

УДК 633.15:631.523:581.19

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ У ЗЕРНІ ЕНДОСПЕРМОВИХ МУТАНТІВ КУКУРУДЗИ

© 2017 р. Д. С. Тимчук¹, В. В. Мужилко², Д. А. Демченко²

¹Харківська державна зооветеринарна академія

(Мала Данилівка, Харківська обл., Україна)

²Науково-дослідна селекційно-генетична станція «НАСКО» ПП «Агросвіт»

(Нова Каховка, Херсонська обл., Україна)

У трирічних дослідках визначався ефект ендоспермових мутацій кукурудзи за вмістом та жирнокислотним складом олії. Встановлено, що ці мутації, як правило, підвищують вміст олії у зерні і його найбільш високими рівнями вирізнялися носії мутацій *sh₂*, *se* та *su₁*. Підвищення вмісту олії в зерні ендоспермових мутантів забезпечувалося сукупним ефектом зростання частки і олійності зародка. Носіям мутацій *se* та *su₁* був властивий підвищений вміст в оліях гліцеридів олеїнової кислоти, а носіям мутації *sh₂* – і насичених кислот. Висловлено припущення, що підвищення частки зародка в зерні носіїв ендоспермових мутацій є наслідком їх плеiotропного ефекту, а підвищення вмісту олії в зародку і зміна жирнокислотного складу олії – результатом зчеплення генів структури ендосперму з генами, які контролюють ліпідний склад зерна.

Ключові слова: *Zea mays*, ендоспермові мутанти, вміст олії в зерні, жирнокислотний склад олії

Використання біохімічного ефекту мутацій структури ендосперму розглядається як найбільш результативний і екологічно безпечний спосіб генетичного поліпшення якості зерна кукурудзи (Boyer, Hannah, 2001).

На даний час у кукурудзи ідентифіковано і локалізовано понад десять моногенних мутацій, які викликають корисний ефект за вмістом та якістю вуглеводів і принаймні дві моногенні мутації з корисним ефектом за якістю білка (Coe, Polacco, 1994; Nelson, Pan, 1995; Prasanna at al., 2001).

Поряд з цим відомо, що у носіїв ендоспермових мутацій порівняно з кукурудзою традиційного типу спостерігаються суттєві зміни вмісту та показників якості олії (Flora, Wiley, 1972; Arnold at al., 1974), яка поряд з вуглеводами та білками є одним з провідних біохімічних компонентів зерна (White at al., 2003).

Кукурудзяна олія належить до числа найбільш високоякісних і біологічно цінних харчових олій (Moreau, 2011; Shah at al., 2016), але

для технічних потреб вона майже не використовується (Pryde, 1979). Кукурудза не відрізняється достатньо високим вмістом олії в зерні, а сама олія хоча і має високу F- та E-вітамінну активність, але недостатньо стійка до перексидного окиснення (Moreau, 2005). Тому виникає необхідність поліпшення кукурудзи за вмістом та якістю олії, основними критеріями якої вважаються її жирнокислотний склад, а також вміст та склад токоферолів (Brigelius-Flohe, 1999; Scrimgeour, 2005).

Відомо, що вміст олії в зерні кукурудзи може бути підвищено в 4,7 раза – до 22,4% (Dudley, 2004). Встановлено, що у кукурудзи, на відміну від інших олійних культур, 80% олії міститься в зародку зерна (Val, 2009) і, тому, як висока частка зародка, так і високий вміст у ньому олії можуть визначати високий вміст олії у зерні. Обидві ці ознаки варіюють у дуже широких межах (частка зародка – від 5,4 до 25,1%, а вміст олії у зародку – від 28,0 до 55,1%) (Lambert, 2001). І вже сам цей факт створює сприятливі можливості для підвищення вмісту олії в зерні.

Показано, що найбільш результативними методами забезпечення стійкості олії до перексидного окиснення є підвищення частки в її

Адреса для кореспонденції: Тимчук Дмитро Сергійович, Харківська державна зооветеринарна академія, смт Мала Данилівка, Дергачівський р-н, Харківська обл., 62341, Україна;
e-mail: dstymchuk@yahoo.com

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ

жирнокислотному складі олеїнової кислоти, а також вмісту в олії природних антиоксидантів, насамперед токоферолів (Choe at al., 2006).

