

## **СЕЛЕКЦІЯ WAХУ – ЯЧМЕНЮ**

---

Наумов О. Г., Козаченко М. Р., Васько Н. І., Солонечний П. М., Важеніна О. Є.  
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН встановлено біохімічні та селекційно-генетичні особливості кількісних морфологічних ознак і вмісту амілопектину в крохмалі 13 зразків і сортів ячменю ярого з різним фракційним складом крохмалю. Створено ваху-лінії ячменю ярого з комплексом цінних господарських ознак.

*Ячмінь ярий, зразок, сорт, ваху-лінія, крохмаль, амілопектин, кількісна ознака, генетичний аналіз, селекція, урожайність*

Використання ячменю передбачає різносторонні вимоги до якості зерна, зокрема до вмісту в ньому крохмалю та його фракційного складу.

Крохмаль є важливою сировиною для багатьох галузей промисловості. Для одержання крохмалю з певними властивостями проводять його хімічну модифікацію [1]. Альтернативою цьому є створення сортів з різним фракційним складом крохмалю, тобто з неоднаковим вмістом в ньому амілопектину та амілози, зокрема з високим вмістом амілопектину.

У різних країнах проводять дослідження ваху-ліній форм [2-8], за допомогою селекції створюють вихідний матеріал і сорти ячменю ярого з крохмалем, який майже на 100 % складається з амілопектину [9-11]. Дослідженням ваху-ячменю в Україні не приділяли достатньої уваги, тому актуальним є встановлення селекційно-генетичних особливостей і ефективності створення ячменю ярого з різним фракційним складом крохмалю, зокрема ваху-форм.

**Мета.** Метою досліджень було встановлення селекційно-генетичних особливостей ваху-форм ячменю ярого та ефективність селекції зі створення ліній з високим вмістом амілопектину в крохмалі.

**Матеріал та методика.** Досліди проводили протягом 2005–2013 рр. Зразки ячменю ярого аналізували за урожайністю, продуктивністю та фракційним складом крохмалю. За погодними умовами 2008 р. був дуже сприятливий для росту та розвитку рослин ячменю, 2009 р. і 2010 р. – несприятливі, дуже посушливі, 2011 р. – середній за зволоженням, що дозволило оцінити матеріал в різних умовах вирощування.

Сівбу кожного зразка проводили касетною сівалкою СКС-6А по 2–3 рядки довжиною 1 м, міжряддя 0,18 м для вирощування F<sub>1</sub>.

Гібридизацію розпочато в 2005 р. за схемою повних топкросів, у 2006 – 2008 рр. за схемами прямих діалельних схрещувань та простими парними схрещуваннями з метою одержання не лише F<sub>1</sub> для селекційно-генетичних досліджень у 2008 – 2009 рр., а й для доборів у F<sub>3</sub> у 2008–2011 рр. та виділення цінних ліній на різних етапах селекційного процесу в 2009 – 2013 рр. Досліджено особливості вихідних форм за кількісними ознаками та F<sub>1</sub>, одержаного за діалельною схемою схрещувань (прямі з батьками).

*Вихідний матеріал для діалельних схрещувань 2006-2008 рр.*

1. П'ять зразків з ваху-крохмалем:

UA 0804955 (IR 07198), різновидність *violaceum* Коерн. (голозерний, всі частини рослини мають сильне антоціанове забарвлення);

UA 039699 (IR 08026), UA 039701 (IR 08028), різновидність *medicum* Коерн.;

UA 039748 (IR 07995), різновидність *pallidum* Сер.;

IR 6912, різновидність *coeleste* L. (голозерний, багаторядний), Мексика.

2. Вісім зразків зі звичайним складом крохмалю:  
IR 6576, різновидність *coeleste* L., Мексика;  
Сорти Philadelphia (Німеччина), Джерело (Україна, IP ім. В. Я. Юр'єва НААН) різновидність *nutans* Schubl.;  
Сорт Етикет, різновидність *submedicum* Orl., Україна, IP ім. В. Я. Юр'єва НААН;  
Сорт Вакула, різновидність *rikotense* Regel., Україна, Селекційно-генетичний інститут;  
IR 6586, різновидність *nudideficiens* Koern. (голозерний, бокові колоски редуковані, дворядний), Мексика;  
Короткоостий мутант 83-47-6, рекомендована різновидність *capillaceae* Kozacz., Україна, IP ім. В. Я. Юр'єва НААН;  
Безоста селекційна лінія 65-393, різновидність *inerme* Koern. Україна, IP ім. В. Я. Юр'єва НААН.

