

УДК:[633.844:581.48]:504.32

ОЦЕНКА ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР

Зеленська К. Ю., Войтович О. М.

Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

PEYU K@ukr.net

Дослідження показали, що пилок гібридів гірчиці достатньо ефективно проростає майже незалежно від генотипу, це свідчить про загально біологічні механізми цього процесу. Виявлена достовірна різниця між сортами гірчиці за процентом проростання пилку та за довжиною пилкових трубок. Отримані дані щодо якості проростання пилку та підібрані стресові умови є достатніми для подальшого використання їх у практиці мікрогаметофітного добору гірчиці.

Ключові слова: Sinapisalba, Brassicajuncea, мікрогаметофіт, життєздатність пилку, пилкова трубка, штучне поживне середовище.

ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПЫЛЬЦЫ ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Зеленская К. Ю., Войтович Е. Н.

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковського, 66

Исследования показали, что пыльца гибридов горчицы достаточно эффективно прорастает почти независимо от генотипа, это свидетельствует об общин биологических механизмах этого процесса. Обнаружена достоверная разница между сортами горчицы по проценту прорастания пыльцы и по длине пыльцевых трубок. Полученные данные о качестве прорастания пыльцы и подобранные стрессовые условия являются достаточными для дальнейшего использования их в практике микрогаметофитного отбора горчицы.

Ключевые слова: Sinapisalba, Brassicajuncea, микрогаметофіт, жизнеспособностьпыльцы, пыльцевая трубка, искусственнаяпитательнаясреда.

EVALUATION OF THE MUSTARD POLLEN VIABILITY IN HIGH TEMPERATURES

Zelenska K., Voitovich O.M.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

Mustard is important as oilseeds - with its seeds extract oil, which in quality is not inferior to the sunflower oil and belongs to edible oils of the highest quality. Oil content in the seed is 35-47%. The male gametophyte (pollen) is a convenient object of genetic and breeding research, because of its microscopic size and haploid genome. The first feature allows to research of a large number of genotypes. Haploidic genome allows to detect phenotypically recessive allele. This potentially characterizes mikrohametofity selection as more effective than traditional methods of selection. Installed efficiency hametofite selection by factors such as resistance to high and low temperature, salinity in tomato elevated temperature in cotton and maize herbicides.

Expression of the common parts of the genome in pollen and sporophytes are the basis of the possibility of modifying the composition sporofite generation by taking pollen to fertilize with desirable characteristics. Expression of the common parts of the genome in pollen and sporophytes is the basis of the possibility of modifying the composition sporophyte generation by taking pollen to fertilize with desirable characteristics. It is established, that there is positive correlation among the large number of pollen and sporophyte features.

The aim of our study was to develop an artificial environment for the germination of mustard pollen and to evaluate the efficiency of pollen germination under conditions of high temperature stress. The results could be used to determine the methodological criterion for further gametophyte selection. As a material served white mustard pollen (*Sinapisalba*) and grey mustard pollen (*Brassica juncea*) varieties Retro, Dizhonka, Demetra, Zaporizhanka and received hybrids F₁: Dizhonka × Zaporizhanka, Zaporizhanka × Dizhonka, Retro × Zaporizhanka.

Pollen viability was determined by germination during 3 hours at 25 ° C in artificial nutrient medium with the following composition sucrose - 25%, agar-agar - 1%, magnesium sulfate (Mg₂SO₄), calcium chloride (CaCl₂), boric acid (H₃BO₄) in trace quantities.

The results suggest that for selected conditions about one-third of pollen grew. This rate ranged from 17.23 % in grade Retro to 29.0% in grade Dizhonka, while the hybrid swasslight tlyhigher (33%). The most favorable culture medium used was for dust class Dizhonka who scored 29% germination and pollen tube length. Comparing parental forms and hybrids, obvious signs for the analyzed hybrid sex seed both parents in all combinations, is there a specific heterosis effect.

Indicators of pollen viability averaged 30% in the presence of differences between varieties and hybrids. Indicator of pollen tube length has also enough variant, which also shows the genotype specific conditioning their rate of growth.

