

## REFERENCES

1. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya strategiya ustojchivogo razvitiya sel'skogo xozyajstva Rossii v XXI. Teoriya i praktika. V dvux tomax / A.A. Zhuchenko – M. : Agrorus. – 2009-2011. – T. I. – 816 s.
2. Jhala A.J. Potential hybridization of flax with weedy and wild relatives: an avenue for movement of engineered genes? / A.J. Jhala, L.M. Hall, J.C. Hall // Crop Science. – 2008. – Vol. 48, № 3. – P. 825-840.
3. Seetharam A. Interspecific hybridization in Linum / A. Seetharam // Euphytica, Vol. 21, issue 3 – 1972. – S. 489-495
4. Yuzepchuk S. V. L'novy'e – Linaceae / S. V. Yuzepchuk; [Pod red. B. K. Shishkina] // Flora SSSR. – L., 1949. – T.14. – S. 92–145.
5. Beil G. M. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum / G. M. Beil, R. E. Atkins // Jowa J. Sci. – 1965. – Vol. 39, №3. – S. 345–358.
6. Lakin G. F. Biometriya / G.F. Lakin. – M. : Vy'sshaya shkola, 1990. – 352 s.
7. Mishhenko L.Yu. Novy'j tip belo'j okraski venchika u Linum usitatissimum L. / L.Yu. Mishhenko, V.A. Lyax // Naukovo-texnichnij byuleten' Institutu olijnih kul'tur UAAN. – Zaporizhzhya. – 2002. – Vip. 4. – S. 15-19
8. Yaglo M.N. Markerny'e priznaki l'na / M.N. Yaglo // Naukovo-texnichnij byuleten' Institutu olijnih kul'tur UAAN. – Zaporizhzhya. – 2007. – Vip. 4. – S. 86-91
9. Kutuzova S. N. Genetika l'na / S.N. Kutuzova // Genetika kul'turnix rastenij. – Sankt-Peterburg, 1998. – S. 6-52.
10. Lyax V. A. Botanicheskie i citogeneticheskie osobennosti vidov roda Linum L. i biotexnologicheskie puti raboty' s nimi / V. A. Lyax, A. I. Soroka. – Zaporozh'e: ZNU, 2008. – 182 s.
11. Lyax V.A. Geneticheskaya kollekcija vida Linum usitatissimumL. (katalog) / V.A. Lyax, L.Yu. Mishhenko, I.A. Polyakova. – Zaporozh'e: Zaporizhzhya. – 2003. – 60 s.
12. Mishhenko L.Yu. Nasledovanie rozovoj okraski venchika i kremovoj okraski py'l'nikov u L. usitatissimum / L.Yu. Mishhenko, V.A. Lyakh // Naukovo-texnichnij byuleten' Institutu olijnih kul'tur UAAN. – Zaporizhzhya. – 2001. – Vip. 4. – S. 15-19
13. Shirokij unificirovanny'j klassifikator SE'V vida Linum usitalissimum / [sostav. R. Ry'kova]. – L. : Vsesoyuzny'j NII rastenievodstva im. N.I. Vavilova, 1987. – 24 s.

УДК 635.854.78:631.5:581.1

## ВЛИЯНИЕ МИКРОГАМЕТОФИТНОГО ОТБОРА У ГИБРИДОВ $F_1$ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ СПОРОФИТНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ $F_2$ К РАЗЛИЧНЫМ АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Тоцкий И.В., Витковская Ю.С., Лях В.А.

*Запорожский национальный университет,  
69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66*

igor.totsky@gmail.com

В данной работе было изучено влияние выдерживания пыльцы гибридов  $F_1$  подсолнечника при пониженной температуре и её прогревания на холодоустойчивость, жаростойкость и засухоустойчивость спорофитной популяции  $F_2$  соответственно. Холодоустойчивость оценивали путём проращивания семян при пониженной температуре. Жаростойкость устанавливали полевой всхожести прогретых семян. Засухоустойчивость определяли по проценту прорастания семян на растворе сахарозы. Проведение гаметофитного отбора увеличило холодоустойчивость, жаростойкость и засухоустойчивость спорофитных популяций  $F_2$ .

*Ключевые слова:* подсолнечник, гибрид  $F_1$ , спорофитная популяция  $F_2$ , пыльцевой отбор, холодоустойчивость, жаростойкость, засухоустойчивость.