*Вихідний матеріал у топкросах 2005 р:*

1. Три материнські зразки ячменю *waхu* – UA 039699, UA 039701, UA 039748.  
2. Сортозразки-запилювачі (тестери) – сорти Джерело, Етикет, Аспект, IR 6576 (*coeleste*), безоста лінія 01-74-99-5 (Гранал / Джерело).

Вихідний матеріал у простих парних схрещуваннях 2006-2008 рр.: UA 039699 *wx*, UA 039701 *wx*, UA 07198, UA 039748 *wx*, безості сорти Sicarpi 7 і Гранал, безоста лінія 05-393, фуркатні сорти Champion і Caruche Fertile v. *horsfordianum*, колекційний зразок IR 6898 v. *nudideficiens*, восьмивузлий мутант, сорти Scarlett, Фенікс і Галактик, безоста форма UA 039700, короткоостий мутант 92-18-3, сорти Залік, Бадьорій, Tokada, Гетьман.

Морфо-біологічні особливості вихідних форм, гібридів і ліній визначали в 2008–2011 рр. за структурним аналізом 50 вирощених у 2008–2009 рр. рослин F<sub>1</sub> та в 2009–2011 рр. ліній за дев'ятьма ознаками: висота; продуктивна кущистість; продуктивність рослини; довжина, щільність, кількість і маса зерен основного колосу; маса 1000 зерен; відношення маси зерна до маси соломи (за методикою сорто випробування).

Вміст крохмалю та його особливості за фракційним складом визначали в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН в лабораторії якості зерна та біоресурсів. У 2008–2009 рр. аналізували успадкування морфологічних ознак різновидностей F<sub>1</sub> гібридів діалельних схрещувань та визначали характер і рівень мінливості ознак вихідних форм за коефіцієнтом варіації.

Селекційно-генетичні особливості ознак установлювали за рівнем і співвідношенням ефектів загальної (ЗКЗ) та констант і ефектів специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності, компонентами генетичної дисперсії, успадковуваністю в широкому (H<sup>2</sup>) і вузькому (h<sup>2</sup>) розумінні за ознаками вміст амілопектину в крохмалі, продуктивність, її структурні елементи та інші за М. А. Фединым і ін. [12], за допомогою пакету прикладних програм обробки селекційно-генетичних експериментів (ППП «ОСГЕ»).

Під час вегетації було проведено фенологічні спостереження – відмічали фази сходів, цвітіння-колосіння, стиглості зерна. Стійкість проти вилягання оцінювали за дев'ятибальною шкалою.

У F<sub>3</sub> проводили добір елітних рослин. Їх потомства досліджували в селекційному розсаднику першого року (CP<sub>1</sub>), а виділені лінії-джерела цінних ознак – у селекційному розсаднику другого року (CP<sub>2</sub>), в контрольному розсаднику (КР) та в дослідах сорто випробування за методикою державного сорто випробування. Порівняння проводили до національних стандартів Командор і Взірець.

**Результати та обговорення.** В результаті визначення біохімічних особливостей 13 зразків ячменю ярого за фракційним складом крохмалю було підтверджено, що зразки UA 0804955, UA 039699, UA 039701, UA 039748, IR 6912 мають високий вміст амілопектину в крохмалі (98,3–99,5 %), сорти Philadelphia, Джерело, Етикет, Вакула, колекційні зразки IR 6576, IR 6586, мутант короткоостий 83-47-6, безоста лінія 05-393 – звичайний вміст (70,8–73,6 %). Встановлено неоднаковий рівень показників за дев'ятьма кількісними морфологі-

чними ознаками – висота рослин, продуктивна кущистість, маса 1000 зерен, продуктивність, співвідношення маси зерна та соломи, довжина основного колосу, його щільність, кількість і маса зерен.

Високий рівень показників продуктивності та її структурних елементів (продуктивна кущистість, кількість зерен з основного колосу, маса 1000 зерен) мали сорти Джерело і Етикет, а також за більшістю цих ознак сорти Вакула, Philadelphia. Найбільша кількість ознак з високим рівнем (із дев'яти ознак) була у сортів Джерело, Етикет, Вакула (6, 6 і 4 ознаки відповідно). Ці сорти складають інтерес для комбінаційної селекції.

Зразки з амілопектиновим крохмалем, а також голозерні, короткоостий і безостий за більшістю кількісних ознак не відзначалися високими показниками, а тому їх доцільно схрещувати із сортами з високим рівнем цінних ознак.