Таким чином, основні напрями генетичного поліпшення ліпідного складу зерна кукурудзи можна звести до підвищення вмісту олії в зерні і частки у ній гліцеридів олеїнової кислоти, що технічно простіше, ніж підвищення вмісту і перерозподіл форм токоферолів (Rochefford at al., 2002; White at al., 2007).

Необхідними передумовами для поліпшення вмісту та жирнокислотного складу олії є визначення систем генетичної регуляції цих ознак і наявність надійних джерел їх високих генетично забезпечених рівнів (Lee, 2009, Murphy, 2014). Ендоспермові мутанти кукурудзи принципово можуть розглядатися в цій якості (Ніколенко та ін., 2006) і привертають увагу можливістю паралельного поліпшення вмісту та якості білка та вуглеводів (Motto et al., 2010).

Отримані раніше результати (Ніколенко та ін., 2006) показали, що деякі лінії на основі мутацій *su₁* та *sh₂* вирізняються підвищеним вмістом олеїнової, а лінії на основі мутації *sh₂* і пальмітинової кислоти. Однак ці дані одержано на дуже обмеженій кількості ліній, що не дозволяє кваліфікувати результати їх оцінки як надійний доказ впливу мутацій *su₁* та *sh₂* на жирнокислотний склад олії.

В цілому до цього часу ефекти різних мутантних генів структури ендосперму за вмістом та складом олії не можна вважати встановленими. Їх визначення і склало мету наших досліджень.

МЕТОДИКА

Матеріалом для досліджень слугувала серія неспорідених за походженням ліній – носіїв ендоспермових мутацій *o₂*, *sh₁*, *sh₂*, *su₁*, *se*, *su₂*, *ae* та *wx* (по п'ять ліній кожного типу) з генетичної колекції кукурудзи (*Zea mays* L.) Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Стандартами в експерименті були п'ять ліній традиційного типу, які не є носіями жодної ендоспермової мутації.

Вирощування експериментального матеріалу здійснювали протягом 2008-2010 рр. згідно із загальноприйнятою методикою польового експерименту (Доспехов, 1985) і методикою вивчення генетичних ресурсів кукурудзи Національного центру генетичних ресурсів рослин України (Методичні рекомендації ..., 2003). Польові досліді проводили в умовах зрошення на науково-дослідній селекційно-генетичній

станції «НАСКО» ПП «Агросвіт» (м. Нова Каховка Херсонської області).

Кожний зразок висівали на дворядкових ділянках з обліковою площею по 9,8 м² квадратно-гніздовим стандартним методом з шириною міжрядь та відстанню між гніздами по 70 см. Після проривання в кожному гнізді залишали по дві рослини, формуючи таким чином густоту стеблостою 40800 рослин на гектар. Блоки ліній – стандартів висівали через кожні 20 ділянок посіву ліній – носіїв ендоспермових мутацій. Повторність польового досліді – дворазова.

Отримання насіння для аналізу здійснювали шляхом примусового перезапилення 3-4 приймочок типових рослин кожної лінії сумішшю пилку 5-6 волотей інших типових рослин тієї ж лінії в межах кожного повторення.

Ідентифікацію алейного стану генів структури ендосперму здійснювали за фенотипом зерна (Neuffer et al., 1997).

Частку зародка у зерні визначали за різницею результатів зважувань зерна до і після ручного виділення зародка на випадкових вибірках по 20 зерен у кожному експериментальному варіанті досліді. Вміст олії в зерні та зародка аналізували гравіметричним методом С.В. Рушковського після повної екстракції нейтральних ліпідів петролейним ефіром фракції 40-60 (Методы ..., 1987). Визначення жирнокислотного складу олії проводили модифікованим методом газорідинної хроматографії метилових ефірів жирних кислот Пейскера (Методы ..., 1982) на хроматографі «Chrom-5» виробництва фірми «KOVО» (Чехія). Як твердофазний носій використовували Chromosorb–AW-DMSC з розміром гранул 0,125-0,160 мм, а як рідку фазу – діетиленглікольсукцинат у кількості 10% від маси твердофазного носія. Ідентифікацію компонентів жирнокислотного складу олії здійснювали за часом їх утримання, встановленим для чистих препаратів метилових ефірів жирних кислот виробництва фірми «Sigma» (США). Повторність біохімічних аналізів – дворазова.