As a selective agent to assess the stability of pollen to high temperatures, the effect of temperature 40°C and 50°C background has tested during 1 and 3 hours. Temperature of 40°C has not sufficient inhibitory effect on pollen, while the 3-hour effect of 50°C was too strict (only a few pollen grains retain the ability to germinate). So as stress, allowing you to differentiate genotypes for resistance, 1 hour impact 50°C was selected.

Under the influence of the temperature of 50°C during one hour the percentage of germinated pollen tubes decreased on average 70% and amounted to 17-41% of the control level, depending on the genotype concerning. The length of pollen tubes, in all varieties and hybrids the similar temperature effect had a significant stimulatory effect; values reached 142-206% of the control level. Was made the conclusion about the opposite trend of changes in germination and pollen tube length under the influence of high temperatures.

Overall, the findings concerning the quality of pollen germination and chosen stress conditions are sufficient for further use in practice microgametophyte selection of mustard.

Keywords: Sinapis alba, Brassica juncea, microgametofit, viability of pollen, pollen tube, synthetic growing medium.

ВСТУП

Гірчиця має велике значення як олійна культура – з її насіння добувають олію, яка за своєю якістю не поступається соняшниковій. Олія гірчиці належить до харчових олій найвищої якості. Насіння гірчиці містить 35-47% жиру. Крім того, в насінні гірчиці міститься 25-32% протеїну, 1,7% ефірної олії. Використовується в їжу безпосередньо, для виробництва маргарину, в хлібопекарській та кондитерській промисловості [1].

Селекцією виведено безліч продуктивних сортів, переважна більшість яких отримала районування у найбільш придатних для досягнення максимальної врожайності регіонах. До їх створення було залучено основні методи селекції – індукований мутагенез та гібридизацію. В теперішній час спостерігається підвищення інтересу до селекції гірчиці [6].

Чоловічий гаметофіт (пилкок) є зручним об'єктом досліджень тому, що має дві характерні особливості, які дозволяють з успіхом використовувати його в селекційних програмах – мікроскопічні розміри і гаплоїдний геном. Перша особливість дозволяє проводити дослідження великої кількості генотипів. Гаплоїдність же геному дозволяє фенотипові виявити рецесивні алелі. Це все характеризує мікрогаметофітний відбір як більш ефективний ніж традиційні методи селекції [4].

Існування мікрогаметофітного добору в природних популяціях рослин є необхідним регулятором реалізації адаптивних генотипів і рекомбінацій та виступає як один із факторів еволюції [5].

Встановлена ефективність гаметофітного відбору за такими ознаками, як стійкість до підвищеної та пониженої температури, засолення у томатів [8], підвищеної температури у бавовника а також гербіцидів у кукурудзи [7]. Ряд робіт демонструють ефективність пилкового добору на стійкість до антибіотиків і фіто токсинів збудників різних захворювань, тобто на біотичний стрес у капусти, томатів. Значний інтерес представляє дослідження прогрівання пилку, як способу підвищення стійкості рослин до підвищених температур [2].

Експресія спільної частини геному у пилку та спорофіті є основою можливості модифікації складу спорофітного покоління шляхом відбору для запліднення пилку з бажаними ознаками. Встановлено, що між багатьма ознаками пилку та спорофіту наявна позитивна кореляція. Відомий суттєвий процент перекивання в експресії генів стійкості до різних

абіотичних чинників, зокрема для підвищеної температури. Для успішної розробки методів оцінки і відбору генотипів на мікрогаметофітному рівні головним являється здатність пилку проростати і рости на штучному поживному середовищі[3].

Метою нашої роботи була розробка середовища для штучного пророщування пилку гірчиці та оцінка ефективності проростання пилку за умов високотемпературного стресу для визначення методичних критеріїв подальшого гаметофітного відбору.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом для проведення досліду слугували пилки гірчиці білої (*Sinapis alba*), та гірчиці сизої (*Brassica juncea*) сортів Ретро, Діжонка, Деметра, Запоріжанка та отриманих гібридів F₁: Діжонка×Запоріжанка, Запоріжанка×Діжонка, Ретро×Запоріжанка.