У 2008–2009 рр. у досліджуваних зразків був неоднаковий рівень варіабельності кількісних ознак: незначний за вмістом амілопектину в крохмалі ( $V = 5,0\text{--}5,2\%$ ) і щільністю основного колосу ( $V = 5,4\text{--}5,8\%$ ), середній – за висотою рослин ( $V = 17,0\text{--}19,4\%$ ) і масою 1000 зерен ( $V = 14,7\text{--}20,1\%$ ), значний – за продуктивною кущистістю ( $V = 24,3\text{--}27,0\%$ ), співвідношенням маси зерна і соломи ( $V = 27,4\text{--}28,3\%$ ), продуктивністю рослин ( $V = 38,7\text{--}40,1\%$ ), кількістю ( $V = 38,1\text{--}42,1\%$ ) і масою зерен основного колосу ( $V = 28,9\text{--}39,1\%$ ).

Дослідженнями показано достовірно позитивну залежність продуктивності рослин у досліджених зразків від маси зерна ( $r = 0,63\text{--}0,83$ ) і щільності ( $r = 0,86\text{--}0,90$ ) основного колосу, співвідношення маси зерна і соломи ( $r = 0,67\text{--}0,93$ ).

Показано успадкування морфологічних якісних ознак і ознаки вмісту амілопектину в крохмалі в  $F_1$  топкросів і діалельних схрещувань між зразками з різним вмістом амілопектину в крохмалі, а саме: підтверджено загальні закономірності домінування зазубленості остюків, дворядності з розвитком рудиментів остюків у латеральних колосків у  $F_1$  від схрещування дворядних і багаторядних зразків, плівчастості зерна, безостості. Встановлено, що у досліджених зразків високий вміст амілопектину в крохмалі детермінується рецесивним геном  $ix$ , який визначає моногенне успадкування цієї ознаки, так як у  $F_2$  спостерігається розщеплення на рослини зі звичайним складом крохмалю та на рослини з крохмалем, який майже повністю складається з амілопектину у співвідношенні 3 : 1.

У системі повних прямих діалельних схрещувань встановлено селекційно-генетичні особливості ознаки вміст амілопектину в крохмалі та кількісних морфологічних ознак п'яти зразків з крохмалем, який майже повністю складається з амілопектину і восьми зразків зі звичайним вмістом амілопектину за компонентами генетичної дисперсії (варіації), успадковуваністю та комбінаційною здатністю.

За ознакою вміст амілопектину в крохмалі адитивні і неадитивні ефекти генів близькі, так як значення компоненту  $D$  адитивних ефектів генів (176,9–178,0) неістотно перевищували показники  $H_1$  (168,4–172,0) і  $H_2$  (159,5–163,7) домінантних ефектів генів, а компонент  $H_1/D$  середнього ступеня домінування (0,95–0,97) і компонент  $\sqrt{H_1/D}$  його міри (0,98–0,99) були лише дещо менше одиниці. Подібну закономірність виявлено і за кількісними морфологічними ознаками продуктивність (маса зерна) рослин і маса зерна з основного колосу.

За продуктивною кущистістю, щільністю колосу та співвідношенням маси зерна і соломи переважали неадитивні ефекти генів при наддомінуванні (компоненти  $H_1/D$  і  $\sqrt{H_1/D}$  більші одиниці).

Визначено частоту розподілу домінантних і рецесивних алелів за компонентом генетичної дисперсії  $F$  (відносна частота розподілу домінантних і рецесивних алелів генів). Встановлено, що в середньому в досліді (у восьми зразків із 13) компонент  $F$  як за ознакою вміст амілопектину в крохмалі, так і за кількісними морфологічними ознаками був позитивним (більше нуля), що вказує на переважання домінантних ефектів генів. Проте окремі досліджені форми мають особливості за розподілом домінантних і рецесивних алелів генів за компонентом  $F$  відносної частоти їх розподілу за різними ознаками.

Так, за вмістом амілопектину в крохмалі в усіх ваху-зразків переважають адитивні

ефекти генів при негативному значенні компоненту F як у 2008, так і в 2009 р. ( $F = -300,6 - 376,5$ ), що визначається рецесивністю гена *wx*. Подібну закономірність виявлено також за окремими кількісними морфологічними ознаками досліджених форм з різним вмістом амілопектину в крохмалі. При переважанні адитивних ефектів генів за певними ознаками досліджених форм у гібридів від їх схрещування ефективність доборів біотипів, у яких ці ознаки детермінуються рецесивними генами, буде більшою.

У 2008–2009 рр. позитивне значення компоненту F встановлено за ознакою звичайного вмісту амілопектину в крохмалі у восьми форм та за більшістю кількісних морфологічних ознак в усіх 13 досліджених форм з різним вмістом амілопектину, що свідчить про переважання неадитивних (в основному домінантних) ефектів генів. Це зумовлює проведення доборів у гібридних популяціях при дуже великих обсягах або ж у більш пізніх поколіннях, коли збільшується кількість константних біотипів за ознаками, які детермінуються домінантними генами.

