub>2</sub>

Комбинация скрещивания	Вариант	Семян F <sub>2</sub> посеяно, шт.	Семян взошло, шт.	Количество растений, %
F <sub>2</sub> «virescent» × «xantha»	Контроль	168	75	44,6 ± 3,84
	60 °C / 1 час	105	55	52,4 ± 4,87
F <sub>2</sub> «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист»	Контроль	137	81	59,1 ± 4,20
	60 °C / 1 час	540	395	73,1 ± 1,91**
	60 °C / 3 часа	154	103	66,9 ± 3,79
F <sub>2</sub> «дихотомическое жилкование» × «xantha»	Контроль	250	167	66,8 ± 2,98
	60 °C / 1 час	514	469	91,2 ± 1,25***
	60 °C / 3 часа	18	14	77,8 ± 9,80

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – отличия от контроля существенны при p ≤ 0,05; 0,01; 0,001 соответственно.

Из табл. 3 видно, что в комбинациях скрещивания «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» и «дихотомическое жилкование» × «xantha» количество растений в популяциях F<sub>2</sub>, полученных после прогревания пыльцы гибридов F<sub>1</sub> в течение 1 часа, было значительно выше, чем в контрольных популяциях. Это указывает на увеличение адаптационных способностей растений соответствующих популяций F<sub>2</sub> в данных вариантах температурной обработки пыльцы.

Доказательством генетической активности гамет может служить изменение генетической структуры популяции F<sub>2</sub> после температурного воздействия на микрогаметофит гибридов F<sub>1</sub>. Изменение соотношения растений по маркерному гену в результате воздействия на гетерогенную популяцию пыльцы не доказывает обязательность его экспрессии в гаметофите, поскольку это изменение может быть обусловлено также сцеплением маркерного гена с геном или генами, детерминирующими чувствительность гаметофита к используемому фактору отбора [18].

Для определения существенности изменений генетической структуры популяций  $F_2$ , полученных путём гаметофитного отбора, рассчитывали  $\chi^2$ , где в качестве модельного использовали расщепление, наблюдаемое в контрольной популяции  $F_2$ , полученной без прогревания пыльцы. Анализ расщепляющихся популяций  $F_2$ , полученных от опыления растений  $F_1$  прогретой при 60 °С пыльцой, показал, что температурная обработка не приводила к изменению генетической структуры последних ни по одному из изученных маркерных признаков ни в одной из исследованных комбинациях скрещивания (табл. 4). Так, в комбинации скрещивания «*virescent*» × «*xantha*», где популяция растений  $F_2$  анализировалась по маркерному признаку «*virescent*», значение  $\chi^2$  равнялось 2 и было недостаточным для подтверждения изменений в генетической структуре популяции при прогревании пыльцы. Аналогичную картину наблюдали и в двух других комбинациях скрещивания с маркерным признаком «дихотомическое жилкование». Таким образом, можно говорить о том, что изученные маркерные признаки, очевидно, не сцеплены с генами, отвечающими за устойчивость растений к повышенной температуре.

Таблица 4

Влияние прогревания пыльцы гибридов  $F_1$  на структуру популяций  $F_2$  по маркерным признакам «*virescent*» и «дихотомическое жилкование»

Вариант эксперимента	Растения без маркерного признака	Растения с маркерным признаком	Соотношение	$\chi^2$
$F_2$ « <i>virescent</i> » × « <i>xantha</i> » (маркерный признак « <i>virescent</i> »)				
Контроль	55	20	2,75:1	–
Прогревание пыльцы 1 час	45	10	4,5:1	2,0
$F_2$ «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» (маркерный признак «дихотомическое жилкование»)				
Контроль	61	20	3,05:1	–
Прогревание пыльцы 1 час	297	98	3,03:1	0,003
Прогревание пыльцы 3 часа	84	19	4,42:1	2,2
$F_2$ «дихотомическое жилкование» × « <i>xantha</i> » (маркерный признак «дихотомическое жилкование»)				
Контроль	131	36	3,64:1	–
Прогревание пыльцы 1 час	362	107	3,4:1	0,4
Прогревание пыльцы 3 часа	12	2	6:1	0,4

Примечание:  $\chi^2_{0,05} (df = 1) = 3,84$ .