Сорт «Деметра» це трав'яниста однорічна рослина висотою в нашому досліді до 47,0 см, листки ліровидно розсічені, черешкові, верхні - коротко черешкові поздовжньо – лінійні. Довжина листової пластинки досягає 3,5см, ширина 2,6см. Квітки жовті, діаметром до 2 см. Кількість квіток на одному суцвітті 14-16 штук.

Сорт «Діжонка» це трав'яниста однорічна рослина висотою до 35,1 см, листки ліровидно розсічені, черешкові довжиною до 5 см, ширина до 4 см; верхні - коротко черешкові поздовжньо – лінійні. Квітка має блідувато-жовтий колір, її діаметр до 2 см, в одному суцвітті в середньому 17 квіток.

Сорт «Ретро» це трав'яниста однорічна рослина висотою до 46,8см, листки ліровидно розсічені, черешкові, їх довжина в середньому 3,5 см, ширина – 2,6 см, верхні - коротко черешкові поздовжньо – лінійні. Квітки мають жовтий колір, їх діаметр більше 2 см, на одному суцвітті їх 17-22 штук.

Сорт «Запоріжанка» це трав'яниста однорічна рослина висотою до 52 см, листки ліровидно розсічені, черешкові, верхні - коротко черешкові поздовжньо – лінійні. Розміри листової пластинки : довжина 5 – 7 см, ширина – 3,9см.

Рослини вирощували в польових умовах на станції Юнатів, де безпосередньо проводилась гібридизація. Нами були здійснені схрещування цих сортів в усіх можливих варіантах, враховуючі і реципрокні комбінації. Але вже на стадії зав'язування стала проглядатися вибірковість – багато квітів обпали, не зав'язавши насіння. Навіть у тих випадках, коли вдалося отримати стручки, багато з них виявилися порожніми. Таким чином кількість варіантів гібридів суттєво зменшилась.

Було отримано наступні гібриди:

Гібрид ♀«Діжонка» × ♂ «Запоріжанка» - рослина висотою 127-137 см, листки сизо-зелені, переважно не розсічені. Квітки жовті, діаметром 1,4-1,6 см.

Гібрид ♀«Запоріжанка» × ♂ «Діжонка» - рослина висотою 95-105 см, листки сизо-зелені, переважно цільні, інколи розсічені. Квітки жовті, діаметром 1,5-1,9 см.

Гібрид ♀«Ретро» × ♂ «Діжонка» - рослина висотою 145-160 см, листки сизо-зелені, переважно цільні. Квітки жовті, діаметром 1,6-1,9 см.

Отримане гібридне насіння F₁ та вихідні батьківські форми було висіяно в штучних умовах фітотрону на кафедрі садово-паркового господарства та генетики рослин.

Пророщування пилку здійснювали на штучному поживному середовищі, склад якого підбирався експериментально та містив: сахарозу – 15-30%, агар-агар – 0,5-1 %, борну кислоту – в слідових кількостях, солі - MgSO₄, CaNO₃, CaCl₂, екстракт рильця.

Життєздатність пилку визначали за допомогою пророщення на штучному поживному середовищі. Пилок наносили препарувальною голкою в краплю середовища на предметному скельці. Після чого скельця розміщали в чашки Петрі зі зволженим фільтрувальним папером на 3 години при температурі 25°C.

Оцінку проростання здійснювали шляхом обліку кількості пророслих пилкових зерен у 8-10 полях зору. Довжину пилкових трубок вимірювали у 200-300 зерен і виражають в мкм.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для приготування штучного поживного середовища було опрацьована відповідна література. З літератури відомо, що для штучного проростання пилку необхідно дотримуватися цілої низки вимог.

По-перше, поживне середовище повинно містити значний відсоток сахарози. Передумовою цього є той факт, що в умовах *in vivo* рильця виділяють розчин, що містить від 2 до 45% сахарози. Цей розчин сприяє прилипанню пилкових зерен до рильця і їх проростання. Роботи по розробці поживного середовища ми почали з використання розчину сахарози різних концентрацій: 15, 20, 25, 30%.