**ВПЛИВ МІКРОГАМЕТОФІТНОГО ДОБОРУ У ГІБРИДІВ F<sub>1</sub> СОНЯШНИКА  
НА СТІЙКІСТЬ СПОРОФІТНИХ ПОПУЛЯЦІЙ F<sub>2</sub> ДО РІЗНИХ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ  
ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Тоцький І.В., Вітковська Ю.С., Лях В.О.  
*Запорізький національний університет*  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66  
igor.totsky@gmail.com

У цій роботі було вивчено вплив витримування пилку гібридів F<sub>1</sub> соняшника при зниженій температурі та його прогрівання на холодостійкість, жаростійкість та посухостійкість спорофітної популяції F<sub>2</sub> відповідно. Холодостійкість оцінювали шляхом пророщування насіння при зниженій температурі. Жаростійкість встановлювали за польовою схожістю прогрітого насіння. Посухостійкість визначали за процентом проростання насіння на розчині цукрози. Проведення гаметофітного добору збільшило холодостійкість, жаростійкість та посухостійкість спорофітних популяцій F<sub>2</sub>.

*Ключові слова: соняшник, гібрид F<sub>1</sub>, спорофітна популяція F<sub>2</sub>, пилковий добір, холодостійкість, жаростійкість, посухостійкість.*

**INFLUENCE OF MICROGAMETOPHYTIC SELECTION IN F<sub>1</sub> SUNFLOWER HYBRIDS  
FOR RESISTANCE OF SPOROPHYTIC F<sub>2</sub> POPULATIONS TO DIFFERENT  
ABIOTIC ENVIRONMENTAL FACTORS**

Totsky I.V., Vitkovska Yu.S., Lyakh V.A.  
*Zaporizhzhya national university*  
69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky Street, 66  
igor.totsky@gmail.com

In the southern regions of Ukraine sunflower is exposed to heat and dry growing conditions, which significantly reduce its productivity and make it impossible to realize the full potential of productivity. Sunflower growing in the northern regions of Ukraine and in more high latitudes of other countries is unprofitable due to low temperatures, which also significantly reduce yields. Thus, breeding for resistance to environmental factors is an important task in the development of sunflower.

Sunflower is a thermophilic plant. The optimum temperature for growth and development is 25-27°C, the seeds start to germinate at 5-10°C, the seedlings can withstand short freezing about minus 5-6°C. Requirements for heat during periods of rapid growth and flowering until maturity (July-September) are particularly high. The optimum temperature for photosynthesis is 25°C. Sunflower is mesophyte. However, it should be noted that the plant is very sensitive to moisture. Well developed crops consume from 500 to 600 mm of water during the growing season, and the minimum water requirement is the 350-400 mm of rainfall. The plants are especially sensitive to moisture during the formation of buds before blooming. However, sunflower has the relatively drought resistance due to well developed root system that effectively uses the water resources of soil, including the water resources that were accumulated during the winter.

The breeding for increase of the heat resistance and drought tolerance in sunflower is known, but the similar studies for increase of the cold resistance are not almost realized. Basically, sunflower breeding is performed by traditional methods and the object of selection is the sporophytic generation of the life cycle plant. However, selection for resistance to environmental factors is possible in the gametophytic stage of the life cycle.

Researches on the application of gametophytic selection in sunflower breeding are not almost conducted. However, in other crops, this method has been successfully used. The effective pollen selection for cold and heat resistance was carried out in tomato, maize and plants of the *Phaeonopsis* genus. Also gametophytic selection was successfully performed for drought tolerance in such crops as flax, castor and sorghum.

The aim of this study was to determine the effectiveness of gametophytic selection in F<sub>1</sub> hybrids of sunflower to increase the resistance of sporophytic F<sub>2</sub> populations to various abiotic environmental factors.

Material of research was the F<sub>1</sub> sunflower hybrid of “dichotomous venation” × “*xantha*” cross combination. The parental lines of this hybrid were contrasting in the heat, drought and cold tolerance. “*Xantha*” and “dichotomous venation” lines were obtained by experimental mutagenesis. “Dichotomous venation” mutant has the changed venation of the leaf. The plant is characterized by a dense network of fanshaped veins, while the original line has the reticulate venation that is normal for sunflower. Mutant trait is easily identified at the second pair of true leaves stage.

The hybrid of the first generation was obtained by forced pollination. Maternal plants were previously emasculated.

