

## РЕАКЦІЯ ПРОСТИХ СТЕРИЛЬНИХ ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗА ЗБОРОМ ЦУКРУ НА РЕГУЛЬОВАНІ ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА

Збір цукру – важливий показник, який залежить від двох складових – врожайності і цукристості що контролюються полігенно і є наслідком їх взаємодії, а також значною мірою підпадає під вплив середовища. Кільчевський А.В. та Хотильова Л.В. (1997) вказували на те, що у селекції, на відміну від еволюції, рушійні форми переважають стабілізуючі, які зумовлюють зростання реакції на регульовані фактори і падіння стійкості на нерегульовані фактори середовища [1]. У зв'язку з тим, що сучасним напрямом у селекції є створення генотипів, адекватних певним технологіям, тобто «low input variety high input variety» – сортів з низьким і високим енерговнесенням в технологію, важливим елементом у селекційному процесі став добір стабільних у своєму прояві ліній на аналізуючих фонах [2]. Створення і застосування таких агрофонів у селекційній практиці в культурі цукрових буряків належить вітчизняним вченим Мазлумову А.Л. та Грицику М.С. [3, 4].

### Матеріали і методи

Досліди проводили на Верхняцькій ДСС у 2011–2012 рр. До створення простих стерильних гібридів було залучено 5 закріплювачів стерильності (ЗС) і 5 чоловічо-стерильних ліній (ЧС). Стерильність і одностатевість ЧС ліній була перевірена за загальноприйнятою методикою [5], причому відбирали лінії з одностатевістю 98–100 % і стерильністю на рівні 97–99 %.

Схрещування проводили на ділянках вільного перезапилення з достатньою ізоляцією по типу топкрос з решіткою 5×5 [6]. Було отримано 20 гібридних комбінацій зі стерильним пилком, які будуть у майбутньому використовуватись як материнський компонент ЧС гібридів цукрових буряків.

Сортовипробування проводили на звичайному (ЗФ) та підвищеному фоні (ПФ) мінерального живлення, а площу живлення однієї рослини використовували у двох варіантах: звичайній (ЗП) – 45×22,5 (см<sup>2</sup>) і розширеній (РП) 45×45 (см<sup>2</sup>) [7]. Отже регульованими факторами середовища при вивченні специфічних реакцій генотипу

материнського компоненту у формі простих стерильних гібридів були: ЗФЗП (звичайний фон звичайна площа), ЗФРП (звичайний фон розширена площа), ПФЗП (підвищений фон звичайна площа) і ПФРП (підвищений фон розширена площа).

Комбінаційну здатність компонентів простих стерильних гібридів оцінювали за методикою Вольфа В.Г та Літуна П.П. [8], а дисперсійний аналіз – за Доспеховим Б.О. [9].

### Результати та обговорення

Під впливом регульованих факторів середовища комбінаційна здатність досліджуваних компонентів проявляла мінливість.

### Звичайний фон звичайна площа

Гібриди (як материнська форма) у цьому середовищі мали достовірні відмінності між собою  $F_{\text{факт}} = 6,87 > F_{\text{теор}} = 2,01$ . По компонентам простих стерильних гібридів відмінності були теж суттєвими: для ЗКЗ ЧС ліній  $F_{\text{факт}} = 11,18 > F_{\text{теор}} = 2,65$ , для О типів  $F_{\text{факт}} = 7,04 > F_{\text{теор}} = 2,92$  і для їх взаємодії  $F_{\text{факт}} = 5,38 > F_{\text{теор}} = 2,09$ .

Внесок простих стерильних гібридів був різним (рис. 1). Частка впливу генотипу ЧС ліній на мінливість ознаки «збір цукру» була майже вдвічі більшою, ніж О типів і становила 34,3 % проти 16,2 %. Внесок взаємодії компонентів був найвищим серед джерел варіювання, і становив 49,5 % від генотипової варіації ознаки.

Істотність відмінностей між компонентами гібридизації дозволила встановити рівень комбінаційної здатності (ЗКЗ і СКЗ) кожного із них (табл. 1).