Експериментальні дані піддавали статистичній обробці методами дисперсійного та багатовимірної аналізу (Лакин, 1973) з використанням пакета статистичних прикладних програм «OSGE». За кожним проаналізованим показником визначали середні арифметичні за три роки випробувань, а порівняння середніх здійснювали за допомогою найменшої істотної різниці для 95% рівня вірогідності (НП_{0,05}). Мінливість середніх за кожною ознакою у різних

Таблиця 1. Вміст олії в зерні, частка в ньому зародка і вміст олії в зародку у різних ендоспермових мутантів кукурудзи (середнє за оцінками 5 неспоріднених за походженням ліній на основі кожної мутації урожаю 2008-2010 рр.)

Мутанти	Вміст, %		
	олії в зерні	зародка в зерні	олії в зародку
<i>Звичайний тип</i>	4,5	11,7	35,2
<i>o₂</i>	4,9	12,3	35,6
<i>sh₁</i>	5,1	12,6	36,3
<i>sh₂</i>	14,1	20,6	40,7
<i>su₁</i>	8,4	17,5	42,1
<i>se</i>	8,8	18,1	41,8
<i>su₂</i>	5,3	13,4	38,4
<i>ae</i>	5,5	13,8	37,9
<i>wx</i>	4,7	12,1	35,8
НІР _{0,05}	0,6	1,3	1,1
V, %	46,4	21,9	7,2

мутантів кукурудзи оцінювали за допомогою коефіцієнта варіації (V, %), а тісноту взаємозв'язків між різними ознаками – за допомогою коефіцієнта парної кореляції (r).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Отримані результати показали, що всі ендоспермові мутанти кукурудзи за винятком мутантів *o₂* та *wx* достовірно перевищували кукурудзу традиційного типу за вмістом олії в зерні, а найбільш високі рівні цієї ознаки у наших дослідках було зареєстровано у носіїв мутацій *sh₂*, *se* та *su₁* (табл. 1).

Результати проведених досліджень підтвердили, що вміст олії в зерні кукурудзи є результируючою ознакою, варіації якої зумовлено сукупним ефектом двох факторіальних елементів – частки зародка в зерні і вмістом олії у зародку. Корелятивні взаємозв'язки цих факторіальних елементів з результируючою ознакою були суттєвими і високими за силою (r відповідно 0,96 та 0,75 при $r_{\text{табл.}} = 0,67$). Як частка, так і олійність зародка відрізнялися широкою мінливістю у ендоспермових мутантів кукурудзи і найбільш високий середній вміст олії у зерні спостерігався у мутантів, що поєднували найбільш високі рівні обох факторіальних ознак. Ними в наших дослідках були мутанти *sh₂*, *se* та *su₁*, тоді як носії мутацій *o₂* та *wx* за цими ознаками достовірно не відрізнялися від кукурудзи традиційного типу.

Звертає на себе увагу той факт, що найвища частка зародку в зерні і найвищий вміст олії в зародку спостерігався у мутантів з найбільш сильно вираженою депресією утворення крохмалю, а саме – *sh₂*, *se* та *su₁*. Однак ефекти кожної з цих мутацій за проявом різних факто-

ріальних елементів ознаки «вміст олії в зерні» були відмінними.

Зростання частки зародка у крохмальдефіцитних мутантів, ймовірно, є наслідком їх плейотропного ефекту, який приводить до перерозподілу структурних елементів зернівки і, зокрема, зниження частки ендосперму. Навпаки, немає жодних підстав пов'язувати зниження вмісту крохмалю в зерні моногенними ендоспермовими мутаціями з підвищенням вмісту олії у зародку хоча б тому, що вміст олії і в зерні, і у зародку є ознаками з полігенним контролем (Laurie at al., 2004, Grote, 2011) і основні гени цих полігенних комплексів локалізовано в різних хромосомах (Yang at al., 2012). Тому вміст олії у зародку зерна ендоспермових мутантів кукурудзи, ймовірно, виявляється як наслідок просторового зчеплення локусів структури ендосперму з локусами, що контролюють олійність зародка.