У досліджених форм стабільно за два роки (2008 і 2009 рр.) детермінується адитивними і неадитивними генами неоднакова кількість морфологічних ознак із дев'яти і ознака вміст амілопектину в крохмалі: UA 0804955 – три і три відповідно за роками, UA 039699 – одна і шість, UA 039701 – одна і сім, UA 039748 – чотири і нуль, IR 6912 – три і одна, IR 6576 – чотири і чотири, Philadelphia – одна і вісім, Джерело – нуль і вісім, Етикет – нуль і десять, Вакула – три і п'ять, IR 6586 – нуль і дев'ять, короткоостий 83-47-6 – нуль і сім, безоста лінія 05-393 – нуль і десять.

Успадковуваність ознак досліджених форм була неоднаковою. Загальна мінливість, зумовлена генетичними особливостями за коефіцієнтом успадкованості в широкому розумінні ( $H^2$ ), за більшістю кількісних морфологічних ознак і за ознакою вміст амілопектину в крохмалі досліджених форм була високою ( $H^2 = 0,90$ , за окремими ознаками  $H^2 = 0,74-0,99$  у 2008 р. і  $H^2 = 0,69-0,99$  у 2009 р., а в середньому в досліді  $H^2 = 0,98-0,99$ , окрім ознаки щільність колосу, де  $H^2 = 0,55$  у 2008 р. і  $0,91-0,99$  та  $0,80$  відповідно у 2009 р.).

Генетична мінливість, зумовлена адитивними ефектами генів у загальній мінливості за коефіцієнтом успадкованості у вузькому розумінні ( $h^2$ ), була неоднаковою за окремими ознаками ( $0,2-0,71$  у 2008 р. і  $0,25-0,79$  у 2009 р. за кількісними морфологічними ознаками,  $0,58$  і  $0,57$  відповідно за вмістом амілопектину в крохмалі).

Співвідношення рівнів коефіцієнтів успадкованості  $H^2$  і  $h^2$  було неоднаковим у різних досліджених форм і за ознаками. У досліджених форм, які характеризуються меншою різницею між коефіцієнтами успадкованості в широкому і вузькому розумінні при значно вищому за  $0,50$  значенні  $h^2$  за певними ознаками (в основному  $0,65-0,94$  у 2008 р.,  $0,67-0,92$  у 2009 р.), генетичну мінливість у значній мірі зумовлено і адитивними ефектами генів, коли добір за фенотипом буде близьким відповідному генотипу і навпаки.

За окремими кількісними морфологічними ознаками та вмістом амілопектину в крохмалі у 13 досліджених форм встановлено неоднаковий рівень ефектів загальної (ЗКЗ) та констант і ефектів специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) (табл. 1). Високі позитивні ефекти ЗКЗ, а значить найбільшу кількість алелів генів, що позитивно визначають величину вмісту амілопектину, мали всі п'ять зразків з амілопектиновим крохмалем ( $6,44 - 6,66$ ), низькі (при найбільшій кількості генів, що негативно визначають величину цієї ознаки) – усі вісім зразків зі звичайним вмістом амілопектину в крохмалі ( $-3,43 - -4,70$ ). Досліджені форми мають неоднакову кількість морфологічних кількісних ознак з високими і низькими рівнями ефектів ЗКЗ.

Форми з високими ефектами ЗКЗ становлять інтерес для використання в селекції на високий рівень показників певних ознак. У результаті визначення рівнів констант СКЗ та співвідношення ефектів ЗКЗ і констант СКЗ у різних форм встановлено, що деякі форми за певними ознаками мають високі рівні ефектів ЗКЗ і середні чи низькі рівні констант СКЗ, що зумовлює порівняно менші відмінності за ЗКЗ в гібридних комбінаціях з їх використанням.

Таблиця 1

**Ефекти ЗКЗ батгівських форм ячменю ярого за кількісними ознаками  
(морфологічними і вмістом амілопектину в крохмалі) в F<sub>1</sub>**