Аналіз даних таблиці 1 показав, що істотно високу ЗКЗ за збором цукру проявили дві ЧС лінії – це ЧС 3 (+0,48\*) та ЧС 5 (+0,45\*). Лінія ЧС 1 характеризувалася позитивним (+0,27), але неістотно доведеним ефектом ЗКЗ, відносно добре вона комбінувалася з От 4 (+0,58). Лінія ЧС 3 проявила один із найвищих ефектів взаємодії (+1,00\*) з От 2. Лінія ЧС 4 з От 5 за сумою ефектів неадитивної взаємодії алей них генів переважала над всіма 20 гібридними комбінаціями, що були в досліді (СКЗ = 1,42\*).

### Звичайний фон розширена площа

У цілому, вплив генотипу гібридів у варіанті ЗФЗП оцінювався у 77,0%, тоді як на розширеній площі він виявився більшим і становив 92,4% (рис. 2). Це свідчить про те, що фактор «розширена площа живлення» дозволяє краще проявитися генотиповим особливостям кожної гібридної комбінації.

Між генотипами гібридів були суттєві відмінності:  $F_{\text{факт}} = 24,58 > F_{\text{теор}} = 2,01$ .

Дисперсійний аналіз даних показав, що і між компонентами ПСГ, а також їх взаємодією, теж існують достовірні відмінності:  $F_{\text{факт}} = 47,94 > F_{\text{теор}} = 2,69$  (для ЧС ліній);  $F_{\text{факт}} = 21,43 > F_{\text{теор}} = 21,43$  (для О типів);  $F_{\text{факт}} = 17,54 > F_{\text{теор}} = 2,09$  (для їх взаємодії). Це дозволило оцінити внесок кожного із компонентів у генотипову варіацію ознаки збір цукру (рис. 3).

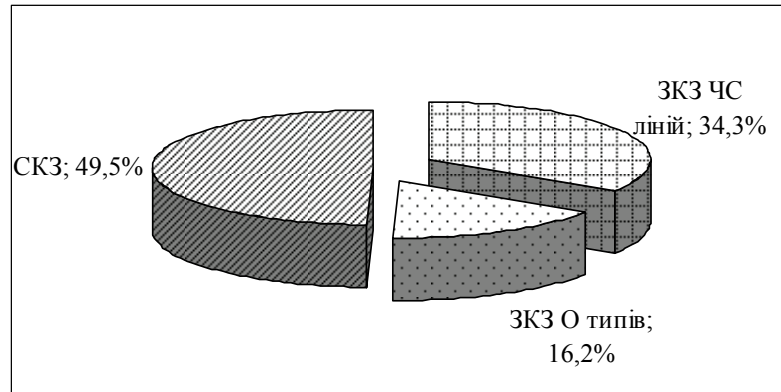


Рис. 1. Частки генотипової варіації компонентів простих стерильних гібридів і їх взаємодії, ЗФЗП

Таблиця 1. Ефекти ЗКЗ і СКЗ за збором цукру ЧС ліній і О типів, ЗФЗП

ЧС лінії	Ефекти ЗКЗ ЧС ліній	Ефекти СКЗ				
		От 1	От 2	От 3	От 4	От 5
ЧС 1	0,27	#	-0,10	-0,25	0,58	-0,23
ЧС 2	-0,25	0,82*	#	-0,43	0,63	-1,02*
ЧС 3	0,48*	0,25	1,00*	#	-1,27*	0,02
ЧС 4	-0,95*	-0,92*	-0,33	-0,17	#	1,42*
ЧС 5	0,45*	-0,05	0	0,23	-0,18	#

Примітка: \* – достовірно високі ефекти комбінаційної здатності на 5 % рівні значущості.



Рис. 2. Внесок генотипу гібрида у генотипову мінливість збору цукру на різних площах живлення

Диференціація компонентів за ефектами комбінаційної здатності показала деяке зміщення оцінок залежно від дії фактору «розширена площа живлення». Так, лінія ЧС 1 характеризувалася істотно високою ЗКЗ (+1,23\*), а лінія ЧС 3 підтвердила свою оцінку (+0,27\*) (табл. 2). Ці лінії є носіями цінних адитивних комплексів генів, що позитивно впливатимуть на прояв ознаки у гібридному генотипі.