Поряд з цим показано, що розмір зародка і вміст в ньому олії регулюються різними групами зчеплення (Plewa at al., 1973) і тому виникає можливість незалежного поліпшення кукурудзи за обома цими ознаками, яке приводить до найбільш значущого ефекту за результируючою ознакою – вмістом олії в зерні.

Жирнокислотний склад олії кукурудзи як звичайного типу, так і її ендоспермових мутантів представлено гліцеридами восьми жирних кислот: пальмітинової (C_{16:0}), пальмітолеїнової (C_{16:1}), стеаринової (C_{18:0}), олеїнової (C_{18:1}), лінолевої (C_{18:2}), ліноленової (C_{18:3}), арахідонової (C_{20:0}) та ейкозенової (C_{20:1}). Однак сумарні частки пальмітолеїнової, арахідонової та ейкозенової кислот з одного боку і частка стеаринової кислоти з іншого у проаналізованих мутантів

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ

Таблиця 2. Жирнокислотний склад олії в зерні різних ендоспермових мутантів кукурудзи (середнє за оцінками 5 неспоріднених за походженням ліній на основі кожної мутації урожаю 2008-2010 рр.)

Мутанти	Вміст гліцеридів жирних кислот, % до суми				
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
<i>Звичайний тип</i>	12,2	1,8	24,6	59,8	0,5
<i>o₂</i>	12,9	1,9	24,1	58,4	0,4
<i>sh₁</i>	13,4	1,7	26,0	57,1	0,5
<i>sh₂</i>	15,3	2,1	36,8	43,1	0,4
<i>su₁</i>	12,1	1,6	41,6	43,2	0,3
<i>se</i>	11,6	1,8	41,8	42,7	0,2
<i>su₂</i>	13,2	1,6	27,2	56,4	0,3
<i>ae</i>	11,7	1,7	26,9	58,2	0,4
<i>wx</i>	13,6	1,9	24,5	57,6	0,6
НІР _{0,05}	0,8	0,1	1,2	1,6	0,1
V, %	9,0	9,0	24,6	14,2	30,6

не перевищували 5%, а частка ліноленової кислоти – 1% і вирішального значення для забезпечення якості кукурудзяної олії ці компоненти не мали. Кількісно переважаючими компонентами жирнокислотного складу кукурудзяної олії були пальмітинова, олеїнова та лінолева кислоти, і ендоспермові мутанти кукурудзи були дуже відмінні від звичайної кукурудзи та між собою за цими ознаками (табл. 2).

Серед них найбільш мінливою ознакою був вміст в оліях гліцеридів олеїнової кислоти і за цим компонентом жирнокислотного складу олії у дослідах простежувалися найбільш чіткі відмінності між різними мутантами. Найвищим вмістом гліцеридів олеїнової кислоти у наших експериментах вирізнялися носії мутацій *se*, *su₁* та *sh₂*, які перевершували за цим показником звичайну кукурудзу в 1,5-1,7 рази.

Звертає на себе увагу той факт, що вміст гліцеридів олеїнової та лінолевої кислоти був пов'язаний між собою сильною негативною кореляцією ($r = -0,98$). Її існування цілком підтверджує сучасні уявлення про взаємні перетворення жирних кислот, згідно з якими олеїнова кислота є безпосереднім метаболічним попередником лінолевої і її утворення здійснюється в ході одноетапної реакції, каталізованої специфічною десатуразою (Harwood, 1996; Ohlrogge et al., 1997). У цьому зв'язку підвищення рівня олеату пояснюється утворенням малоактивної ізоформи десатурази олеїнової кислоти і спадкова природа цього процесу сумніву не викликає.

