

УДК: 633.11:575.222.73

**УСПАДКУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ТА БІОХІМІЧНИХ ОЗНАК ГІБРИДАМИ ВІД  
СХРЕЩУВАННЯ АМФІДИПЛОЇДУ *TRITICUM DURUM* DESF. – *AEGILOPS TAUSCHII* COSS. З  
СОРТОМ ЯРОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ ХАРКІВСЬКА 26  
К.І.Докукіна, С.Ю.Діденко, З.В.Усова**

*Інститут рослинництва імені В.Я.Юр'єва УААН (Харків, Україна)*

У гібридів  $F_1$  від схрещування пшениці Харківська 26 з амфідиплоїдом *T. durum* – *Ae. tauschii* домінує спельтоїдний комплекс морфологічних ознак. Незалежно успадковуються жорсткість колоскової луски, її забарвлення та остистість колосу. В  $F_2$  проявились трансгресії за кількістю колосків та зерен у колосі, масою зерна з колосу та масою 1000 зерен. Седиментація борошна у більшості проаналізованих сімей  $BC_2$  варіювала від 76 до 92 мл. Виявлений зв'язок високого показника седиментації з остистістю колосу. В генотип м'якої пшениці перенесені гени амфідиплоїду, які контролюють гліадинові блоки, пов'язані з високими та низькими показниками седиментації.

Ключові слова: амфідиплоїд, *Aegilops tauschii* Coss., м'яка пшениця, інтрогресія, успадкування, морфологічні ознаки, якість зерна.

### Вступ

Дикий співродич пшениці – егілопс Тауша (*Aegilops tauschii* Coss.) є одним з родоначальників гексаплоїдних ( $2n=42$ ) видів пшениці підроду *Triticum*, до яких належить і головна хлібна культура людства – м'яка пшениця (Kihara, 1963). Власне, пшениця зробилась хлібною культурою лише після того як до геному АВ її предкової – тетраплоїдної ( $2n=28$ ) форми додався генотип D, привнесений *Ae. tauschii*, який обумовлює хлібопекарські властивості зерна м'якої пшениці, її широку екологічну адаптивність та ряд інших корисних властивостей (Богуславский, Голик, 2004).

Передача спадкової основи цінних ознак від *Ae. tauschii* м'якій пшениці шляхом прямих схрещувань ускладнена внаслідок причин, що характерні для інконгруентних схрещувань: низький рівень зав'язуваності гібридних зернівок, фертильності рослин  $F_1$ , ефективності бекросів. Значно легше здійснюється перенесення цінних генів, якщо замість егілопсу взяти амфідиплоїд геномної структури ABD, гомологічної геномові м'якої пшениці, у якому геном D поєднаний з геномом тетраплоїдної пшениці АВ. При цьому можлива інтрогресія цінних генів від обох компонентів амфідиплоїду, що розширює можливості генетичного покращення сортів пшениці. Крім того, вивчення формотворчого процесу у таких схрещуваннях сприятиме з'ясуванню питань філогенії пшениці. Як маркерні ознаки інтрогресії генетичного матеріалу амфідиплоїду у генотип м'якої пшениці можуть служити морфологічні - жорсткість колоскової луски, наявність остей, сіро-димчасте забарвлення колоскових лусок, а також біохімічні - склад запасних білків-гліадинів зернівки.

У зв'язку з цим, **метою** цього дослідження було встановити характер успадкування вище перелічених маркерних ознак у гібридів між штучними амфідиплоїдами геномної структури ABD та сортом м'якої пшениці Харківська 26.

### Матеріал

Як батьківську форму ми використали первинний амфідиплоїд (АД) *T.durum* – *Ae.tauschii* ( $2n=42$ ), люб'язно наданий Національному центру генетичних ресурсів рослин України Міжнародним інститутом покращення кукурудзи і пшениці (CIMMYT, Мексика), з номером надходження у Національний генбанк рослин України IU013948, родовід: 68.112/WARD//AE.SQUARROSA (369). Цей амфідиплоїд описаний авторами у числі кращих серед 521-ї синтезованої форми (Mujeeb-Kazi, 1994; Mujeeb-Kazi et al., 2000). Він був створений в умовах тропічного клімату (Мексика) з орієнтацією на використання в цих умовах. Материнською формою (отже джерелом цитоплазми) цього амфідиплоїду була тверда пшениця мексиканського інтенсивного екотипу. Використання цього амфідиплоїду для покращення господарсько-цінних ознак існуючих сортів м'якої пшениці в умовах України можливе шляхом інтрогресивної гібридизації. У наших схрещуваннях рекурентним батьком слугував один з кращих сортів м'якої ярої пшениці, національний стандарт Харківська 26 (var. *lutescens* Körn.) з червоним зерном, з білим безостим не опушеним колосом, м'якими колосковими лусками, що обумовлюють легкий вимолот зернівок.

