**УДК 633.111:631.527**

**СКРИНІНГ КОЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ *WX***

**Н.І. Коберник, Л.М. Голик**

*Національний науковий центр “Інститут землеробства НААН”*

Останнім часом у світі ведеться активна селекційна робота по створенню сортів пшениці з підвищеною харчовою цінністю, зокрема, сортів пшениці з генетично зміненим складом крохмалю (ваксі). Проводиться робота по вивченню рослин пшениці з низьким або нульовим вмістом амілози в пшеничному крохмалі, виявленню мутантів за генами, які контролюють цю ознаку та створенню нового селекційного матеріалу з крохмалем амілопектинового типу. В Україні проблема вивченням генів *Wx* пшениці та інших зернових займалися такі вчені, як Ю.М. Сиволап, О.І. Рибалка, Б.В. Моргун, А.І. Степаненко та ряд інших.

Крохмаль – рослинний високомолекулярний [полісахарид](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B4) [амілози](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%B0) і [амілопектину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BD), [мономером](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80) яких є [глюкоза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B0). Вміст крохмалю в зерні пшениці складає 60-72% у сухій речовині. Перш за все, крохмаль є джерелом енергії для зерна, що проростає. За хімічною структурою це полісахарид, основою якого є молекула D-глюкози, і знаходится у формі α-D-глюко-піранози. До складу крохмалю входять два основних гомополімера D-глюкози: амілоза и амілопектин. Амілоза складає 20-25% маси крохмалю, амілопектин 70-75%.

Амілоза – один з основних полісахаридів крохмалю, що складається з лінійних або слабо розгалужених ланцюжків молекул глюкози, з'єднаних зв'язками між 1-м і 4-м вуглецевими атомами. Молекулярна маса від 50 000 до 160 000. З розчином йоду дає темно-синє забарвлення. Амілоза легко розчинна у воді. При набуханні крохмальних зерен в теплій воді утворює розчинну частину клейстеру.

Амілопектин є одним з основних полісахаридів крохмалю, що складається з розгалужених ланцюжків молекул глюкози, з'єднаних зв'язками як між 1-м і 4-м, так і 1-м і 6-м вуглецевими атомами. Молекулярна маса досягає 1000 000. З йодом дає червоно-фіолетове забарвлення. Майже не розчинний в холодній воді; в гарячій воді утворює драглисту частина клейстеру.

Головний фермент синтезу амілози GBSSI (близько 60 кДа) ще називається ваксі (Wx)–протеїн, кодується генами, що мають позначення *Wx*. За повідомленням S. Chao у пшениці ідентифіковані три гомеологічних гени: *Wx-А1* (хромосома 7АS-коротке плече), *Wx-В1* (7ВL-довге плече) і *Wx-D1* (7DS-коротке плече). Пшениця, у якій поєднання трьох неактивних нуль-алелів цих генів призводять до повного блокування синтезу ферменту GBSS і амілози, називається ваксі.

Крохмаль у зерні пшениці ваксі, що містить 100 % амілопектину, краще перетравлюється і більш повно асимілюється у ШКТ людини і тварин. Борошно пшениці ваксі у кількості 25–30 % здатне суттєво покращувати якість хліба з борошна з високим числом падіння (ЧП) за рахунок підвищення газогенеруючої спроможності тіста.

З борошна пшениці ваксі виробляють найкращу локшину, бісквітні вироби, печиво, як за показниками товарної якості, так і харчової цінності. Тісто, виготовлене з борошна пшениці ваксі, не знижує якості при зберіганні у замороженому стані та при розморожуванні.

Зерно пшениці із низьким вмістом амілози має кращу ензиматичну оцінку, що робить Wx пшеницю більш ефективних джерелом сировини для біоетанолу по його виходу та ефективності трансформації крохмалю в спирт.

### Для виявлення поширення поліморфізму генів *Wx*, що відповідають за синтез амілози, у колекційних зразках пшениці м’якої озимої був проведений скринінг за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), серед яких сорти ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Чабани): Поліська 90, Краєвид, Романівна; [Селекційно-генетичного інститут](https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwil5fGZ4_3SAhUnQpoKHV6GAc8QFggsMAM&url=https%3A%2F%2Fwww.sgi.od.ua%2F&usg=AFQjCNFPa06lDKOnnt2qRIqZ_Q7ZydjlTA&bvm=bv.151325232,d.bGs)у (Одеса): Оксана, Софійка, Чорноброва та зразки Інституту рослинництва ім. Юр’єва (Харків): Wx 501/3, IU 060078, IU 060079 і IU 060081.

При проведенні ПЛР аналізу використовували: для гену *Wx-A1* праймери Wx-A1F 5'-ccccaaagcaaagcaggaaac-3' та Wx-A1R 5'-cggcgtcgggtccatagatc-3'; для гену *Wx-B1* праймери BDFL 5'-ctggcctgctacctcaagagcaact-3', BRC1 5'-ggttgcggttggggtcgatgac-3', BFC 5'-cgtagtaaggtgcaaaaaagtgccacg-3' та BRC2 5'-acagccttattgtaccaagacccatgtgtg-3'; для гену *Wx-D1* праймери Wx-D1F 5'-gccgacgtgaagaaggtggtg-3' та Wx-D1R 5'-ccccttgggtcatttgttgtgt-3' (з публікацій L.S. Vanzetti, M. Saito, P. Vrinten).

За результатами молекулярно-генетичного аналізу було визначено, що зразки Поліська 90, Оксана, Чорноброва, Краєвид, Романівна, IU 060078 та IU 060079 є гомозиготними за алелями дикого типу *Wx-А1, Wx-В1 та Wx-D1*.

Такі зразки, як Софійка і Wx 501/3 є гомозиготними за нуль-алелями дикого типу *Wx-А1, Wx-В1 та Wx-D1*, тобто виявилися мутантними за всіма алелями генів Wx і мають безамілозний тип крохмалю.

Зразок IU 060081 виявився гетерозиготним за алелями *Wx-А1, Wx-В1 та Wx-D1*.

Колекційні сорти пшениці м’якої озимої, які мають безамілозний тип крохмалю, є цінним генетичним матеріалом для створення нових, перспективних генотипів пшениці, адаптованих для хлібопекарської, кондитерської промисловості та виробництва біоетанолу.