Однак конкретні оцінки генетичних детермінантів підвищеного вмісту олеату дуже суперечливі. Одні дослідники вважають, що він контролюється за полігенним типом (Alrefai et

al., 1995) і в цьому разі підвищений вміст олеату у ендоспермових мутантів є наслідком просторового зчеплення генів структури ендосперму з олеат-кодуючими генами. З іншого боку, існують експериментальні докази того, що підвищений вміст олеату контролюється рецесивними алелями локалізованого в першій хромосомі гена (Wright, 1995). Однак жодна з проаналізованих ендоспермових мутацій не локалізована саме у першій хромосомі (Coe, 1994) і немає ніяких підстав пов'язувати підвищений вміст олеату з їх біохімічним ефектом. Тому ми вважаємо, що підвищений вміст олеату у мутантів *se*, *su₁* та *sh₂* є наслідком просторового зчеплення цих локусів з олеат-кодуючими локусами в четвертій і, можливо, у третій хромосомах. Це, в свою чергу, означає, що при кросоверному розподілі у зазначених локусах можуть бути отримані носії мутацій *se*, *su₁* та *sh₂* з оліями як олеїнового, так і лінолевого типів.

З іншого боку, отримані результати показали, що носії мутації *sh₂* окрім підвищеного вмісту олеїнової кислоти вирізнялися і найвищим серед проаналізованих мутантів вмістом пальмітату. І, оскільки і олеїнова, і пальмітинова кислоти мають підвищену стійкість до пероксидного окиснення (Palmitic acid ..., 2014, Pravst, 2014), є підстави вважати серед різних кукурудзяних олій ця властивість найбільшою мірою характерна для олій мутантів *se*, *su₁* та *sh₂*.

Таким чином, ендоспермові мутації кукурудзи, як правило, підвищують вміст олії в зерні і його найбільш високими рівнями вирізняються носії мутацій *sh₂*, *se* та *su₁*. Підвищення вмісту олії в зерні ендоспермових мутантів забезпечується сукупним ефектом зростання частки і олійності зародка. Носіям мутацій *se* та *su₁*

властивий підвищений вміст в оліях гліцеридів олеїнової кислоти, а носіям мутації *sh₂* – і насичених кислот. Можна припустити, що підвищення частки зародка в зерні носіїв ендоспермових мутацій є наслідком їх плейотропного ефекту, а підвищення вмісту олії в зародку і зміна жирнокислотного складу олії – результатом їх зчеплення з іншими локусами.