The pollen mixture of several inflorescences of  $F_1$  hybrid was stored in parchment packages in a refrigerator at  $3\pm 1^\circ\text{C}$  during 7 days to perform the gametophytic selection for cold resistance. Evaluation of pollen viability after storing at low temperature showed the significant decrease in this parameter compared to the control. Then the previously emasculated hybrid plants were pollinated with the stored at low temperature pollen. The plants pollinated with the fresh pollen were used as the control.

Evaluation of  $F_2$  sporophytic populations for cold resistance was performed by seed germination at low temperature. Seeds were treated with the 1%  $\text{KMnO}_4$  solution during 10 minutes for preventing the mold development. The seeds were placed in Petri dishes on the filter paper. 25 seeds were placed in each Petri dish. The Petri dishes heated at  $150^\circ\text{C}$  during 1 hour for sterilization. 10 ml previously boiled during 5 minutes distilled water were poured in each Petri dish. 250 thousand units of nystatin and 2 ml of Previkur per 1 liter were added in the distilled water. Closed Petri dishes were placed in a refrigerator at  $5\pm 1^\circ\text{C}$  temperature. The percentage of germinated seeds was counted after 7 days of germination.

Gametophytic selection for heat- and drought resistance was carried out by heating of pollen. Part of the fresh pollen in a layer of 1-3 mm height in the open parchment packages placed in the air bath oven and heated at the temperature of  $60\pm 2^\circ\text{C}$  during 1 and 3 hours. The pollen significantly reduced the viability after heating. Fresh pollen was used for pollination in the control.

Seeds were heated at the temperature of  $60\pm 2^\circ\text{C}$  during 15 minutes in a water bath to estimate the effect of pollen heating on the heat resistance of  $F_2$  populations. Then seeds were sown in the field. Survived plants were counted during the flowering.

Drought resistance of  $F_2$  populations after gametophytic selection was determined by seed germination on sucrose solution. Seeds were treated for a period of 10 minutes with the 1%  $\text{KMnO}_4$  solution for preventing the mold growth. The seeds were placed in Petri dishes on the filter paper. 25 seeds were placed in each Petri dish. The Petri dishes heated at  $150^\circ\text{C}$  during 1 hour for sterilization. 10 ml of 15% sucrose solution were poured in each Petri dish. Nystatin (250 thousand units per 1 liter) and Previkur (2 ml per 1 liter) were added in the sucrose solution. The percentage of seed germination was counted in 4 days.

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

The percentage of germinated seeds, obtained with the using the stored at low temperature pollen, was compared with the percentage of germinated seeds, obtained after the pollination with the fresh pollen, at the low temperature conditions in a refrigerator to determine the influence of the gametophytic selection on the cold resistance of segregation  $F_2$  populations.

Storage of the  $F_1$  hybrid pollen at low temperature increased germination of  $F_2$  seeds during their germination at low temperature to 87,7% compared with the control where this parameter was 73,7%. This indicates that the gametophytic selection was effective and increased the cold resistance of the experimental sporophytic  $F_2$  population compared with the control.

The effectiveness of the gametophytic selection for heat resistance was determined by comparison of the number of survived plants after heating of  $F_2$  seeds, obtained by using the gametophytic selection, and the number of survived plants after heating of  $F_2$  seeds, obtained after pollination with the fresh pollen.

As the result of the heating of  $F_1$  hybrid pollen during 1 hour, the number of survived plants of  $F_2$  population after seeds storage in a water bath at the high temperature was increased 22,9% compared with the control where  $F_1$  hybrids were pollinated with the fresh pollen. Similar results were obtained after pollination of  $F_1$  hybrids with the pollen heated during 3 hours. In this case, the number of survived plants in experimental  $F_2$  population after heating of the seeds was more than 3,5 times higher than in control. It should also be noted that the number of survived plants after seed heating was significantly higher when the pollen heated during 1 hour instead 3 hours was used for pollination. But this difference was 5,8%. All results show the increase of the number of the heat resistant genotypes in the  $F_2$  population, obtained with the use of gametophytic selection.

Influence of pollen selection on drought tolerance of sporophytic  $F_2$  populations was studied by comparison the germination of  $F_2$  seeds, obtained after pollination with the heated pollen, and  $F_2$  seeds, obtained after pollination with the fresh pollen, during the germination on sucrose solution.