Существуют данные об успешном проведении гаметного отбора на жаростойкость у других культур. У томатов, используя прогретую в термостате пыльцу, увеличили жаростойкость сортовых и расщепляющихся популяций на 3–10 %. Также у томатов эффективным методом пыльцевой селекции оказался отбор жаростойких гамет на стадии прорастания и роста пыльцевых трубок. Новые устойчивые к повышенной температуре формы и линии томата были получены при отборе жаростойких генотипов и с использованием женского гаметофита [3].

Ранее были проведены исследования, показывающие изменение структуры популяции  $BC_1$  подсолнечника после прогревания пыльцы гибридов  $F_1$ , полученных от скрещивания ряда диких видов и культурных сортов. Гаметофитный отбор вызывал гибель пыльцевых зерен преимущественно «дикого» типа, приводя к значительному увеличению в опытных популяциях спорофитов с признаками культурных сортов [14].

**Выводы.** Прогревание пыльцы в течение 1–3 часов при температуре 60 °С в гетерогенной популяции пыльцы гибридов  $F_1$  подсолнечника увеличивает жаростойкость популяций спорофитов  $F_2$ , однако режим обработки пыльцы необходимо подбирать для каждой комбинации скрещивания индивидуально.

Микрогаметофитный отбор на жаростойкость в отдельных случаях увеличивает адаптационные способности растений популяций  $F_2$ .

При прогревании семян выживаемость растений популяций  $F_2$ , полученных как с использованием (опытные варианты), так и без использования (контроль) гаметофитного отбора, существенно уменьшается из-за относительно низкой частоты жаростойких генотипов в расщепляющихся популяциях.

Изученные в ходе исследования маркерные признаки «*virescent*» и «дихотомическое жилкование» не сцеплены с генами, детерминирующими устойчивость к повышенной температуре.

В дальнейшем планируется изучение совместного действия спорофитного и гаметофитного отбора и его сравнение с действием каждого типа отбора отдельно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Evolutionary stasis in *Euphorbiaceae* pollen: selection and constraints / A. Matamorovidal, C. A. Furness, P.-H. Gouyon et al. // Journal of Evolutionary Biology. – 2012. – Vol. 25, Iss. 6. – P. 1077–1096.
2. К вопросу об адаптации микрогаметофита овощного гороха к различным условиям освещения / Л. В. Сулова, Н. Н. Балашова, В. А. Епихов и др. // Научн. тр. по селекции и семеноводству (к 75-летию ВНИИССОК). – М., 1995. – Т. 1. – С. 255–261.

3. Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты и перспективы) / под ред. В. Ф. Пивоварова. – М.: ВНИИССОК, 2001. – 386 с.
4. Mulcahy D. L. The rise of angiosperms: a genecological factor / D. L. Mulcahy // Science. – 1979. – Vol. 206, Iss. 4414. – P. 20–23.
5. 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. – № 3. – С. 3–10.
6. Effect of temperature on gametophytic selection in a *Phalaenopsis* F<sub>1</sub> population / Yeun-Kyung Chang, Leslie A. Blischak, Richard E. Veilleux, Muhammad J. Iqbal // Euphytica. – 2010. – Vol. 171, Iss. 2. – P. 251–261.
7. 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.
8. Dominguez E. Breeding tomato for pollen tolerance to low temperatures by gametophytic selection / E. Dominguez, J. Cuartero, R. Fernandez-Munoz // Euphytica. – 2005. – Vol. 142, Iss. 3. – P. 253–263.
9. Gametophytic selection for wilt resistance and its impact on the segregation of wilt resistance alleles in chickpea (*Cicer arietinum* L.) / R. L. Ravikumar, G. N. Chaitra, M. Choukimath Anilkumar, C. D. Soregaon // Euphytica. – 2013. – Vol. 189, Iss. 2. – P. 173–181.
10. Anokhina V. The use of gametophytic selection for differentiation of lupin tolerance to stresses / V. Anokhina, V. Duksina, I. Sauk // Lupin crops: an opportunity for today, a promise for the future. Proceedings of the 13th International Lupin Conference (Poznan', Poland, 6–10 June 2011). – 2011. – P. 285–287.
11. Кильчевский А. В. Результаты циклической гаметофитной и спорофитной селекции томата на холодостойкость и продуктивность / А. В. Кильчевский, Н. Ю. Антропенко, И. Г. Пугачева // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2007. – № 2. – С. 53–57.
12. 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», ВНИИССОК, август 2008 / В. Ф. Пивоваров // Овощи России. – 2008. – № 1–2. – С. 26–29.
13. 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.
14. Lyakh V. A. Influence of pollen heating on the quality of resulting sporophyte generation in sunflower / V. A. Lyakh, N. V. Gasenko, A. I. Soroka // Helia. – 1998. – Vol. 21, Iss. 29. – P. 103–108.
15. Лях В. А. Индуцированный мутагенез масличных культур / В. А. Лях, И. А. Полякова, А. И. Сорока. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 266 с.
16. Гуляев Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин. – М.: Колос, 1974. – 479 с.
17. Лакин Г. В. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. В. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
18. Лях В. А. Эффективность микрогаметофитного отбора на устойчивость кукурузы к температурному фактору / В. А. Лях, А. И. Сорока // Сельхоз. биол. – 1993. – № 3. – С. 38–44.

Поступила в редакцию 03.04.2014 г.

## РЕЗЮМЕ

Ціллю даного дослідження було вивчити вплив добору жаростійкого пилку у гібридів F<sub>1</sub> соняшника культурного на жаростійкість та адаптаційні здатності популяцій F<sub>2</sub> та їх генетичну структуру. Для проведення гаметофітного добору частину свіжозібраного пилку гібридів F<sub>1</sub> прогрівали при температурі 60 °C протягом 1-ї та 3-ох годин. Потім кастровані рослини гібридів F<sub>1</sub> запилювали прогрітим (дослід) та непрогрітим (контроль) пилком. Для оцінки жаростійкості популяцій F<sub>2</sub> половину насіння прогрівали при температурі 60 °C протягом 15 хвилин перед посівом, тоді як друга половина насіння не піддавалась дії високої температури. В період цвітіння проводили підрахунок рослин, що вижили. Прогрівання пилку збільшує жаростійкість та в окремих випадках адаптаційні здатності популяцій спорофітів F<sub>2</sub>. Гаметофітний добір на жаростійкість у гібридів F<sub>1</sub> не вплинув на генетичну структуру популяцій F<sub>2</sub> за маркерними ознаками «*virescent*» та «дихотомічне жилкування».

*Ключові слова:* Helianthus, жаростійкість, гібриди F<sub>1</sub>, пилкова селекція, спорофітне покоління F<sub>2</sub>.

## SUMMARY

The heat resistance and adaptative capacity of F<sub>2</sub> sporophytic populations and its genetic structure after F<sub>1</sub> sunflower pollen heating have been studied. To carry out the gametophytic selection freshly collected pollen was heated at the temperature of 60 °C during 1 and 3 hours. Then emasculated F<sub>1</sub> plants were pollinated with the heated-up (experiment) and not heated-up (control) pollen. Half of F<sub>2</sub> seeds was treated with the temperature of 60 °C during 15 min before sowing while another half of seeds was not subjected to high temperature. The number of F<sub>2</sub> flowering plants was counted. Pollen heating increased the heat resistance and in some cases the adaptative capacity of F<sub>2</sub> sporophytic populations. Gametophytic selection for heat resistance in F<sub>1</sub> hybrids did not influence the genetic structure of F<sub>2</sub> populations for marker traits “*virescent*” and “dichotomous venation”.

*Keywords:* Helianthus, F<sub>1</sub> hybrids, pollen selection, F<sub>2</sub> sporophytic generation, heat resistance.