Зразок	Рік	Висота рослини	Продуктивна кущистість	Ознака основного колосу				Маса 1000 зерен	Маса зерна рослини	Відношення маси зерна до соломи	Вміст амілопектину в крохмалі зерна
				довжина	щільність	кількість зерен	маса зерна				
UA 0804955	2008	-5,64*	-0,09*	-0,51*	-0,21*	2,48*	-0,19*	-4,61*	-0,61*	-0,24*	<b>6,62</b>
	2009	-3,83*	-0,11*	-1,22*	-0,18*	1,18*	-0,15*	-3,88*	-0,16*	-0,09*	<b>6,66</b>
UA 039699	2008	0,73*	<b>0,08*</b>	-0,07	0,23*	4,75*	-0,10*	<b>4,02*</b>	-0,07*	-0,08*	<b>6,49</b>
	2009	-1,46*	<b>0,17*</b>	-0,51*	-0,02	5,22*	-0,18*	<b>1,12*</b>	-0,28*	-0,02*	<b>6,46</b>
UA-039701	2008	0,06	-0,13*	-0,38*	0,03	4,42*	-0,16*	<b>3,49*</b>	-0,34*	-0,01	<b>6,44</b>
	2009	-4,29*	-0,18*	-0,56*	0,02	5,62*	-0,21*	<b>0,75*</b>	-0,42*	-0,07*	<b>6,54</b>
UA 039748	2008	<b>11,86*</b>	-0,40*	-0,18*	0,09	<b>6,58*</b>	<b>0,21*</b>	-1,98*	0,17*	0,14*	<b>6,54</b>
	2009	<b>1,77*</b>	-0,21*	-0,04	-0,12*	<b>5,28*</b>	<b>0,08*</b>	-1,72*	-0,09*	0,01	<b>6,63</b>
IR 6912	2008	-5,57*	-0,37*	-0,69*	-0,04	<b>5,72*</b>	<b>0,04*</b>	-3,74*	-0,29*	0,18*	<b>6,61</b>
	2009	-0,83*	-0,04	-0,36*	0,22*	<b>6,32*</b>	<b>0,26*</b>	-2,28*	0,38*	0,08*	<b>6,60</b>
IR 6576	2008	-1,67*	-0,25*	-0,83*	-0,17*	<b>4,85*</b>	<b>0,12*</b>	-5,21*	-0,01	0,01	-3,43
	2009	-3,03*	-0,09*	-1,01*	-0,15*	<b>6,18*</b>	<b>0,16*</b>	-2,25*	0,09*	0,01	-3,43
Philadelphia	2008	-4,17*	0,15*	-0,07	0,19*	-2,62*	-0,02	<b>2,52*</b>	0,22*	0,13*	-3,96
	2009	-0,53*	-0,20*	-0,24*	0,08	3,28*	-0,03*	<b>2,15*</b>	-0,25*	-0,03*	-4,02
Джерело	2008	<b>2,30*</b>	<b>0,29*</b>	<b>1,19*</b>	-0,14*	1,08*	<b>0,25*</b>	<b>4,09*</b>	<b>0,71*</b>	0,02	-4,69
	2009	<b>2,84*</b>	<b>0,10*</b>	<b>1,32*</b>	0,05	-0,85*	<b>0,21*</b>	<b>3,95*</b>	<b>0,40*</b>	0,10*	-4,70
Етикет	2008	<b>2,50*</b>	0,38*	<b>0,65*</b>	0,13	-2,32*	<b>0,16*</b>	<b>3,76*</b>	<b>0,61*</b>	<b>0,07*</b>	-4,59
	2009	<b>3,31*</b>	-0,03	<b>0,77*</b>	0,25*	-1,75*	<b>0,17*</b>	<b>2,72*</b>	<b>0,25*</b>	<b>0,04*</b>	-4,60
Вакула	2008	-5,77*	0,10*	0,46*	-0,07	<b>7,42*</b>	<b>0,18*</b>	-1,41*	<b>0,46*</b>	<b>0,02*</b>	-3,52
	2009	-0,06	0,02	-0,03	0,15*	<b>7,38*</b>	<b>0,19*</b>	-0,75*	<b>0,43*</b>	<b>0,09*</b>	-3,67
IR 6586	2008	-1,04*	-0,25*	-0,50*	-0,07	5,62*	-0,10*	<b>1,26*</b>	-0,47*	-0,03*	-4,10
	2009	-0,56*	0,04	0,71*	-0,38*	3,12*	-0,16*	<b>0,68*</b>	-0,12*	-0,05*	-4,03
Короткоостий 83-47-6	2008	<b>4,36*</b>	-0,23*	<b>0,60*</b>	0,09	-2,92*	-0,14*	-1,18*	-0,14*	-0,12*	-4,19
	2009	<b>4,04*</b>	0,26*	<b>0,49*</b>	0,22*	1,65*	-0,22*	-3,58*	-0,21*	-0,05*	-4,20
Безостий 05-393	2008	<b>2,03*</b>	<b>0,26*</b>	<b>0,32*</b>	-0,07	3,35*	-0,26*	-1,01*	-0,25*	-0,08*	-4,23
	2009	<b>2,64*</b>	<b>0,29*</b>	<b>0,65*</b>	-0,15*	-2,52*	-0,11*	3,12*	-0,01	-0,03*	-4,24
НП <sub>05</sub> з середнім	2008	0,54	0,05	0,07	0,13	0,32	0,02	0,39	0,03	0,02	0,03
	2009	0,48	0,05	0,09	0,12	0,34	0,03	0,36	0,04	0,02	0,01

Примітка. \* – достовірність на 5 % рівні значущості.