Heating of  $F_1$  hybrids pollen influenced not only on the heat resistance, but also on the drought resistance of  $F_2$  sporophytes. This is indicated by the significant increase of germination of  $F_2$  seeds, obtained after pollination of  $F_1$  hybrid with the using of heated during 1 hour pollen, when the germination took place on sucrose solution compared to the control where  $F_1$  hybrid was pollinated with the fresh pollen. In the experimental population this index was 56,3%, while it was only 9% in the control. These data indicate the significant increase of the drought resistance of  $F_2$  population after gametophytic selection.

As follows from the obtained data, pollen heating increased not only the heat resistance, but also the drought tolerance. There is also another method of gametophytic selection for drought tolerance, which was effective. In this case the polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) solution, which is an osmotically active substance, is putting on the stigma of the parent plant. Therefore, this solution is the selective barrier for pollen. Using of such selection technique was successful in sorghum.

Perspective of this study is the obtaining of the lines and varieties of sunflower, which are resistant to the various environmental factors. The results of the investigation showed that the gametophytic selection

techniques for cold and heat resistance are the effective methods and can be applied in breeding programs to accelerate the creation of the valuable sunflower genotypes.

*Key words: sunflower, F<sub>1</sub> hybrid, F<sub>2</sub> sporophytic populations, pollen selection, cold resistance, heat resistance, drought tolerance.*

## ВВЕДЕНИЕ

В южных регионах Украины подсолнечник постоянно подвергается воздействию жары и засухи, что значительно снижает его продуктивность и не даёт возможности полностью реализовать потенциал урожайности [1]. Выращивание подсолнечника в северных регионах Украины и других государств невыгодно из-за воздействия низких температур, которые также значительно снижают урожайность [2]. Таким образом, проведение отбора на устойчивость к абиотическим факторам среды является важной задачей в селекции подсолнечника.

Подсолнечник является теплолюбивым растением. Оптимальная температура для роста и развития составляет 25-27°C, семена начинают прорастать при 5-10°C, всходы могут переносить кратковременные заморозки до минус 5-6° С. Особенно высоки требования к теплу в периоды бурного роста и цветения вплоть до созревания (июль-сентябрь). Оптимальная температура для фотосинтеза – 25°C. По отношению к влаге подсолнечник является мезофитом. Вместе с тем растение очень требовательно к влаге. Хорошо развитые посевы за вегетационный период потребляют от 500 до 600 мм воды, а минимальная потребность в воде удовлетворяется при 350-400 мм осадков. Особенно требовательны к влаге растения во время образования бутонов до цветения. Однако подсолнечник проявляет относительную засухоустойчивость благодаря мощной корневой системе, дающей ему возможность эффективно использовать водные ресурсы почвы, в том числе и накопившиеся в зимний период [3].

Если селекционные работы по увеличению жаростойкости и засухоустойчивости подсолнечника ведутся, то аналогичные исследования по увеличению холодостойкости практически не реализуются [4]. В основном, селекция подсолнечника ведётся традиционными методами и объектом отбора является спорофитное поколение в жизненном цикле растения. Вместе с тем, существует возможность проведения селекции на устойчивость к абиотическим факторам среды и на гаметофитном этапе жизненного цикла.

Исследования по применению гаметофитного отбора у подсолнечника практически не проводятся. Однако у других культур этот метод уже успешно используется. Так, эффективная пыльцевая селекция и на холодостойкость, и на жаростойкость была осуществлена у томата [5], кукурузы [6] и растений рода *Phaleonopsis* [7]. Также успешно проведён гаметофитный отбор на засухоустойчивость у таких культур, как лён, клещевина [8], сорго [9].

Целью данного исследования было определение эффективности применения гаметофитного отбора у гибридов F<sub>1</sub> подсолнечника для увеличения устойчивости спорофитных популяций F<sub>2</sub> к различным абиотическим факторам внешней среды.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования был гибрид F<sub>1</sub> комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «*xantha*», родительские линии которого были контрастными по жаростойкости, засухо- и холодоустойчивости.

Линии «*xantha*» и «дихотомическое жилкование» получены путём экспериментального мутагенеза. Мутант «дихотомическое жилкование» имеет изменённое жилкование листа. 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 [10].