По-друге, майже обов'язковим для пророщування за штучних умов є додавання борної кислоти. Додавши до експериментального розчину борну кислоту, можна запобігти осмотичному розриву кінчиків пилкових трубок і стимулювати їх ріст.

По-третє, додавання трісу через його буферні властивості, що відповідають фізіологічним значенням рН для більшості організмів, в тому числі і рослин.

По-четверте, можна використовувати розчини окремих солей: кальцію, магнію та ін. Нами було апробоване додавання кальцію нітрату, магнію сульфату, кальцію хлориду у слідових кількостях.

По-п'яте, для багатьох культур рекомендується додавання до середовища екстракту рилець, як джерела природних стимуляторів росту пилкових трубок.

Таким чином, усе різноманіття апробованих нами середовищ складалось з комбінацій між вищеназваними компонентами. Усього було апробовано 48 варіантів середовища. Дані про це наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Підбір поживного середовища (на рідкій основі) для пророщування пилку гірчиці *in vitro*

№ п/п	% сахарози	Борна кислота	Тріс	Солі	Екстракт рильця
1	2	3	4	5	6
1	20	+	0,1	-	-
2	20	+	0,2	-	-
3	22,5	+	0,1	-	-
4	22,5	+	0,2	-	-
5	25	+	0,1	-	-
6	25	+	0,2	-	-
7	27,5	+	0,1	-	-

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6
8	27,5	+	0,2	-	-
9	15	+	0,05	-	-
10	15	+	0,1	-	-
11	15	+	0,2	-	-
12	17,5	+	0,05	-	-
13	17,5	+	0,1	-	-
14	17,5	+	0,2	-	-
15	20	0,1	0,1	-	-
16	20	0,1	-	-	-
17	20	0,2	0,1	-	-
18	20	0,05	0,1	-	-
19	20	0,1	0,1	CaNO ₃	-
20	20	0,1	0,1	MgSO ₄	-
21	20	+	0,1	-	+
22	15	+	0,1	CaNO ₃	+
23	20	+	0,1	MgSO ₄	+
24	25	+	0,1	MgSO ₄	+

Під час аналізу всіх варіантів факт проростання зафіксований не був. ПТ не було виявлено, в деяких випадках спостерігалось витікання вмісту пилоквих зерен та поява пухирців навколо оболонки пилкового зерна. В основному спостерігалось або повна відсутність пророслих пилоквих зерен або наявність 1-2 пилоквих трубок.

Наступним етапом роботи було залучення до середовища агар-агару. Апробували 0,5 , 0,75, та 1% розчин агару. Середовище нагрівали і доводили до початку кипіння (до повного розчинення агару), після чого наносили його краплю на предметне скло і наносили свіжозібраний пилок або на вже застигле середовища, або на застигаюче середовище, або в середовище. При цьому варіювали також вмістом сахарози. Результати наведені в таблиці 2.

Найбільш ефективним виявилось поживне середовище наступного складу: сахароза – 25%, агар-агар – 1%, магній сульфат (Mg₂SO₄), кальцій хлорид (CaCl₂), борна кислота (H₃BO₄) в слідових кількостях.

Отримані результати (таблиця3) свідчать про те, що за обраних умов приблизно третина пилку проростала. Цей показник варіював від 17,23% у сорту Ретро до 29,0% у сорту Діжонка, а у гібридів був дещо вищий (до 33%). Найбільш сприятливим використане поживне середовище виявилось для пилку сорту Діжонка, який відзначився 29% проростання та найдовшими пилоквими трубками. Порівнюючи батьківські форми та їх гібридів, очевидно за аналізованими ознаками спостерігаємо, що гібриди перевищують обох батьків у всіх комбінаціях, тобто спостерігається певний гетерозисний ефект. Пилок

гібридів гірчиці достатньо ефективно проростає майже незалежно від генотипу, що свідчить про загально біологічні механізми цього процесу.