Порівнюючи наведені дані таблиць 1 і 2, можна констатувати, що компоненти ПСГ ЧС 3/От 2 на обох площах живлення проявили істотно високий ефект взаємодії: на ЗП +1,00\*, на РП +1,43\*. Аналогічно підтверджені оцінки неадитивної взаємодії генів у гібрида ЧС 4/От 5: на ЗП +1,42\*, на РП +1,34\*. У компонентів гібриду ЧС 2/От 1 також на різних площах живлення проявився подібний ефект СКЗ – відповідно +0,82\* (табл. 1) і 0,96\* (табл. 2). Тобто ці гібриди мали стабільно позитивну реакцію взаємодії компонентів незалежно від даного середовищного фактору.

Розширена площа живлення слугувала модифікуючим чинником для прояву неадитивних ефектів у комбінації ЧС 4/От 3, ЧС 1/От 3, ЧС 5/От 2 – збільшуючи величину їх ефектів.

### Підвищений фон звичайна площа

У цьому варіанті ПСГ, створені на основі п'яти ЧС ліній, показали вищий збір цукру, порівняно із варіантом ЗФЗП (рис. 4).

На рис. 4 видно, що у гібридів, створених на основі всіх ЧС ліній, на підвищеному фоні удобрення збір цукру збільшувався на 0,4...1,1 т/га (залежно від генотипу компонентів), тобто цей фактор мав суттєвий вплив на фенотиповий прояв ознаки.

На розширеній площі спостерігалася аналогічна тенденція. Найкраще проявили себе гібриди, створені на основі ЧС ліній 1, 3 і 5.

Дисперсійний аналіз варіанту ПФЗП показав, що і гібриди, і компоненти вносили суттєвий вклад як джерела дисперсії у фенотип гібридів. По гібридам  $F_{\text{факт}} = 14,37 > F_{\text{теор}} = 2,01$ , по ЧС лініям  $F_{\text{факт}} = 24,98 > F_{\text{теор}} = 2,69$ , по О типам  $F_{\text{факт}} = 7,09 > F_{\text{теор}} = 2,92$ , по взаємодії компонентів  $F_{\text{факт}} = 12,66 > F_{\text{теор}} = 2,09$ . Тобто відмінності між цими джерелами варіювання були високо достовірними. Це дозволило встановити частку кожного із досліджуваних факторів на генотипову мінливість ознаки «збір цукру» у гібридів.

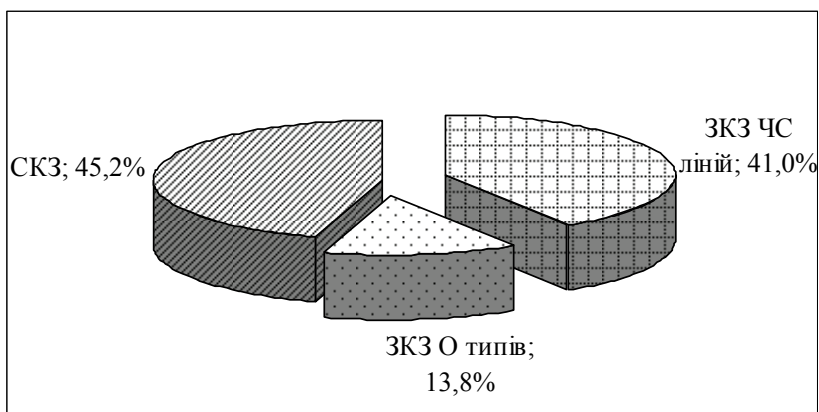


Рис. 3. Частки генотипової варіації компонентів ПСГ та їх взаємодії, ЗФЗП

Таблиця 2. Ефекти ЗКЗ і СКЗ за збором цукру ЧС ліній і О типів, ЗФЗП

ЧС лінії	Ефекти ЗКЗ ЧС ліній	Ефекти СКЗ				
		От 1	От 2	От 3	От 4	От 5
ЧС 1	1,23*	#	-0,01	0,57*	-0,67	0,12
ЧС 2	-1,24*	0,96*	#	-1,06*	0,97*	-0,87*
ЧС 3	0,27*	-0,21	1,43*	#	-0,97*	-0,25
ЧС 4	-0,08	-0,16	-1,75*	0,58*	#	1,34*
ЧС 5	-0,18	-0,57	0,81*	0,10	-0,34	#

Примітка: \* – достовірно високі ефекти комбінаційної здатності на 5 % рівні значущості.