### Методика досліджень

Досліди проводили у 2002–2005 рр. на експериментальній базі Інституту рослинництва ім. В.Я.Юр'єва „Елітне”. Умови років вивчення були в цілому сприятливими для розвитку рослин батьківських форм та гібридів і прояву ними морфологічних ознак. Разом з цим, спостерігався достатній природний фон для оцінки рослин на стійкість проти листових хвороб.

Польова оцінка та опис амфідиплоїдів, їх гібридів з пшеницею, а також гібридних сімей проводилася згідно з Методичними вказівками Всесоюзного (нині Всеросійського) науково-дослідного інституту рослинництва ім. М.І.Вавилова (ВІР) (Мережко и др., 1999). Стандартом та партнером у схрещуваннях з амфідиплоїдами служив сорт ярої м'якої пшениці Харківська 26. Сівбу батьківських форм та гібридів проводили за загальноприйнятою схемою, у рядки, розташовані впоперек смуг шириною 1 м при відстані між ними 50 см, міжряддя 15 см. Амфідиплоїди кожного року висівались типовими необмолоченими розчленованими на колоски колосами з розрахунку 50 зерен (25 колосків) на рядок. Площа ділянок батьківських форм 1 м<sup>2</sup>, гібридів – у залежності від наявності насіння, від 1 рядка до 1 м<sup>2</sup>. При посіві сімей F<sub>3</sub> та F<sub>4</sub> та бекросних поколінь BC<sub>1</sub>–BC<sub>3</sub> стандарт розміщали через кожні 20 ділянок. Гібридизацію проводили загальноприйнятним способом із запиленням твел-методом.

Для бекросування в F<sub>1</sub> брали не менше 30 колосів кожного з гібридів, в подальших поколіннях намагались бекросувати колоси всіх морфологічних типів. В цілому запилювали по 190-210 квіток на комбінацію. Аналіз седиментації борошна та електрофоретичних спектрів запасних білків зерна проводили у відділі якості зерна Інституту рослинництва імені В.Я.Юр'єва. Аналізували батьківські форми та покоління бекросів BC<sub>2</sub> і BC<sub>3</sub>. Показник седиментації визначали за (Определение..., 1971). Електрофорез гліадинів зернівки проводили за (Попереля, 1996). Математичну обробку здійснювали загальноприйнятими методами варіаційної статистики (Доспехов, 1972) та гібридологічного аналізу (Рокицкий, 1978).

### Результати та обговорення

За результатами 7-річного вивчення (1998–2004), амфідиплоїд – це яра за типом розвитку форма. За комплексом морфологічних ознак він є типовим спельтоїдом. Колос нещільний, середньої довжини, здебільшого 8–10 см, з 8–13 колосками. Колоскові луски сіро-димчасті на червоному фоні, жорсткі, міцні, обумовлюють дуже важкий вимолот зернин. Таким чином, в амфідиплоїді домінує комплекс ознак дикої форми – *Ae. tauschii*, хоча базовий набір хромосом цього виду представлений однією дозою ( $n=x=7$ ), а культурної, легко вимолочуваної батьківської форми - твердої пшениці - двома ( $n=2x=14$ ). Колосіння та дозрівання амфідиплоїду наступало на 2–5 днів пізніше, ніж у м'якої пшениці Харківська 26.

Для амфідиплоїду характерною є стерильність пиляків. Це веде до високого рівня череззерниці – 30–60%. Але маточки зберігали здатність до запліднення, тому спонтанне перезаплення з м'якою пшеницею щорічно призводило до появи значної кількості природних гібридів: від 12 до 57% від усіх рослин на ділянці. З цієї причини колоси амфідиплоїдів ізолювали індивідуальними (колосовими) ізоляторами.