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

Для проведения гаметофитного отбора на холодостойкость пыльцевую смесь нескольких соцветий гибрида  $F_1$  в пергаментных пакетиках выдерживали в холодильнике при температуре  $3\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 7 суток. Определение жизнеспособности пыльцы после её хранения при пониженной температуре показало значительное снижение данного показателя по сравнению с контролем. Хранившейся при пониженной температуре пыльцой опыляли ранее кастрированные гибридные растения. В качестве контроля использовали растения, опылённые свежесобранной пыльцой.

Оценку спорофитных популяций  $F_2$  на холодостойкость проводили путём проращивания семян при пониженной температуре. Семена обрабатывали в течение 10 минут 1%-м раствором  $\text{KMnO}_4$  для предотвращения развития плесени. Затем семена раскладывали по 25 штук на фильтровальную бумагу в чашки Петри, предварительно прогретые для стерилизации при  $150^\circ\text{C}$  в течение 1 часа. В каждую чашку Петри наливали по 10 мл предварительно прокипячённой в течение 5 минут дистиллированной воды, в которую были добавлены нистатин (250 тыс. ед. на 1 литр) и Превикур (2 мл на 1 литр). Закрытые чашки помещали в холодильник с температурой  $5\pm 1^\circ\text{C}$ . Через 7 суток подсчитывали процент проросших семян [11].

Гаметофитный отбор на жаро- и засухоустойчивость проводили путем прогревания пыльцы. Часть свежесобранной пыльцы слоем 1-3 мм в открытых пергаментных пакетиках помещали в термостат и прогревали в двух режимах при температуре  $60\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1-го и 3-х часов. После прогревания пыльца значительно снижала свою жизнеспособность. В контроле для опыления использовали свежесобранную пыльцу.

Для оценки влияния прогревания пыльцы на жаростойкость популяций  $F_2$  семена подвергали прогреванию при температуре  $60\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 15 минут в водяной бане [11]. Затем их высевали в поле. В период цветения проводили учёт выживших растений.

Засухоустойчивость популяций  $F_2$  после проведения гаметофитного отбора определяли путём проращивания семян на растворе сахарозы. Семена обрабатывали в течение 10 минут 1%-м раствором  $\text{KMnO}_4$  для предотвращения развития плесени. Затем раскладывали по 25 штук на фильтровальную бумагу в чашки Петри, предварительно прогретые для стерилизации при  $150^\circ\text{C}$  в течение 1 часа. В каждую чашку Петри наливали по 10 мл 15%-ного раствора сахарозы, в который были добавлены нистатин (250 тыс. ед. на 1 литр) и Превикур (2 мл на 1 литр). Через 4 суток подсчитывали процент проросших семян [11].

Существенность отличий оценивали с использованием критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения влияния гаметофитного отбора на холодоустойчивость расщепляющихся популяций  $F_2$  сравнивали процент прорастания семян, полученных с использованием выдержанной при пониженной температуре пыльцы, и процент прорастания семян, полученных после опыления растений свежесобранной пыльцой, в условиях пониженной температуры в холодильнике (таблица).

Таблица – Влияние гаметофитного отбора у гибрида подсолнечника  $F_1$  комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование»  $\times$  «*xantha*» на устойчивость спорофитной популяции  $F_2$  к абиотическим факторам внешней среды

Обработка пыльцы	Оценка популяции F <sub>2</sub>	Семена F <sub>2</sub>		Процент прорастания, %
		всего	проросло	
Гаметофитный отбор на холодоустойчивость				
Свежесобранная пыльца	Проращивание семян при температуре 3°C в течение 7 суток	365	269	73,7±2.30
Хранение пыльцы при 3°C в течение 7 суток		415	364	87,7±1.61*
Гаметофитный отбор на жаростойкость				
Свежесобранная пыльца	Полевая всхожесть после прогревания семян в водяной бане при 60°C в течение 15 минут	864	56	6,5±0,84
Прогревание пыльцы при 60°C в течение 1 часа		827	243	29,4±1,58*
Прогревание пыльцы при 60°C в течение 3 часов		543	128	23,6±1,82* <sup>#</sup>
Гаметофитный отбор на засухоустойчивость				
Свежесобранная пыльца	Проращивание семян на 15%-м растворе сахарозы в течение 4 суток	480	43	9,0±1,31
Прогревание пыльцы при 60°C в течение 1 часа		806	454	56,3±1,75*

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

Выдерживание пыльцы гибридов F<sub>1</sub> при пониженной температуре увеличило всхожесть семян F<sub>2</sub> во время их проращивания в условиях низких температур до 87,7%, по сравнению с контролем, где данный показатель составлял 73,7%. Это свидетельствует о том, что проведение гаметофитного отбора было эффективным и увеличило холодоустойчивость опытной спорофитной популяции F<sub>2</sub> по сравнению с контролем.