Як виявилось, у варіанті ПФЗП внесок О типів був найменшим і становив 7,8 % від усієї генотипової варіації, а ЧС ліній – майже у 5 разів вищий, ніж для О типів (36,6 %). Проте частка неадитивної взаємодії генів навіть сумарно перевищувала адитивні ефекти і становила 55,6 % (рис. 5).

Аналіз ефектів ЗКЗ ЧС ліній показав, що комбінаційно-цінними за ознакою «збір цукру» виявилось три лінії – це ЧС 1 (+0,60\*), ЧС 3 (0,23\*) та ЧС 5 (+0,37\*) (табл. 3).

Високий позитивний ефект СКЗ відмічено у парах ЧС 2/От 1 (+1,19\*), ЧС 4/От 3 (+0,85\*)

та ЧС 5/От 2 (+0,93\*). Компоненти цих гібридів добре взаємодіють між собою, ефекти їх взаємодії вносять істотний вклад у фенотиповий прояв збору цукру, що коливався у межах 9,7...10,9 т/га.

#### Підвищений фон розширена площа

Гібридні комбінації на цьому варіанті показали істотну відмінність між собою як у цілому ( $F_{\text{факт}} = 11,68 > F_{\text{теор}} = 2,01$ ), так і по компонентам:  $F_{\text{факт}} = 3,44 > F_{\text{теор}} = 2,69$  (для ЧС ліній),  $F_{\text{факт}} = 4,76 > F_{\text{теор}} = 2,92$  (для О типів) та  $F_{\text{факт}} = 16,15 > F_{\text{теор}} = 2,09$  (для взаємодії батьківських форм).

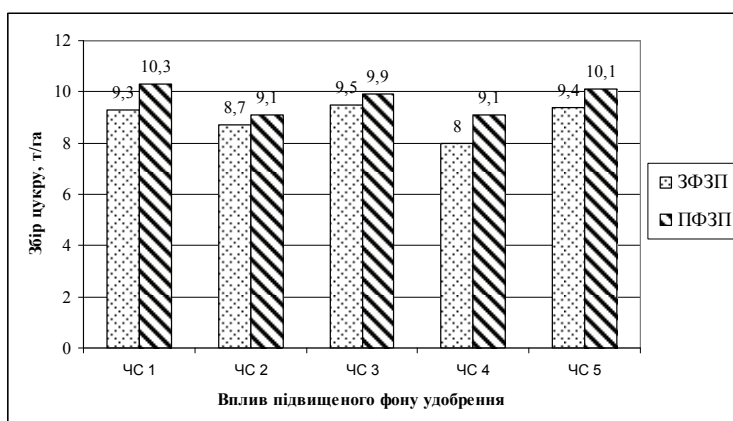


Рис. 4. Вплив підвищеного фону удобрення на збір цукру у ПСГ (звичайна площа живлення)

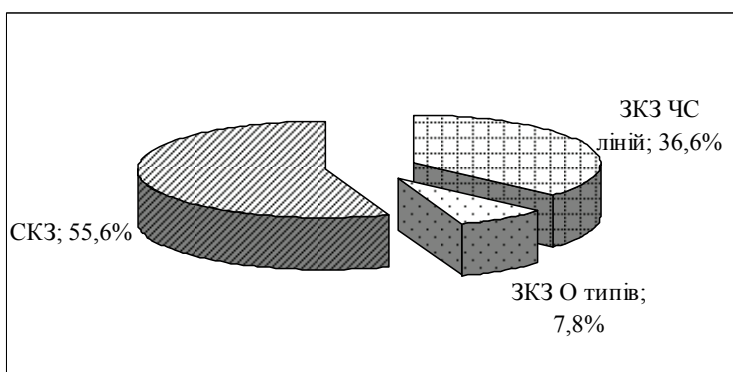


Рис. 5. Частки генотипової варіації компонентів ПСГ та їх взаємодії за збором цукру, ПФЗП

Таблиця 3. Ефекти ЗКЗ і СКЗ за збором цукру ЧС ліній і О типів, ПФЗП

ЧС лінії	Ефекти ЗКЗ ЧС ліній	Ефекти СКЗ				
		От 1	От 2	От 3	От 4	От 5
ЧС 1	0,60*	#	-0,87*	0,17	0,25	0,45*
ЧС 2	-0,63*	1,19*	#	-0,57*	0,37*	-0,99*
ЧС 3	0,23*	0,33*	0,07	#	-0,78*	0,38*
ЧС 4	-0,57*	-0,10	-0,60*	-0,85*	#	-0,15
ЧС 5	0,37*	-0,57*	0,93*	-0,69*	0,31	#

Примітка: \* – достовірно високі ефекти комбінаційної здатності на 5 % рівні значущості.