ЛІТЕРАТУРА

- Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Лакін Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1973. – 343 с.
- Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен)* / Под ред. М.И. Прохоровой. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – 272 с.
- Методы биохимического исследования растений* / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
- Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи (вид. 2, доповнене)* / Гур'єва І.А., Рябчун В.К., Лігун П.П., Степанова В.П., Вакуленко С.М., Кузьмишина Н.В., Коломацька В.П., Белкін О.О. – Х., 2003. – 43 с.
- Ніколенко І.А., Тимчук С.М., Супрун О.Г., Хрякова В.П.* Жирнокислотний склад олії в зерні ліній кукурудзи – носіїв мутантних генів структури ендосперму // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2006. – Вип. 2 (9). – С. 74-78.
- Alrefai R., Berke T.G., Rocheford T.R.* Quantitative trait locus analysis of fatty acid concentrations in maize // Genome. – 1995. – V. 38. – P. 894-901.
- Arnold J.M., Piovarci A., Bauman L.F.* Weight, oil and fatty acid composition of normal, opaque-2 and floury-2 maize kernels // Crop Sci. – 1974. – V. 14. – P. 598-599.
- Boyer C.D., Hannah L.C.* Kernel mutants of corn // Specialty Corns / Ed. A.R. Hallauer. – Boca Raton; London; New-York; Washington: CRC Press, 2001. – P. 10-40.
- Brigelius-Flohe R., Traber M.G.* Vitamin E: function and metabolism // FACEB J. – 1999. – V. 13. – P.1145-1155.
- Choe E., Min D.B.* Mechanisms and factors for edible oil oxidation // Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety. – 2006. – V. 5. – P.169-186.
- Coe E., Polacco M.* Maize gene list and working maps // Maize Genet. Newslett. – 1994. – V. 68. – P. 156-191.
- Dudley J.W., Lambert R.J.* 100 generations of selection for oil and protein in corn // Plant Breeding Rev.: Long-term selection of maize / Ed. Janick J. – New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. – 2004. – V. 34, part 1. – P. 79-110.
- Flora L.F., Wiley R.C.* Effect of various endosperm mutants on oil content and fatty acid composition of whole kernel corn (*Zea mays* L.) // J. Amer. Soc. Hortic. Sci. – 1972. – V. 97. – P. 604-607.
- Grote K. E.* Genetic Basis of Maize Whole Kernel, Embryo and Endosperm Oil: Diss. ... Doctor of Phylosophy. – Ames, IA: Iowa State University, 2011. – 112 p.
- Harwood J.L.* Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids // Biochim. Biophys. Acta. – 1996. – V. 1031. – P. 7-56.
- Laurie C.C., Chasalow S.D., Le Deaux J.R., Mc Carroll R., Bush D., Hauge B., Lai C., Clark D., Rocheford T.R., Dudley J.W.* The genetic architecture of response to long-term artificial selection for oil concentration in the maize kernel // Genetics. – 2004. – V. 168. – P. 2141-2155.
- Lambert R.J.* High-oil corn hybrids // Specialty Corns / Ed. Hallauer A.R. – Boca Raton; London; New-York; Washington: CRC Press, 2001. – P. 137-161.
- Lee E.A.* Maize for oil // Oil crops / Eds. Vollmann J., Raican I. – Dordrecht; Heidelberg; London; New-York: Springer Sci., 2009. – P. 493-506.
- Moreau R.A.* Corn oil // Bailey's Industrial Oil and Fat Products / Ed. Shahidi F., 6th ed., V. 2. – Hoboken, New Jersey: Wiley – Intersci. Publ, 2005. – P.149-172.
- Moreau R.A.* Corn Oil // Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and uses / Ed. Gunstone F.D. – Chichester: John Wiley & Sons Inc, 2011. – P. 273-290.
- Motto M., Balconi C., Hartings H., Rossi V.* Gene discovery for improvement of kernel quality-related traits in maize // Genetika. – 2010. – V. 42. – P. 23-56.
- Murphy D.J.* Using modern plant breeding to improve the nutritional and technological qualities of oil crops // OCL. – 2014. – V. 21. – D 607. – 12 p.
- Nelson O. E., Pan D.* Starch synthesis in maize endosperm // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1995. – V. 46. – P. 475-496.
- Neuffer M.G., Coe E.H., Wessler S.R.* Mutants of maize. – New-York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1997. – 468 p.
- Ohlrogge J.B., Browse J., Sommerville C.R.* The genetics of plant lipids // Biochim. Biophys. Acta. – 1991. – V. 1082. – P. 1-26.
- Ohlrogge J.B., Jaworski J.G.* Regulation of fatty acid synthesis // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1997. – V. 48. – P.109-136.
- Plewa M.J., Weber D.F.* The use of monosomics to detect genes conditioning lipid content in *Zea mays* L. embryos // Canad. J. Genet. Cytol. – 1973. – V. 15. – P. 313-320.
- Pollak L.M., Scott M.P.* Breeding for grain quality traits // Maydica. – 2005. – V. 50. – P. 247-257.

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ

- Palmitic Acid*. Occurrence, Biochemistry and Health Effects / Ed. Porto L.F. – New-York: Nova Sci. Publ., 2014. – 246 p.
- Prasanna B.M., Vasal S.K., Kassahun B., Singh N.N.* Quality protein maize // *Curr. Sci.* – 2001. – V. 81. – P.1308-1319.
- Pravst I.* Oleic acid and its potential health effects // *Oleic acid. Production, uses and potential health effects* / Ed. Whelan L. – New-York: Nova Sci. Publ. – 2014. – P. 35-54.
- Pryde E.H.* Vegetable oil raw materials // *J. Amer. Oil. Chem. Soc.* – 1979. – V. 56. – P. 719 -725.
- Rocheford T.R., Wong J.C., Egesel C.O., Lambert R.J.* Enhancement of vitamin E levels in corn // *J. Amer. Coll. Nutr.* – 2002. – V. 21. – P. 191-198.
- Scrimgeour C.* Chemistry of fatty acids // *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* / Ed. Shahidi F., 6th ed., V. 1. – Hoboken, New Jersey: Wiley – Intersci. Publ., 2005. – P. 1-43.
- Shah T.R., Prasad K., Kumar P.* Maize – A potential source of human nutrition and health : a review // *Cogent. Food Technol.* – 2016. – V. 2, № 1. doi.org/10.1080/23311932.2016.1166995
- Val D.L., Schwartz S.H., Kerns M.R., Deikman J.* Development of a high oil trait for maize // *Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement* / Eds. Kriz A.L., Larkins B.A. – Berlin; Heidelberg Springer Verlag. – 2009. – P. 303-323.
- White P.J., Weber E.J.* Lipids of the kernel // *Corn: Chemistry and Technology*, 2nd Ed. / Eds. White P.J., Johnson L.A. – St. Paul, MN: Amer. Assoc. Cereal Chem, 2003. – P. 355-395.
- White P., Pollak L.M., Duvick S.* Improving the fatty acid composition of corn oil by using germplasm introgression // *Lipid Technol.* – 2007. – V. 19. – P. 35-38.
- Wright A.* A gene conditioning high oleic maize oil, OLC1 // *Maydica.* – 1995. – V. 40. – P.85-88.
- Yang X., Ma H., Zhang P., Yan J., Guo Y., Song T., Li J.* Characterization of QTL for oil content in maize kernel // *Theor. Appl. Genet.* – 2012. – V. 125. – P. 1169-1179.