Эффективность гаметофитного отбора на жаростойкость определяли при сравнении выживаемости растений после прогревания семян F<sub>2</sub>, полученных с использованием гаметофитного отбора, и выживаемости растений после прогревания семян F<sub>2</sub>, полученных от опыления свежесобранной пыльцой (таблица).

Результатом прогревания пыльцы гибрида F<sub>1</sub> в течение 1 часа было увеличение выживаемости растений популяции F<sub>2</sub> после выдерживания семян в водяной бане при повышенной температуре на 22,9% по сравнению с контролем, где гибриды F<sub>1</sub> опыляли свежесобранной пыльцой. Сходный результат наблюдался и при опылении гибридов F<sub>1</sub> пыльцой, прогретой в течение 3 часов. В данном случае выживаемость растений опытной популяции F<sub>2</sub> после прогревания семян была более чем в 3,5 раза выше, чем в контроле. Также следует отметить, что выживаемость растений после прогревания семян была значимо выше, если для опыления использовали пыльцу, прогретую в течение 1 часа, а не 3 часов, хоть эта разница и составляла 5,8%. Все полученные результаты указывают на увеличение количества жаростойких генотипов в популяции F<sub>2</sub>, полученной при использовании гаметофитного отбора.

Влияние пыльцевого отбора на засухоустойчивость популяций спорофитов F<sub>2</sub> было изучено путём сравнения всхожести семян F<sub>2</sub>, полученных после опыления прогретой пыльцой, и семян F<sub>2</sub>, полученных после опыления свежесобранной пыльцой, при проращивании на растворе сахарозы (таблица).

Прогревание пыльцы гибридов  $F_1$  влияло не только на жаростойкость, но и на засухоустойчивость спорофитов  $F_2$ . На это указывает значительное увеличение прорастания семян  $F_2$ , полученных в результате опыления гибрида  $F_1$  прогретой в течение 1 часа пыльцой, при проращивании на растворе сахарозы по сравнению с контрольным вариантом, где опыление гибрида  $F_1$  производили свежесобранной пыльцой. В опытном варианте данный показатель достигал 56,3%, в то время как в контроле он составлял лишь 9%. Приведенные данные указывают на значительное увеличение засухоустойчивости популяции  $F_2$  после проведения гаметофитного отбора.

Как следует из полученных данных, прогревание пыльцы привело не только к увеличению жаростойкости, но и засухоустойчивости. Существует также другая методика проведения гаметофитного отбора на засухоустойчивость, которая показала свою эффективность. Её особенностью является то, что на рыльце материнского растения наносится раствор полиэтиленгликоля 6000 (ПЭГ 6000), который является осмотически активным веществом и, следовательно, является селективным барьером для пыльцы. Использование такой техники отбора было успешным у сорго [9]. В дальнейшем планируется проведение гаметофитного отбора на засухоустойчивость у подсолнечника с использованием представленной методики.

Перспективой дальнейшего исследования является получение устойчивых к различным факторам внешней среды линий и сортов подсолнечника. Результаты исследования показали, что методика гаметофитного отбора является эффективной и может применяться в селекционных программах для ускорения создания ценных генотипов подсолнечника.