У 2002 р. амфідиплоїд був включений як материнська форма у схрещування із сортом м'якої ярої пшениці Харківська 26. Зав'язуваність була порівняно високою – 65–78%.

У гібридах домінує спельтоїдний комплекс: важкий вимолот зернівок (обумовлений геном Tg, локалізованим у геномі D *Ae. tauschii* (McIntosh et al., 1998), наявність широкого плеча на колоскових лусках, нещільний колос, а також темне на червоному фоні забарвлення лусок – ознака від амфідиплоїду; безостість – ознака від м'якої пшениці. За рештою фенотипових ознак гібридні рослини є проміжними між обома батьківськими формами.

На рис.1 наведений розподіл в F<sub>2</sub> та у потомстві бекросу BC<sub>1</sub> трьох ознак колосу: жорсткості колоскової луски, що обумовлює важкий вимолот зернівок; забарвлення колоскових лусок та остистість. В F<sub>2</sub> одержано вісім класів розщеплення, в BC<sub>1</sub> – чотири класи, що свідчить про незалежне успадкування цих трьох ознак.

Найбільш цінним з точки зору селекційної практики є клас розщеплення, що складається з рослин, подібних за фенотипом до сорту Харківська 26. Таких рослин у другому поколінні одержано 16, після першого бекросу – 68. Це може забезпечити добір форм типу культурної пшениці, які найбільш відповідають вимогам селекції. Але при плануванні таких схрещувань слід враховувати відповідний обсяг необхідної вибірки у поколіннях розщеплення. Виходячи з тригенної схеми розщеплення, цей обсяг становить мінімум 320 рослин.

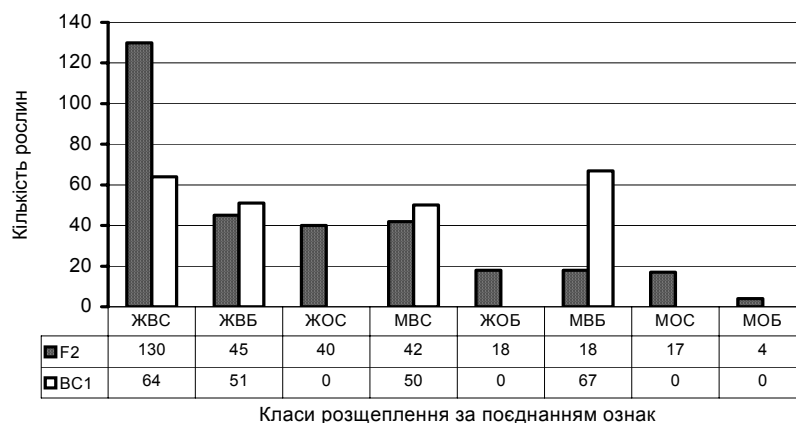
Амфідиплоїд поступається батьківській формі - пшениці Харківська 26 за кількістю колосків у колосі, його озерненістю, отже, масою зерна з колосу. Разом з цим, у другому поколінні гібриду фенотипово проявились трансгресії за кількістю колосків (частота 3%, ступінь 6–8%) та зерен (відповідно 16% та 9–29%) у колосі, масою зерна з колосу (13% та 7–25%) та масою 1000 зерен (17% та 9–36%). Озерненість колосу у більшості гібридних сімей була вищою, ніж у амфідиплоїду, а

зернівки, як правило, зав'язувались у 1 та 2 квітках колоска у верхній та нижній частинах колосу. У амфідиплоїдів же зернівки зав'язувались у середніх квітках і були більш рівномірно розподілені по усій довжині колосу.

За масою 1000 зерен (при показнику рекурентного батька 38,2 г) виділились сім'ї 126–6/04 – 49,0 г та 125–1/04 – 47,4 г; ще 8 сімей незначно перевищують стандарт, інші ж або на рівні стандарту, або незначно поступаються йому за цими показниками.