Надійшла до редакції
25.12.2016 р.

OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION IN THE GRAINS OF MAIZE ENDOSPERMIC MUTANTS

D. S. Tymchuk¹, V. V. Muzhilko², D. A. Demchenko²

¹*Kharkiv State Veterinary Academy
(Kharkiv region, Ukraine)*

E-mail: dstymchuk@yahoo.com

²*Research Breeding and Geneics Station «NASCO»
(Kherson region, Ukraine)*

Effects of the maize endospermic mutations on the oil content and fatty acid composition were determined in three-year experiments. It were established that these mutations usually increases grain oil content and mutations sh2, se and su1 were notable as having its highest levels. Increasing of oil content in the grains of endospermic mutants was ensured by the cumulative effect of increasing the proportion of germ and oil content in the germ. The carriers of mutations se and su1 had the increased content of oleic acid glycerides in the oils and the mutants sh2 – and glycerides of saturated acids too. It is assumed that the increase in the share of the embryo in the grain of the carriers of maize endospermic mutations is the result of their pleiotropic effects, and the increase of germ oil content and changing of the oil fatty acid composition – the result of spatial linkage of genes of endosperm structure with the genes controlling the grain lipid composition.

Key words: *Zea mays*, endospermic mutants, grain oil content, oil fatty acid composition

ТИМЧУК, МУЖИЛКО, ДЕМЧЕНКО

**СОДЕРЖАНИЕ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МАСЛА
В ЗЕРНЕ ЭНДОСПЕРМОВЫХ МУТАНТОВ КУКУРУЗЫ**

Д. С. Тымчук¹, В. В. Мужилко², Д. А. Демченко²

¹*Харьковская государственная зооветеринарная академия
(Малая Даниловка, Харьковская обл., Украина)
E-mail: dstymchuk@yahoo.com*

²*Научно-исследовательская селекционно-генетическая станция «НАСКО»
(Новая Каховка, Херсонская обл., Украина)*

В трехлетних опытах изучался эффект эндоспермовых мутаций кукурузы по содержанию и жирнокислотному составу масла. Установлено, что эти мутации, как правило, повышают содержание масла в зерне и его наиболее высокими уровнями отличались носители мутаций sh_2 , se и su_1 . Повышение содержания масла в зерне эндоспермовых мутантов обеспечивалось совокупным эффектом возрастания доли и масличности зародыша. Носителям мутаций se и su_1 было свойственно повышенное содержание в маслах глицеридов олеиновой кислоты, а носителям мутации sh_2 – и насыщенных кислот. Предполагается, что повышение доли зародыша в зерне носителей эндоспермовых мутаций является следствием их плеiotропного эффекта, а повышение содержания масла в зародыше и изменение жирнокислотного состава масла – результатом сцепления генов структуры эндосперма с генами, которые контролируют липидный состав зерна.

Ключевые слова: *Zea mays*, эндоспермовые мутанты, содержание масла в зерне, жирнокислотный состав масла