

УДК 633.15: 631.523:575:

581.19

© 2012

*С.М. Тимчук,**кандидат**біологічних наук**Т.Д. Мовчан**Інститут рослинництва**ім. В.Я. Юр'єва НААН**Д.С. Тимчук**Державна екологічна**академія післядипломної**освіти та управління**В.Є. Барсукова,**кандидат сільсько-**господарських наук**Інститут овочівництва**та багтанництва НААН***КОМБІНАЦІЙНА  
ЗДАТНІСТЬ ЛІНІЙ ЦУКРОВОЇ  
КУКУРУДЗИ НА ОСНОВІ МУТАЦІЇ  $Sh_2$** 

**Визначено, що успадкування вмісту моносахаридів і цукрози гібридами кукурудзи на основі мутації  $sh_2$  здійснюється за типом неповного домінування гіршої батьківської форми або негативного наддомінування, а успадкування вмісту водорозчинних полісахаридів та крохмалю — за типом позитивного наддомінування. Встановлено можливості використання взаємодій ген: генотип для розширення генетичного різноманіття цукрової кукурудзи.**

Використання біохімічного ефекту ендоспермальних мутацій вважається одним з найрезультативніших методів генетичного поліпшення вуглеводного складу зерна кукурудзи [16, 17]. Нині у цієї культури ідентифіковано понад 20 моногенних ендоспермальних мутацій, які зумовлюють корисні зміни вмісту основних фракцій вуглеводів [9, 15, 21], і їхній ефект активно використовують у практичній селекції [10, 12].

Сучасна селекція цукрової кукурудзи здійснюється за 3-х ендоспермальних мутацій —  $su_1$ ,  $se$  та  $sh_2$ , кожна з яких призводить до часткової депресії утворення крохмалю і значного збільшення вмісту водорозчинних фракцій вуглеводів [19]. Однак, якщо носії мутації  $su_1$  та  $se$  вирізняються високим умістом і вільних цукрів і водорозчинних полісахаридів [8, 13], то мутантний ген  $sh_2$  активізує накопичення в зерні тільки цукрози і за її вмістом носії цієї мутації перевищують носіїв мутацій  $su_1$  та  $se$  [14, 20].

За результатами спеціальних досліджень установлено, що причиною цього ефекту мутації  $sh_2$  є значне зниження активності ключового ферменту синтезу крохмалю-АДФ-глюкозо-пірофосфорилази [11]. Водночас відомо [6], що в зерні різних носіїв мутації  $sh_2$  вміст основних фракцій вуглеводів варіює у досить широкіх межах і причиною цієї мінливості деякі автори [7, 18, 22] вважають ефекти полігенних комплексів, здатних модифікувати біохімічний ефект мутації  $sh_2$ .

Однак аналіз ефектів взаємодій ген : генотип за вуглеводним складом зерна цукрової кукурудзи на основі мутації  $sh_2$  є недостатнім, що й зумовило проведення наших досліджень.

**Мета досліджень** — проведення генетичного аналізу вуглеводного складу зерна цукрової кукурудзи на основі мутації  $sh_2$ .

**Матеріал і методика досліджень.** Матеріал

для проведення досліджень — 8 не споріднених за походженням ліній — носіїв мутації  $sh_2$  з генетичної колекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН і серія простих гібридів, отриманих унаслідок діалельних схрещувань цих ліній за другим методом Гріфінга.

Випробування ліній та отриманих на їхній основі гібридів здійснювали протягом 2004—2005 рр. Вирощували лінії та гібриди на фоні монокультури кукурудзи згідно із загальноприйнятою методикою польового експерименту [1] та методикою Національного центру генетичних ресурсів рослин України [3].

Для біохімічного аналізу використовували матеріал тільки від контрольованого запилення. Фракціонування вуглеводів здійснювали згідно зі схемою А.Р. Кизеля [5] і під час виконання досліджень аналізували вміст моносахаридів, цукрози, водорозчинних полісахаридів (ВРП) та крохмалю. Уміст вільних та інвертованих цукрів визначали ферроціанідним методом А.С. Швецова та Е.Х. Лук'яненко [4]. Результати всіх біохімічних аналізів обчислювали у відсотках до абсолютно сухої речовини.

Отримані результати статистично оброблено методом діалельного та кореляційного аналізу [1, 2].

**Результати досліджень.** Під час виконання дослідів підтверджено кількісну природу вмісту основних фракцій вуглеводів у зерні носіїв мутації  $sh_2$ . Установлено, що гібриди на основі цієї мутації за вмістом моносахаридів та цукрози поступаються лініям, а за вмістом водорозчинних полісахаридів і крохмалю — переважають їх (табл. 1).