Таблиця 2. Використання агаризованого середовища для пророщування пилку гірчиці *in vitro*

№ п/п	% сахарози	Борна кислота	% агару-агару	Солі	Екстракт рильця
1	15	+	1	-	-
2	20	+	1	-	-
3	25	+	1	-	-
4	25	+	0,75	-	-
5	25	+	0,5	-	-
6	30	+	1	-	-
7	25	+	1	MgSO ₄	-
8	25	+	0,5	MgSO ₄	-
9	25	+	0,75	MgSO ₄	-
10	30	+	1	MgSO ₄	-
11	30	+	0,5	MgSO ₄	-
12	30	+	0,75	MgSO ₄	-
13	25	+	1	CaNO ₃	-
14	25	+	0,5	CaNO ₃	-
15	25	+	0,75	CaNO ₃	-
16	30	+	1	CaNO ₃	-
17	30	+	0,5	CaNO ₃	-
18	30	+	0,75	CaNO ₃	-
19	25	+	1	CaCl ₂	-
20	25	+	1	CaNO ₃	+
21	25	+	1	CaCl ₂ , CaNO ₃	+
22	25	+	1	MgSO ₄	+
23	25	+	1	MgSO ₄ , CaCl ₂	-
24	25	+	1	MgSO ₄ , CaCl ₂	+

Певні відмінності спостерігались між сортами і за ознакою довжини пилкової трубки, що свідчить про різну швидкість її росту за штучних умов. При цьому загальна ступінь варіювання цього показника сягала 60%.

Отримані результати виявились достатніми для штучних умов та здійснення пророщування пилку за умов температурного стресу, як основи майбутнього мікрогаметофітного добору. Було апробовано температурний фон 40⁰С та 50⁰С впродовж 1 та 3-х годин.

Дані про ефективність проростання та довжину пилкових трубок у контролі та за попереднього впливу температури наведені у таблиці 3.

Таблиця 3. Ефективність проростання пилку гірчиці.

Варіант або F ₁	Контроль		1 година 40 ⁰ С		3 години 40 ⁰ С	
	% проростання	Довжина пилкових трубок, мкм	% проростання	Довжина пилкових трубок, мкм	% проростання	Довжина пилкових трубок, мкм
Запоріжанка	25,00±0,61	1,43±0,75	19,62±0,29	1,51±0,42	19,42±0,72	1,62±0,15
Діжонка	29,03±0,83	2,01±0,53	20,31±0,17	1,78±0,39	19,98±0,12	1,81±0,17
Ретро	17,23±0,85	1,20±0,62	13,21±0,21	1,41±0,21	13,01±0,13	1,48±0,68
Діжонка× Запоріжанка	31,64±0,79	1,65±0,51	23,71±0,77	1,87±0,19	21,60±0,38	1,92±0,73
Запоріжанка× Діжонка	30,60±0,19	1,31±0,37	24,35±0,59	3,20±0,67	25,41±0,28	3,84±0,87
Ретро× Запоріжанка	33,00±0,87	1,39±0,39	19,58±0,87	1,09±0,26	20,82±0,83	1,90±0,65

Безумовно, підвищена температура призупиняла проростання певної кількості пилкових зерен у всіх варіантах та гальмувала швидкість росту пилкових трубок. У варіанті 40⁰С усі генотипи зберегли життєздатність пилку на рівні 70-80% від контролю як при годинному, так і більш тривалому прогріванні. Довжина пилкових трубок при цьому у більшості варіантів навіть збільшувалась (за виключенням сорту Діжонка). Тому можна казати про певний стимулюючий ефект впливу температури 40⁰С на швидкість росту пилкових трубок. При такому варіанті дослідження бажаного інгібуючого впливу не відбулося, що свідчить про достатню екологічну толерантність пилку гірчиці до впливу підвищеної температури.

Натомість, 3-х годинний вплив 50⁰С виявився занадто суворим. Лише одиничні пилкові зерна у окремих варіантах зберегли здатність проростати. Тому у якості стресу, що дозволяє диференціювати генотипи за стійкістю було обрано 1 годинний вплив 50⁰С. Отримані дані наведені у таблиці 4.