Виявлено, що рівень ефектів СКЗ залежить від залучення до схрещування компонентів з різним фракційним складом крохмалю, а саме: рівень ефектів СКЗ був високим за ознакою вміст амілопектину в крохмалі у гібридів між зразками з крохмалем, який майже повністю складається з амілопектину (8,34 – 8,98 у 2008 р., 8,25 – 9,19 у 2009 р.), а також між зразками зі звичайним вмістом амілопектину в крохмалі (2,38 – 4,22 у 2008 р., 2,58 – 4,58 у 2009 р.), що визначається рецесивністю гена *ix*, який в гомозиготі визначає високий вміст амілопектину в крохмалі; низький – між зразками з різним фракційним складом крохмалю (-5,71 – -7,43 у 2008 р., -5,74 – -7,82 у 2009 р.). У результаті таких схрещувань внаслідок комбінації ознаки високого вмісту амілопектину в крохмалі та кількісних і якісних морфологічних ознак було створено 40 ваху-ліній ячменю ярого та 313 ліній з різним фракційним складом крохмалю; розширено різновиднісний склад ліній з амілопектиновим крохмалем, зокрема одержано лінії двох різновидностей як у вихідних зразків (*v. medicum*, *v. pallidum*) і трьох інших різновидностей (*v. submedicum*, *v. rikotense*, *v. nutans*).

У 2011 р. у селекційному розсаднику виділено 10 кращих ваху-ліній різновидностей *nutans*, *medicum*, *submedicum*, серед яких чотири (09–212, 09–791a, 09–2023a, 09–526) мали високі продуктивність рослин, урожайність (108 %, 117 %, 112 % і 108 % до стандарту відповідно), стійкість проти вилягання (9 балів), шість (09–879, 10–1365, 10–1376, 10–1385, 10–1533, 10–976) – урожайність на рівні середньої і стандарту Командор.

У контрольному розсаднику виділено кращих за окремими ознаками ваху сім ліній, п'ять з яких (09–678, 09–385, 09–794, 09–671, 09–210) різновидностей *nutans* і *medicum* мали достовірно вищі середньої і стандарту продуктивність рослин, урожайність зерна (111 %, 110 %, 109 %, 105 % і 105 % до стандарту відповідно) і стійкість проти вилягання (9 балів), а також високі показники окремих елементів структури продуктивності та інших ознак рослин.

Ваху-лінії впроваджено в селекцію на різних її етапах, зокрема передано до селекційних і контрольного розсадників та сорто випробування, а також використано в гібридизації в 2010 – 2013 рр. У 2013 р. одержано F<sub>1</sub> – F<sub>3</sub> і гібридне насіння першого покоління. Кращі ваху-лінії в конкурсному сорто випробуванні перевищили урожайність стандарту Взірець на 4-11 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристика ваху-ліній в конкурсному сорто випробуванні, 2012-2013 р.**

Стандарт, лінія	Родовід		Різновидність	Вегетаційний період, діб	Урожайність		Стійкість проти вилягання, бал
	♀	♂			т/га	% до стандарту Взірець	
Взірець, стандарт	–	–	<i>submedicum</i>	75	2,50	100	9,0
Командор, стандарт	–	–	<i>nutans</i>	74	2,35	94	8,5
09-678	UA 039699	Аспект	<i>nutans</i>	73	2,53	101	9,0
08-791a	UA 039699	Етикет	<i>medicum</i>	73*	2,60*	104	9,0
10-1449	UA 0804955	UA 039748	<i>medicum</i>	77	2,77*	111	9,0
10-1610	UA 039699	Philadelphia	<i>nutans</i>	74	2,65*	106	9,0
10-726	UA 039699	Джерело	<i>nutans</i>	74	2,62*	105	9,0
09-794	UA 039699	Етикет	<i>medicum</i>	78	2,33	93	9,0
НІР <sub>05</sub>				2,0	0,09	–	–

Примітка. \* – Достовірно в порівнянні з стандартом на 5 % рівні значущості.

У 2011 р. 17 ваху-ліній ячменю ярого передано до Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ), на п'ять з них (09–678, 09–385, 09–794, 09–671,

09–210) у 2012 р. одержано свідоцтва НЦГРРУ про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні.

**Висновки.** Робота має теоретичне і практичне значення, так як було встановлено селекційно-генетичні особливості за рівнем структурних елементів продуктивності рослин, компонентами генетичної дисперсії та успадкованості кількісних морфологічних ознак і вмісту амілопектину в крохмалі у форм ячменю ярого, які характеризувалися різним фракційним складом крохмалю. До Національного центру генетичних ресурсів рослин України передано нові ваху-лінії ячменю ярого з комплексом цінних господарських ознак, які рекомендовано використовувати в селекції на підвищений вміст амілопектину.