Інбредні лінії — носії мутації  $sh_2$  істотно різнилися між собою за ефектами загальної (ЗКЗ) та специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності щодо

**1. Уміст основних фракцій вуглеводів у стиглому зерні інбредних ліній кукурудзи – носіїв мутації *sh<sub>2</sub>* (2004–2005 рр.), % до абсолютно сухої речовини**

Ознака	Лінії		Гібриди	
	1*	2	1	2
Уміст:				
моносахаридів	1,85–2,35	2,07±0,04	1,60–2,05	1,81±0,02
цукрози	5,15–5,75	5,46±0,05	5,00–5,60	5,28±0,02
ВРГП	0,70–1,00	0,84±0,02	0,75–1,30	1,05±0,02
крохмалю	38,40–42,15	40,23±0,31	40,80–44,60	42,65±0,15

\*1 — розмах мінливості (мін.-макс.); 2 — середнє за 2004–2005 рр.

**2. Комбінаційна здатність ліній кукурудзи – носіїв мутації *sh<sub>2</sub>* та генетичні компоненти дисперсії за вмістом моносахаридів і цукрози в стиглому зерні (2004–2005 рр.)**

Лінія	Уміст моносахаридів				Уміст цукрози			
	Ефекти ЗКЗ		Варіанси СКЗ		Ефекти ЗКЗ		Варіанси СКЗ	
	*1	2	1	2	1	2	1	2
SS-386	0,06	-0,02	0,00	0,00	-0,05	-0,03	0,00	0,01
SS-566	0,05	0,07	0,01	0,00	-0,03	0,05	0,01	0,00
SS-388	-0,01	-0,08	0,00	0,01	-0,10	-0,12	0,01	0,02
SS-66	-0,11	0,01	0,00	0,00	-0,12	-0,11	0,00	0,00
SS-42	-0,14	-0,11	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,01
SS-387	0,09	0,08	0,01	0,01	0,12	0,11	0,01	0,01
SS-389	-0,02	-0,01	0,01	0,00	0,10	0,05	0,01	0,01
SS-390	0,07	0,05	0,00	0,01	0,10	0,06	0,01	0,01
HIP <sub>0,05</sub>	0,04	0,04			0,05	0,04		
H1/D	2,03	1,89			1,12	1,67		
a	-0,01	-0,01			0,01	-0,01		
b	0,96	0,86			0,88	0,94		

\* 1 — 2004 р.; 2 — 2005 р. (для табл. 2 і 3).

вмісту в зрілому зерні всіх основних фракцій вуглеводів (табл. 2, 3).

Найвищі ефекти ЗКЗ за вмістом моносахаридів виявили лінії SS-387, SS-390 та SS-566, а за вмістом цукрози — SS-387, SS-390 та SS-389.

Варіанси СКЗ за вмістом обох фракцій вільних цукрів у всіх проаналізованих ліній були дуже низькими і мало відмінними. За обидва роки досліджень успадкування вмісту моносахаридів гібридами кукурудзи на основі мутації *sh<sub>2</sub>* відбу-

**3. Комбінаційна здатність ліній кукурудзи – носіїв мутації *sh<sub>2</sub>* та генетичні компоненти дисперсії за вмістом водорозчинних полісахаридів і крохмалю в стиглому зерні (2004–2005 рр.)**

Лінія	Уміст водорозчинних полісахаридів				Уміст крохмалю			
	Ефекти ЗКЗ		Варіанси СКЗ		Ефекти ЗКЗ		Варіанси СКЗ	
	1	2	1	2	1	2	1	2
SS-386	0,05	0,05	0,02	0,01	0,55	0,54	0,72	0,50
SS-566	0,03	-0,02	0,02	0,01	0,25	-0,11	0,61	0,59
SS-388	0,06	0,04	0,02	0,01	0,55	0,48	0,53	0,33
SS-66	0,10	0,09	0,01	0,01	0,86	0,83	0,38	0,32
SS-42	0,08	0,03	0,01	0,00	0,47	0,24	0,38	0,30
SS-387	-0,11	-0,07	0,00	0,00	-0,92	-0,81	0,39	0,49
SS-389	-0,09	-0,05	0,00	0,00	-0,86	-0,52	0,37	0,38
SS-390	-0,11	-0,07	0,01	0,00	-0,92	-0,67	0,35	0,42
HIP <sub>0,05</sub>	0,03	0,03			0,23	0,23		
H1/D	30,64	10,99			2,66	2,67		
a	0,01	-0,01			0,26	-0,33		
b	0,14	0,24			0,45	0,78		

валосся за типом негативного наддомінування. Успадкування вмісту цукрози в умовах 2004 р. проходило за типом неповного домінування батьківської форми з нижчим рівнем ознаки, а в умовах 2005 р. — за типом негативного наддомінування.