Під впливом температури 50⁰С протягом однієї години процент пророслих пилкових трубок зменшився в середньому на 70% і становив 17-41% від контрольного рівня в залежності від генотипу. Щодо довжини утворених пилкових трубок, то в усіх сортів та гібридів подібний температурний вплив мав дуже суттєвий стимулюючий ефект, показники сягали 142-206% контрольного рівня.

Таблиця 4. Дія температурного чинника 50⁰С на ефективність проростання пилку

Варіант Р або F ₁	% проростання		Довжина пилкових трубок, мкм	
	значення	% відносно контролю	значення	% відносно контролю
Запоріжанка	7,80±0,61	31,2	2,1±0,75	146,7
Діжонка	8,21±0,83	28,2	3,0±0,53	142,3
Ретро	7,13±0,85	41,4	2,3±0,62	191,7
Діжонка×Запоріжанка	6,95±0,79	21,9	2,6±0,51	157,6
Запоріжанка×Діжонка	6,98±0,19	22,8	2,7±0,37	206,1
Ретро×Запоріжанка	5,86±0,87	17,0	2,6±0,39	187,1

На рисунках 1 та 2 наведені узагальнюючі дані усіх варіантів дослідів.

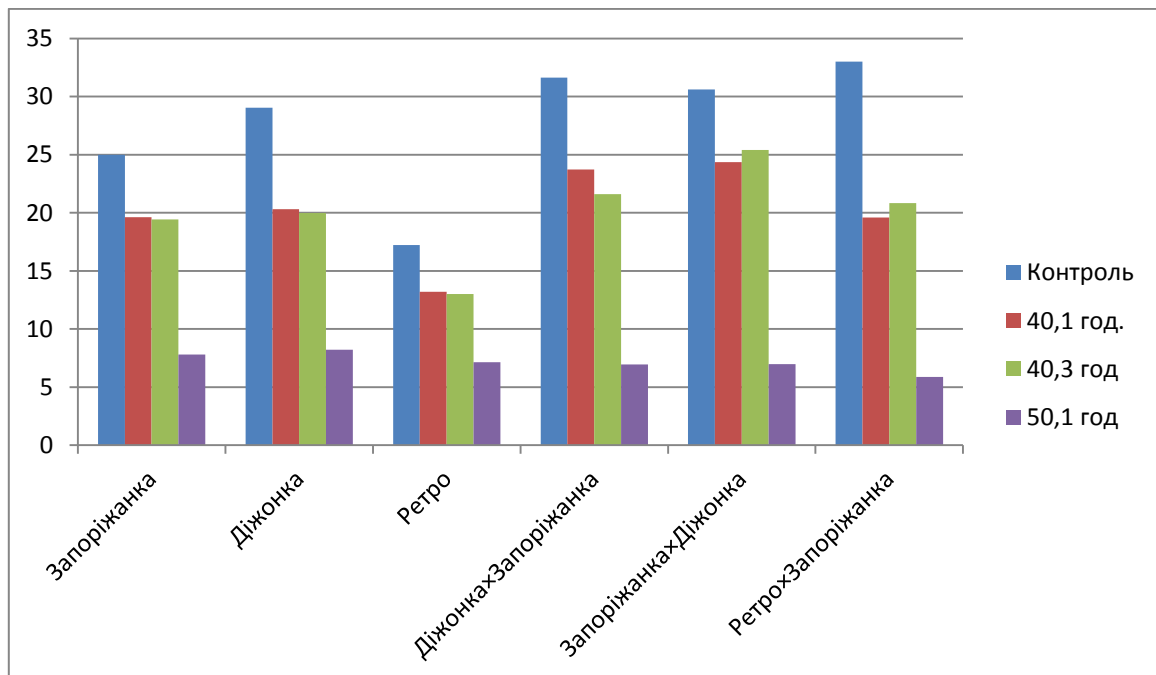


Рисунок 1. Процент проростання пилку гірчиці *invitro*.