### Список використаних джерел

1. Modified Starches: Properties and Uses / Wurzburg O. B. Ed. – Boca Raton, Fl. : CRC Press Inc., 1986. – 429 p
2. Duffus C. Starch hydrolyzing enzymes in the developing barley grain / C. Duffus, R. Rosie // *Planta*. – 1973. – Vol. 109. – P. 153–160.
3. Hylton C. M. The effect of waxy mutations of the granule-bound starch syntheses of barley and maize endosperms / C. M. Hylton, H. Denyer, P. L. Keeling, M.-T. Chang, A. M. Smith // *Planta*. – 1996. – Vol. 198. – P. 230–237.
4. McDonald A. M. The composition of starch granules from developing barley genotypes / A. M. McDonald, J. R. Stark, W. R. Morrison, R. P. Ellis // *J. Cereal Sci.* – 1991. – Vol. 13. – № 1. – P. 93–97.
5. Nakamura T. The waxy (wx) proteins of maize, rice and barley / T. Nakamura, M. Yamamori, H. Hirano, S. Hidaka // *Phytochemistry*. – 1993. – Vol. 33. – P. 749–753.
6. Ronde W. Structural analysis of waxy locus from *Hordeum vulgare* / W. Ronde, D. Becker, F. Salamini // *Nucleic Acide Res.* – 1988. – Vol. 16. – P. 71–85.
7. Sun C. Analyses of isoamylase gene activity in wild-type barley indicate its involvement in starch syntheses / C. Sun, P. Sathish, S. Ahlandsberg, C. Jansson // *Plant Mol. Biol.* – 1999. – Vol. 40. – P. 431–433.
8. White P. Properties of corn starch / P. White // *Speciality Corns*; A. R. Hallauer Ed. – Boca Raton, Fl.: CRC Press Inc., 1994. – P. 29–54.
9. Пат. 4,116,770 Waxy barley starch with unique self-liquefying properties / Kenneth J. Goering, Robert F. Eslick; Заявник – Research Corporation (US). – 553,680; February 27, 1975. – September 26, 1978.
10. Norberg O. 2007 Performance of winter barley (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) and spring waxy barley varieties planted in the fall. / O. Norberg, C. Shock, L. Saunders, E. E. Eldredge, A. Ross, P. Hayes, and J. Ray // *Oregon State University Agriculture Experiment Station Special Report 1075:157-159*.
11. Vaculova K. Breeding of waxy barleys using molecular markers / K. Vaculova, J. Ehrenbergerova and M. Pouch // *Czech Republic: Agriculture Research Institute Kromeriz, 2000*. – 4 p.
12. Федин М. А. Статистические методы генетического анализа / М. А. Федин, Д. Я. Силис, А. В. Смирняев. – М.: Колос, – 1980. – 207 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

### References

1. Wurzburg OB, ed. 1986. Modified Starches: Properties and Uses. Boca Raton (Fl): CRC Press Inc., 429 p.
2. Duffus C, Rosie R. 1973. Starch hydrolyzing enzymes in the developing barley grain. *Planta*. 109:153–160.

3. Hylton CM, Denyer H, Keeling PL, Chang M-T, Smith AM. 1996. The effect of waxy mutations of the granule-bound starch syntheses of barley and maize endosperms. *Planta*. 198:230–237.
4. McDonald AM, Stark JR, Morrison WR, Ellis RP. 1991. The composition of starch granules from developing barley genotypes. *J. Cereal Sci.* 13(1):93–97.
5. Nakamura T, Yamamori M, Hirano H, Hidaka S. 1993. The waxy (*wx*) proteins of maize, rice and barley. *Phytochemistry*. 33:749–753.
6. Ronde W, Becker D, Salamini F. 1988. Structural analysis of waxy locus from *Hordeum vulgare*. *Nucleic Acide Res.* 16:71–85.
7. Sun C, Sathish P, Ahlandsberg S, Jansson C. 1999. Analyses of isoamylase gene activity in wild-type barley indicate its involvement in starch syntheses. *Plant Mol. Biol.* 40:431–433.
8. White P. 1994. Properties of corn starch. In: Hallauer AR, editor. *Speciality Corns*. Boca Raton (FL): CRC Press Inc. p. 29–54.
9. Пат. 4,116,770 Waxy barley starch with unique self-liquefying properties / Kenneth J. Goering, Robert F. Eslick; Заявник – Research Corporation (US). – 553,680; February 27, 1975. – September 26, 1978.
10. Norberg O, Shock C, Saunders L, Eldredge EE, Ross A, Hayes P, Ray J. 2007. Performance of winter barley (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) and spring waxy barley varieties planted in the fall. Oregon State University Agriculture Experiment Station Special Report. 1075:157-159.
11. Vaculova K, Ehrenbergerova J, Pouch M. 2000. Breeding of waxy barleys using molecular markers. Czech Republic: Agriculture Research Institute Kromeriz. 4 p.
12. Fedin MA, Silis DYa, Smiriaev AV. 1980. Statistical methods of genetic analysis. Moskva: Kolos. 207 p.
13. Dospikhov BA. 1985. Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of study results ). 5<sup>th</sup> ed., revised and enlarged. Moskva: Agropromizdat. 351 p.