Найвищі ефекти ЗКЗ за вмістом ВРП і крохмалю зареєстровано у ліній SS-66, SS-386, SS-388 та SS-42. У всіх ліній проаналізованої експериментальної сукупності варіанси СКЗ за вмістом ВРП були дуже низькими і мало відмінними, тоді як варіанси СКЗ за вмістом крохмалю були значнішими і лінії на основі мутації *sh<sub>2</sub>* виявили від-

мінності за ними. Найширші варіанси СКЗ за вмістом крохмалю в наших дослідках зареєстровано у ліній SS-386 і SS-566.

Успадкування вмісту і ВРП і крохмалю за обидва роки досліджень відбувалося за типом позитивного наддомінування.

Аналіз генетичних компонентів дисперсії свідчить, що високий вміст вільних цукрів контролюють переважно рецесивні алелі полігенів, а високий вміст крохмалю — домінуючі. Навпаки, односпрямованої тенденції до регуляції високого або низького вмісту ВРП полігенами одного аельного стану в дослідках не зареєстровано.

## Висновки

Підтверджено кількісну природу вмісту основних фракцій вуглеводів у зерні носіїв мутації *sh<sub>2</sub>*. Визначено, що успадкування вмісту моносахаридів і цукрози гібридами кукурудзи на основі цієї мутації здійснюється за типом неповного домінування батьківської форми з нижчим

рівнем ознаки або негативного наддомінування, а успадкування вмісту ВРП і крохмалю — за типом позитивного наддомінування. Встановлено можливість використання взаємодії генотипу для розширення генетичного різноманіття цукрової кукурудзи.

## Бібліографія

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
2. Литун П.П., Проскурнин Н.В. Генетика количественных признаков. Генетические скрещивания и генетический анализ. — К.: УМК ВО, 1992. — 96 с.
3. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи/ підгот. І.А.Гур'єва, В.К.Рябчун, П.П. Литун та ін. — Харків, 2003. — 43 с.
4. Методы биохимического исследования растений/под ред. А.И. Ермакова. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 430 с.
5. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. — М.: Колос, 1976. — 255 с.
6. Azanza F., Bar-Zur A., Juvic J.A. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality//Euphytica. — 1996. — V. 87. — P. 7–18.
7. Azanza F., Tadmor Y., Klien B.P., Rocheford T.R., Juvic J.A. Quantitative trait loci influencing chemical and sensory characteristics of eating quality in sweet corn //Genome. — 1996. — V. 39. — P. 40–50.
8. Carey E.E., Dickinson D.B., Rhodes A.M. Sugar characteristics of sweet corn populations from a sugary enhancer breeding programmes//Euphytica. — 1984. — V. 33. — P. 609–622.
9. Coe E., Polacco M. Maize gene list and working maps//Maize Genet.Newslett. — 1994. — V. 68. — P. 156–191.
10. Dumanovic J., Pajic Z. Specificni tipovi kukuruza.— Beograd — Zemun: Institut za kukuruz «Zemun Polje», 1998. — 207 s.
11. Giroux M.J., Hannah L.C. ADP-glucose pyrophosphorylase in shrunken2 and brittle2 mutants of maize//Mol. Gen. Genet. — 1994. — V. 243. — P. 400–408.
12. Hallauer A.R. Specialty corns. — Boca Raton, FL.: CRC Press, 2001. — 479 p.
13. James M.G., Robertson D.S., Myers A.M. Characterization of the maize gene sugary1, a determinant of starch composition in kernels//Plant Cell. — 1995. — V. 7. — P. 417–429.
14. Nelson O.E., Pan D. Starch synthesis in maize endosperm//Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. — 1995. — V. 46. — P. 475–496.
15. Neuffer M.G., Coe E., Wessler S.R. Mutants of maize. — Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1997. — 468 p.
16. Pollak L.M., Scott M.P. Breeding for grain quality traits//Maydica. — 1995. — V. 50. — P. 247–257.
17. Sachs M.M. Maize mutants: resources and research//Maydica. — 2005. — V. 50. — P. 305–309.
18. Threvenot C., Simond-Cote E., Reyss A., Manicacci D., Trouverie J., Le Guilloux M., Ginhoux V., Sidicina F., Prioul J.P. QTLs for enzyme activities and soluble carbohydrates involved in starch accumulation during grain filling in maize//J. Exp. Bot. — 2005. — V. 56. — P. 945–958.
19. Tracy W.F. Sweet corn, Zea mays L.//Genetic improvement of vegetable crops; E. Kalloo, B.O. Bergh Eds. — Oxford, UK: Pergamon Press, 1993. — P. 777–807.
20. Tracy W.F. History, breeding, and genetics of super-sweet corn//Plant Breeding Reviews. — 1997. — V. 14. — P. 189–236.
21. Whitt S.R., Wilson L.M., Tenailon M.I., Gaut B.S., Buckler E.S. Genetic diversity and selection in the maize pathway//Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2002. — V. 99. — P. 12959–12962.
22. Yousef G.G., Juvic J.A. Comparison of phenotypic and marker-assistant selection for quantitative traits in sweet corn//Crop Sci. — 2001. — V. 41. — P. 645–655.