Розширена площа живлення вплинула на структуру мінливості таким чином, що вплив ЗКЗ-ефектів понизився, а СКЗ-ефектів – підвищився.

Як виявилось, у варіанті ПФРП внесок адитивних генів компонентів гібридизації був набагато меншим (ЗКЗ ЧС = 6,2%; ЗКЗ От = 6,4%) порівняно із неадитивними (87,4%) (рис. 6).

Фактор «розширена площа живлення» вплинув також і на диференціацію ліній по їх ЗКЗ і СКЗ (табл. 4). Так, у варіанті ПФРП комбінаційно-цінною виявилася лише лінія ЧС 4 (+0,36\*). Високою і достовірною СКЗ характеризувалися компоненти шести гібридів: ЧС 1/От 4 (+0,78\*), ЧС 1/От 5 (+0,71\*), ЧС 2/От 3 (+0,91\*), ЧС 3/От 2 (+0,88\*), ЧС 4/От 2 (+1,12\*) та ЧС 5/От 4 (+0,86\*).

Компоненти з достовірними низькими (від'ємними) ефектами СКЗ селекційного значення не мають, тому немає сенсу їх аналізувати. А вище зазначені гібридні комбінації, у яких взаємодія компонентів – ЧС ліній і О типів була істотно високою, характеризувалася збором цукру, що перевищує 10,0 т/га. Значення цього показника були високими і незначно коливалися залежно від генотипу від 10,07 до 10,63 т/га.

## Висновки

На основі вищевикладених експериментальних даних можна стверджувати наступне:

- підвищений фон живлення і розширена площа є модифікуючими факторами середовища, які спричиняють експресію комбінаційної здатності за ознакою збір цукру;
- за розширеної площі живлення більш повно розкриваються генотипові особливості простих стерильних гібридів;
- підвищений фон живлення позитивно впливає на збір цукру ПСГ. В детермінації цієї ознаки на даному фоні переважаючу роль відіграють ефекти неадитивної взаємодії генів компонентів;
- кращими за ЗКЗ ЧС лініями на звичайному фоні живлення виявилися ЧС 1, ЧС 3 і ЧС 5;
- на обох площах живлення сталість неадитивних ефектів генів проявили комбінації ЧС 3/От 2 (розширена площа) і ЧС 2/От 1 (звичайна площа);
- у кращих гібридних комбінацій у всіх варіантах збір цукру перевищує 10,0 т/га, що є наслідком впливу як генотипу, так і середовищних чинників на прояв фенотипу.

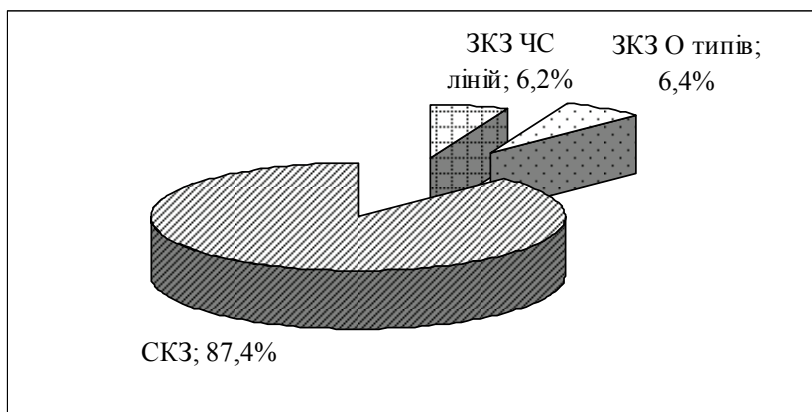


Рис. 6. Частки генотипової варіації компонентів ПСГ та їх взаємодії, ПФРП

Таблиця 4. Ефекти ЗКЗ і СКЗ за збором цукру ЧС ліній і О типів, ПФРП

ЧС лінії	Ефекти ЗКЗ ЧС ліній	Ефекти СКЗ				
		От 1	От 2	От 3	От 4	От 5
ЧС 1	0,05	#	0,37	-1,87*	0,78*	0,71*
ЧС 2	-0,20	0,02	#	0,91*	-0,46*	-0,47*
ЧС 3	-0,03	0,39	0,88*	#	-0,83*	-0,44*
ЧС 4	0,36*	-0,57*	1,12*	0,11	#	-0,66*
ЧС 5	-0,20	-0,21	-1,05*	0,40*	0,86*	#