## **СЕЛЕКЦИЯ WAХУ-ЯЧМЕНЯ**

Наумов А. Г., Козаченко М. Р., Васько Н. И., Солонечный П. Н., Вазенина О. Е.  
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН

Исследованы генетические особенности селекции ваху-ячменя в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН за 2005-2013 гг. **Цель.** Изучение генетических особенностей и эффективности создания форм с высоким содержанием амилопектина в крахмале.

**Материал и методика.** В 2007-2009 гг. исследованы селекционно-генетические особенности пяти ваху-форм и восьми образцов ячменя ярового с обычным содержанием амилопектина в крахмале. Проведены биохимический анализ зерна, структурный анализ продуктивности растений, генетический анализ по компонентами генетической дисперсии, комбинационной способности и наследуемости количественных признаков в F<sub>1</sub> в системе диаллельных скрещиваний. В 2005-2013 гг. изучена эффективность селекции ваху-ячменя методом гибридизации с последующим отбором и сортоиспытанием.

**Результаты и обсуждение.** Установлены биохимические и морфо-биологические особенности по элементам продуктивности 13 образцов и сортов ячменя ярового с различным фракционным составом крахмала, а также вариабельность, корреляция, генетическая дисперсия, общая и специфическая комбинационная способность, наследуемость в широком и узком смысле, преобладание аддитивных и неаддитивных эффектов генов количественных морфологических признаков и содержания амилопектина в крахмале. Показана эффективность создания ценных линий ячменя ярового с высоким содержанием амилопектина в крахмале.

**Выводы.** Работа имеет теоретическое и практическое значение, так как установлены селекционно-генетические особенности по уровню структурных элементов продуктивности растений, компонентам генетической дисперсии и наследуемости количественных морфологических признаков и содержания амилопектина в крахмале форм ячменя ярового с различным фракционным составом. Созданы новые ваху-линии ячменя ярового с комплексом ценных хозяйственных признаков, которые будут использованы в качестве исходного материала в селекции ячменя на повышенное содержание амилопектина в крахмале.

*Ячмень яровой, образец, сорт, ваху-линия, крахмал, амилопектин, количественный признак, генетический анализ, селекция, урожайность*

## **WAXY BARLEY BREEDING**

Naumov O. G., Kozachenko M. R., Vasko N. I., Solonechnii P. M., Vazhenina O. E.  
Plant Production Institute nd. a V. Ya. Yuryev of NAAS

Genetic peculiarities of waxy barley breeding were investigated at the Plant Production Institute nd. a V. Ya. Yuryev of NAAS for the period of 2005-2013.

**Purpose.** Study of genetic peculiarities and efficiency of creation of forms with a high amylopectin content in starch.

**Material and Methods.** In 2007-2009 breeding and genetic features five waxu forms and eight samples of spring barley with typical amylopectin content in starch were studied. Biochemical analyses of grain, structural analysis of plant productivity, genetic analysis by components of the genetic variance, combining ability and heritability of quantitative traits in F<sub>1</sub> in diallel cross system were conducted. In 2005-2013 the efficiency of waxy barley breeding via hybridization followed by selection and variety testing was studied.

**Results and Discussion.** Biochemical and morpho-biological peculiarities by productivity ele-

ments of 13 spring barley samples and varieties with different fractional starch composition as well as the variability, correlation, genetic variance, general and specific combining ability, heritability in broad and narrow sense, predominance of additive and non-additive effects of genes of quantitative morphological features and amylopectin content in starch were established. The efficiency of creating valuable lines of spring barley with a high amylopectin content in starch was demonstrated.

**Conclusions.** The work is of theoretical and practical importance, since breeding and genetic peculiarities by the level of plant productivity structural elements, genetic variance components and heritability of quantitative morphological features as well as amylopectin content in starch in spring barley forms with different fractional composition were established. New waxy lines of spring barley with a set of valuable economic features, which will be used as a source material in barley breeding for high amylopectin content in starch were created.

*Spring barley, sample, variety, waxy line, starch, amylopectin, quantitative feature, genetic analysis, breeding, productivity*