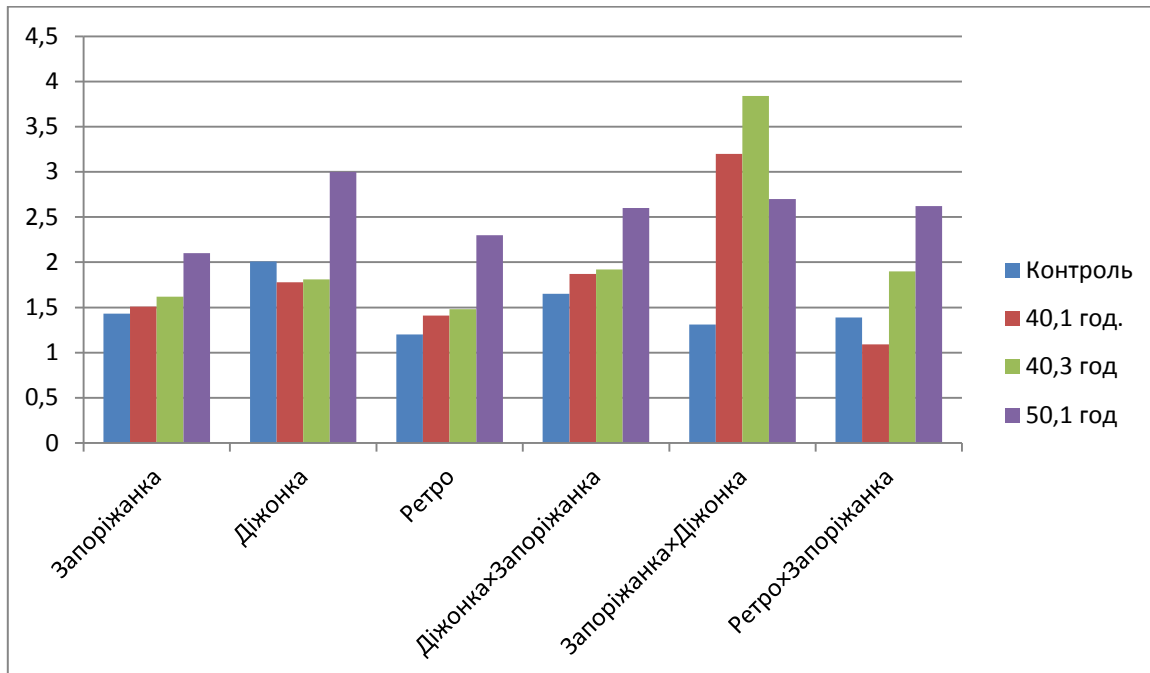


Рисунок 2. Довжина пилоквих трубок гірчиці за різних умов пророщування.

Очевидним є факт загально біологічного механізму штучного стимулювання пилку до проростання на поживному середовищі, що підтверджується отриманим позитивним результатом для всіх апробованих сортів та гібридів. Також показана певна генотипоспецифічність обох аналізованих показників.

Слід звернути увагу на протилежні тенденції змін показників проростання та довжини пилоквих трубок під впливом підвищених температур. Так, підвищення жорсткості умов впливу (40⁰С 1 година - 40⁰С 3 години - 50⁰С 1 година) призводило до безперечного зниження кількості пророслих пилоквих зерен в усіх варіантах. Натомість, на показник швидкості росту посилення абіотичного впливу з 40⁰С до 50⁰С вплинуло як стимулюючий фактор, при чому також в усіх варіантах.

ВИСНОВКИ

1. Підібране оптимальне штучне поживне середовище для визначення життєздатності чоловічого гаметофіту (пилку) гірчиці наступного складу: сахароза – 25%, агар-агар – 1%, магній сульфат (Mg₂SO₄), кальцій хлорид (CaCl₂), борна кислота (H₃BO₄) в слідових кількостях.
2. Між сортами та гібридами гірчиці спостерігається відмінність за відсотком проростання та за довжиною пилоквих трубок, що свідчить про генотипово обумовлену природу цих показників.
3. Гібриди F1 порівняно з вихідними сортами проявили гетерозисний ефект за процентом проростання пилоквих зерен та довжиною пилоквих трубок.
4. Оптимальною температурою для встановлення генотипообумовлених відмінностей за показниками життєздатності пилку є 50⁰С (прогрівання протягом 1-ї години).