Примітка: \* – достовірно високі ефекти комбінаційної здатності на 5 % рівні значущості.

## Література

1. Кильчевский А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева – Минск: Технология. – 1997. – 372 с.
2. Borojtvic S. Ideotypes for high produktivity, perfomance stability and adaptation // Proc. 2 – nd Inter. Winter Wheat Conf. Zagreb, 1975. – P. 45–59.
3. Мазлумов А.Л. Селекция сахарной свеклы. – М.: Колос. – 1970 – 207 с.
4. Грицык Н.С. Методы создания и оценки линий опылителей по комбинационной способности на Верхнячской ОСС // Достижения и перспективы в селекции сахарной свеклы. – Киев: ВНИС. – 1987. – С. 92–92.
5. Методика исследований по сахарной свекле. – К.: ВНИС, 1986. – 292 с.
6. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов растительных форм // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск: Наука и техника, 1973. – С. 48.
7. Грицык Н.С. Многофакторные испытания // Сахарная свекла. – 1987, № 7. – С. 36–37.
8. Вольф В.Г., Литун П.П. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. – Харьков, 1980. – 74 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 375 с.

**KORNEEVA M.O., NENKA M.M.**

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of Natl. Acad. Sci. of Ukraine,  
Ukraine, 03141, Kyiv, Klinichna str. 25, e-mail: mira31@ukr.net, nenka88@i.ua*

## REACTION OF SIMPLE STERILE SUGAR BEET HYBRIDS TO REGULATED ENVIRONMENTAL FACTORS FOR SUGAR YIELD

**Aims.** According to the literature sources, the process of selection is marked with increase in breeding materials response to regulated factors and reduction to unregulated environmental factors. The objective of research was to investigate the combining ability expression in simple sterile hybrid components, as maternal components, under different combinations of strain test factors. **Methods.** Top-cross hybrids obtained by crossing five CMS lines and five sterility fixers were tested against the normal and enriched with mineral fertilizers backgrounds in variants with normal and extended growing space. **Results.** Established were the modifying factors influencing sugar yield; specific reaction of each genotype to regulated environmental factors for combining ability effects; shares of genotypic variation and change in value of its constituents in sugar yield trait. **Conclusions.** Genotype characteristics of breeding lines reveal themselves completely in extended growing space. The best hybrid combinations with high level of the trait manifestation at the phenotype level have been selected.

**Key words:** general combinational ability, specific combinational ability, environmental factors.

**УДК 576.3:634.942:502.72 (477.60)**

**КОРШИКОВ И.И., МИЛЬЧЕВСКАЯ Я.Г., ТКАЧЕВА Ю.А., ЛАПТЕВА Е.В.**

*Донецкий ботанический сад НАН Украины,  
Украина, 83059, Донецк-59, пр. Ильича, 110, e-mail: dbsgenetics@gmail.com*

## ЯДЕРНО-ЯДРЫШКОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА СОСНЫ МЕЛОВОЙ УРОЖАЕВ РАЗНЫХ ЛЕТ В ЗАПОВЕДНИКЕ «МЕЛОВАЯ ФЛОРА»

В литературе имеется достаточно много свидетельств, что изменчивость цитогенетических параметров клеток растений связана с влиянием природно-климатических условий мест произрастания [1, 2]. В ответ на различные внешние неблагоприятные воздействия в растительных клетках может изменяться количественно-размерная структура

ядрышек и их функциональная активность [3, 4]. Природная вариабельность условий произрастания отражается на функционально адаптивных реакциях материнских растений и может передаваться их семенному потомству через изменения цитогенетических показателей в клетках его меристематических тканей. Так, выявлено изменение цитогенетических