### ВЫВОДЫ

1. Опыление выдержанной в течение 7 суток при пониженной ( $3\pm 1^\circ\text{C}$ ) температуре пыльцой гибридов  $F_1$  по сравнению с опылением свежесобранной пыльцой увеличивает холодоустойчивость спорофитных популяций  $F_2$ , на что указывает лучшее прорастание семян при пониженной температуре.
2. Прогревание пыльцы гибридов  $F_1$  при температуре  $60\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1-го и 3-х часов перед опылением значительно увеличивает жаростойкость спорофитных популяций  $F_2$  по сравнению с популяциями, полученными после опыления свежесобранной пыльцой. Об этом свидетельствует более высокая всхожесть прогретых семян в полевых условиях.
3. Опыление прогретой при температуре  $60\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1-го часа пыльцой гибридов  $F_1$  значительно увеличивает засухоустойчивость спорофитных популяций  $F_2$  по сравнению с контрольными популяциями, полученными после опыления свежесобранной пыльцой. Подтверждением этого является лучшее прорастание семян на растворе сахарозы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Onemli F. Response to drought of some wild species of Helianthus at seedling growth stage / F. Onemli, T. Gucer // Helia. – 2010. – V. 33, №. 53. – P. 45–54.
2. Гончаров С.В. Селекция линий и гибридов подсолнечника на скороспелость / С.В. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – №2 (148-149). – С. 27-30.
3. Яровые масличные культуры / [Шпаар Д., Адам Л., Гтнапп Х. и др.]; под общ. ред. В.А. Щербакова. – Минск : ФУАинформ, 1999. – 283 с.
4. Skoric D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses / D.Skoric // HELIA. – 2009. – V. 32, №. 50. – P. 1-16.
5. Методы гаметной и зиготной селекции томатов / [Кравченко А.Н., Лях В.А., Тодераш Л.Г. и др.]. – Кишинёв : Штиинца, 1988. – 152 с.

6. 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.
7. Blischak Leslie A. Gametophytic selection for thermotolerance in *Phalaenopsis* / Leslie A. Blischak. – Virginia. Blacksburg : Virginia Polytechnic Institute & State University, 2005. – 73 p.
8. Методы отбора ценных генотипов на уровне пыльцы / [Лях В.А., Сорока А.И., Мищенко Л.Ю. и др.] – Запорожье : ИМК УААН, 2000. – 48 с.
9. Patil B.S. Effect of pollen selection for moisture stress tolerance on progeny performance in sorghum /Patil B.S., Ravikumar R.L., Salimath P.M. // Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2006. – V. 4, №.1. – P. 201-204.
10. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / Лях В.А., Полякова И.А., Сорока А.И. – Запорожье : ЗНУ, 2009. – 266 с.
11. 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.-Петербур. ун-т, 2001. – 212 с.

#### REFERENCES

1. Onemli F. Response to drought of some wild species of Helianthus at seedling growth stage / F. Onemli, T. Gucer // Helia. – 2010. – V. 33, №. 53. – P. 45–54.
2. Goncharov S.V. Seleksiya liniy i gibridov podsolnechnika na skorospelost / S.V. Goncharov // Maslichnie kulturi. Nauchno-technicheskiy bulletin Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnich kultur. – 2011. – №2 (148-149). – S. 27-30.
3. Yarovie maslichnie kulturi / [Shpaar D., Adam L., Gtnapp X. i dr.]; pod obsch. red. V.A. Scherbacova. – Minsk : FUAinform, 1999. – 283 s.
4. Skoric D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses / D. Skoric // HELIA. – 2009. – V. 32, №. 50. – P. 1-16.
5. Metodi gametnoy i zigotnoy seleksii tomatov / [Kravchenko A.N., Lyach V.A., Toderash L.G. i dr.]. – Kishinev : Shtiintsa, 1988. – 152 s.
6. Lyach V.A. Effektivnost mikrogametofitnogo otbora na ustoychivost kukuruzy k temperaturnomu faktoru / V.A. Lyach, A.I. Soroka // Selskochozyaistvennaya biologiya. – 1993. – № 3. – S.38-44.
7. Blischak Leslie A. Gametophytic selection for thermotolerance in *Phalaenopsis* / Leslie A. Blischak. – Virginia. Blacksburg : Virginia Polytechnic Institute & State University, 2005. – 73 p.
8. Metodi otbora tsennich genotipov na urovne piltsi / [Lyach V.A., Soroka A.I., Mischenko L.Yu. i dr.] – Zaporozhye : IMK UAAN, 2000. – 48 s.
9. Patil B.S. Effect of pollen selection for moisture stress tolerance on progeny performance in *Sorghum* / Patil B.S., Ravikumar R.L., Salimath P.M. // Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2006. – V. 4, №.1. – P. 201-204.
10. Lyakh V.A. Inducirovanniy mutagenez maslichnich kultur / Lyakh V.A., Polyakova I.A., Soroka A.I. – Zaporozhye : ZNU, 2009. – 266 s.
11. Praktikum po rostu i ustoychivosti rasteniy: ucheb. posob. / [Polevoy V.V., Chirkova T.V., Lutova L.A. i dr.]; pod red. V.V. Polevogo, T.V. Chirkovoy. – SPb. : S.-Peterb. un-t, 2001. – 212 s.