5. Вплив на пилки підвищеної температури проявляється у загальному зниженні проценту проростання та стимулюванні швидкості росту пилкових трубок.
6. В цілому, отримані дані щодо якості проростання пилку та підібрані стресові умови є достатніми для подальшого використання їх у практиці мікрогаметофітного добору гірчиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чехов А. В. Олійні культури в Україні / М.М. Гаврилюк, В.Н. Салатенко, А.В. Чехов/ - Київ : Основа, 2007. - 416 с.
2. Лях, В.А. Гаметныйотборкак метод селекциирастений / В.А. Лях // Современныеметоды и подходы в селекциирастений. Кишинев: Штиинца. – 1991. – С.14-21.
3. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур: монография / В.А. Лях, И.А. Полякова, А.И.Сорока; под ред. В.В. Моргуна. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 227 с.
4. Andersson G. Svalof'sPrimexvitsenap / G. Andersson // SverigesUtssadesforeningsTitskriftArgang. – 1950, Vol.60, № 2. P. 234–236.
5. Лях, В.А. Микрогаметофитныйотбор и его роль в эволюциипокрытосеменныхрастений / В.А. Лях // Цитология и генетика . – 1995. – Т. 29, №6 .– С.76 – 82.
6. Рожкован В.В. Горчица – перспективная культура многостороннегоиспользования / В.В. Рожкован, В.М. Журавель // Агровісник. - 2006. - № 10. – С. 46-49.
7. Лях В.А., Сорока А.И. Эффективностьмикрогаметофитногоотбора на устойчивостькукурузы к температурному фактору // Сельскохозяйственнаябиология. 1995, №3.- С.38-44.
8. Коваль В.С., Макарова Н.Н. Использованиегаметногоотбора в селекции на адаптивность / Сб.: Задачиселекции и путиихрешения в Сибири, 2000.- С.227-231.

REFERENCES

1. Chehov A. V. Olijnikul'tury v Ukrai'ni / M.M. Gavryljuk, V.N. Salatenko, A.V. Chehov/ - Kyi'v :Osнова, 2007. - 416 s.
2. Lyakh, V.A. Gametnyjotborkakmetodselekciiirastenij / V.A. Lyakh // Sovremennyemetodyipodhodyvselekciiirastenij. Kishinev: Shtiinca. – 1991. – S.14-21.
3. Lyakh V.A. Inducirovannyjmutagenezmaslichnyhkul'tur: monografija / V.A. Lyakh, I.A. Polyakova, A.I.Soroka; podred. V.V. Morguna. – Zaporozh'e: ZNU, 2009. – 227 s.
4. Andersson G. Svalof'sPrimexvitsenap / G. Andersson // SverigesUtssadesforeningsTitskriftArgang. – 1950, Vol.60, № 2. P. 234–236.
5. Lyah, V.A. Mikrogametofitnyiyotboriegorolvevolyutsiipokrytosemennyyhrasteny / V.A. Lyah // Tsitologiyaigenetika . – 1995. – Т. 29, №6 .–S.76 – 82.
6. Rozhkovan V.V. Gorchitsa – perspektivnayakulturamnogostoronnegoispolzovaniya / V.V. Rozhkovan, V.M. Zhuravel // AgrovIsnik. - 2006. - №10. – S. 46-49.

7. Lyah V.A., Soroka A.I. Effektivnostmikrogametofitnogootboranaustoychivostkukuruzyi k temperaturnomufaktoru // Selskohozyaystvennayabiologiya. 1995, №3.- S.38-44.
8. Koval B.C., Makarova N.N. Ispolzovaniegametnogootbora v selektsiinaadaptivnost / Sb.: Zadachiselektsii i putiihresheniya v Sibiri, 2000.- S.227-231.

Рецензенти: Куш О.Г., д. б. н., доцент кафедри мікробіології, вірусології та імунології ЗДМУ;
Пересипкіна Т.М., к.б.н., доцент кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин ЗНУ.