Дворазове бекросування, як і слід очікувати, посилило прояв комплексу ознак рекурентного сорту - морфологічних, тривалості вегетаційного періоду, стійкості проти хвороб.

$$\chi^2 F_2 = 2,17; \chi^2 BC_1 = 3,96$$



**Рис. 1. Класи розщеплення за поєднанням ознак у рослин гібридів F<sub>2</sub> та BC<sub>1</sub> від схрещування АД *Triticum durum* Desf. – *Aegilops tauschii* x Харківська 26**

Класи розщеплення за ознаками: колоскова луска Ж – жорстка (домінантна ознака), М – м'яка (рецесивна ознака); В – відсутність остей (домінантна ознака), О – остистість (рецесивна ознака); С – сіро-димчасте забарвлення колоскових лусок – (домінантна ознака), Б – білі колоскові луски (рецесивна ознака)

Однією з головних ознак пшениці, поліпшення якої було метою цієї роботи, є якість зерна. Аналіз вмісту білка у ряду сімей показав, що у амфідиплоїду він складає 22,0% при добрій виповненості зернівок, у більшості гібридних сімей 16,2–20,6 %, у стандарту Харківська 26 – 15,1%.

Визначення седиментації борошна показало, що у батьківського амфідиплоїду вона становила 55 мл; у сорту Харківська 26 – 75. Оскільки кількості зерен, одержаних з рослин ранніх поколінь, занадто мало для аналізу цього показника, його оцінку проводили у сімей BC<sub>2</sub>. У 60 проаналізованих сімей потомства другого бекросу цей показник становив від 76 до 92 мл. Це можна пояснити зміною структури клейковинних білків внаслідок неалельної, можливо, комплементарної взаємодії відповідних генів. Зокрема, виділились відзначені вище крупнозерні сім'ї 126–6/04 та 125–1/04, а також 126–7/04. Причому нижчий показник – 76 мл – був характерний для безостих форм з білим та сіро-димчастим колосом, високий – від 85 до 92 мл – для остистих форм. Лише одна сім'я з безостим забарвленим колосом мала показник седиментації 81 мл. Це може свідчити про зчеплення генів, що контролюють високу седиментацію, з генами остистості (рецесивними).

Результати вивчення електрофоретичного складу гліадинів (Терновская, Антонюк, 1996) показали (рис. 2) наявність у ряду сімей у α-зоні спектру білків з високою електрофоретичною рухомістю, які не є характерними для м'якої пшениці і, напевне, успадковані від *Ae. tauschii* (на рис. 2 вказані чорними стрілками). Ці компоненти маркують погіршення якості зерна: у сімей, що несуть ці блоки, показник седиментації становив 55–56 мл, тоді як у сорту Харківська 26 – 75 мл. У сімей з високими показниками седиментації (85 мл і вище) ці компоненти відсутні.

У γ-зоні спектру білими стрілками показані блоки компонентів, присутність котрих маркує високу якість зерна. Цей блок виявлений у сім'ях з високими показниками седиментації.

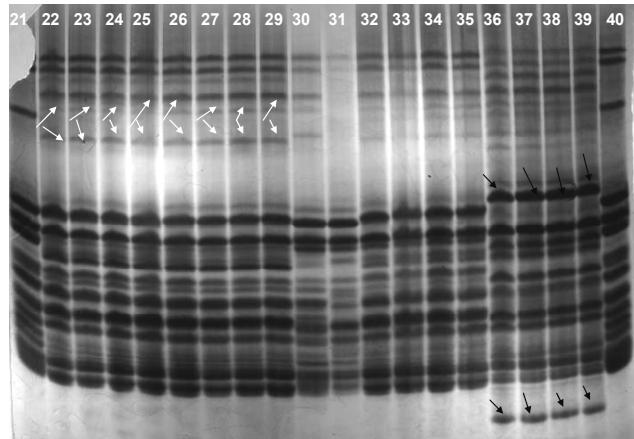


Рис. 2. Гліадиновий спектр гібридних сімей пшеничного типу

### Висновки

Ознаки відмінності амфідиплоїду *Triticum durum* Desf. – *Aegilops tauschii* Coss. від м'якої пшениці: жорсткість колоскових лусок, наявність остей та сіро-димчасте забарвлення колоскових лусок – успадковуються незалежно кожна від інших. Отримані сім'ї, у яких рівень седиментації борошна значно перевищує цей показник у батьківських форм. Виявлений зв'язок високого показника седиментації з остистістю колосів. Здійснено інтрогресію в генотип м'якої пшениці генів амфідиплоїду, які контролюють гліадинові блоки, пов'язані з високими та низькими показниками седиментації.

### Список літератури

- Богуславский Р.Л., Голик О.В. Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции. – Харьков: Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева, 2004. – 248с.
- Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. – М.: Колос, 1972. – 206с.
- Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев В.Е. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / Методические указания. – СПб: ВИР, 1999. – 82с.
- Определение показателя седиментации муки в уксусной кислоте (микрометод) // Методы оценки технологических качеств зерна. – М.: ВАСХНИЛ, 1971. – С.74.
- Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: Зб. наук. праць СГІ. – Одеса, 1996. – С. 117–132.
- Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. – Минск: Высшая школа, 1978. – 448с.
- Терновская Т.К., Антонюк М.З. Гены биохимических признаков как маркеры чужеродного генетического материала в геноме пшеницы // Цитология и генетика. – 1996. – Т.30, №3. – С. 71–85.
- Kihara H. Interspecific relationship in *Triticum* and *Aegilops* // Seiken Ziho. – 1963. – №15. – P. 1–12.
- McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M. et al. Catalogue of gene symbols for wheat. In: Proc. of the 9<sup>th</sup> Internat. Wheat Genet. Symp. – Vol.5. – University Extension Press, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 1998. – 235p.
- Mujeeb-Kazi A. Interspecific Crosses: Hybrid Production and Utilization. Chapter 3 // Utilizing Wild Grass Biodiversity in Wheat Improvement: 15 Years of Wide Cross Research at CIMMYT / CIMMYT Research. Report No2. – Mexico: CIMMYT, 1994. – P. 14–125.
- Mujeeb-Kazi A., Fuentes-Davila G., Delgado R. et al. Current status of D-genome based, synthetic, hexaploid wheats and the characterization of an elite subset // Annual Wheat Newsletter. – 2000. – Vol.46. – P. 76–79.

**НАСЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДАМИ ОТ СКРЕЩИВАНИЯ АМФИДИПЛОИДА *TRITICUM DURUM* DESF. – *AEGILOPS TAUSCHII* COSS. С СОРТОМ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ХАРЬКОВСКАЯ 26**

**К.И.Докукина, С.Ю.Диденко, З.В.Усова**

У гибридов  $F_1$  от скрещивания пшеницы Харьковская 26 с амфидиплоидом *T. durum* – *Ae. tauschii* доминирует спельтоидный комплекс морфологических признаков. Независимо наследуются жесткость колосковой чешуи, её окраска и остистость колоса. В  $F_2$  наблюдались трансгрессии по количеству колосков и зерен в колосе, массе зерна с колоса и массе 1000 зерен. Седиментация муки у большинства проанализированных семей  $BC_2$  варьировала от 76 до 92 мл. Установлена связь высокого показателя седиментации с остистостью колоса. В генотип мягкой пшеницы перенесены гены амфидиплоида, контролирующие глиадиновые блоки, связанные с высокими и низкими показателями седиментации.

Ключевые слова: амфидиплоид, *Aegilops tauschii* Coss., мягкая пшеница, интрогрессия, наследование, морфологические признаки, качество зерна.

**INHERITANCE OF MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL TRAITS IN HYBRIDS FROM CROSS OF AMPHIDIPOID *TRITICUM DURUM* DESF. – *AEGILOPS TAUSCHII* COSS. WITH BREAD SPRING WHEAT CULTIVAR KHARKIVS'KA 26**

**K.I.Dokukina, S.Y.Didenko, Z.V.Usova**

In  $F_1$  hybrids from cross of wheat Kharkivs'ka 26 with the amphidiploid *Triticum durum* Desf. – *Aegilops tauschii* Coss. dominates speltoid complex of morphological traits. Glume toughness, awness and glume grey-smoke colour are inherited independently. Transgressions by spikelet and kernel numbers in ear, kernel weight per ear and thousand kernels weight were observed in  $F_2$ . Flour sedimentation of the majority of analyzed families  $BC_2$  varies from 76 to 92 ml. Connection between high sedimentation index and ear awness is revealed. Genes responsible for gliadin blocks connected with high and low sedimentation indexes are transferred from amphidiploid into genotype of bread wheat.

Key words: amphidiploid, *Aegilops tauschii* Coss., bread wheat, introgression, inheritance, morphological traits, grain quality.

---

Представлено О.В.Голіком  
Рекомендовано до друку В.В.Жмурком