

***ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ ГЛЮТЕНІНОВІ БІЛКИ  
В ІДЕНТИФІКАЦІЇ І ПАСПОРТИЗАЦІЇ ГЕНОФОНДУ  
ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ***

---

І.А. Панченко, З.В. Усова, В.В. Лучной, В.К. Рябчун, О.Ю. Леонов  
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН

На репрезентативній вибірці сортів озимої м'якої пшениці встановлено, що глютенінові спектри генетично стабільні, але менш сорто-специфічні, ніж гліадинові. За різницями у структурі спектру високомолекулярних глютенінів і впливом окремих субодиниць на показники якості зерна вивчені сорти розділилися на 11 груп. Із 1060 сортів майже п'ята частина за локусами глютенінових білків виявилась гетерогенною.

*Озима м'яка пшениця, високомолекулярні глютеніни, поліморфізм, якість зерна*

У сучасних умовах серед факторів, що забезпечують одержання високої стійкої врожайності високоякісного зерна озимої м'якої пшениці, на перше місце виходить селекційно-генетичне поліпшення культури. Сучасний сорт має відрізнятися високою і стабільною продуктивністю, комплексною стійкістю до несприятливих факторів зовнішнього середовища, захворювань і шкідників, реакцією на високі агрофони, пристосованістю до індустриальних механізованих технологій вирощування і високою якістю продукції.

Першим кроком на шляху вирішення поставленої проблеми є пошук нових джерел і донорів цінних ознак серед світового генофонду.

З цією метою, протягом 1994 – 2004 років, ми вивчили 1060 сортотразків озимої пшениці вітчизняної і закордонної селекції з колекції Центру генетичних ресурсів рослин України за спектрами високомолекулярних глютенінів (табл. 1).

Як показали дослідження, глютенінові спектри генетично стабільні, але менш сортоспецифічні, ніж гліадинові. Визначено 20 різних комбінацій субодиниць високомолекулярних глютенінів, в той час як за гліадиновими білками відомо понад 80 алейних варіантів [1, 2].

Таблиця 1.

Кількісний розподіл вивчених сортів озимої м'якої пшениці стосовно країн світу, 1994-2004 рр.

Країна походження	Кількість зразків
Україна (UKR)	318
Росія (RUS)	146
Болгарія (BUG)	14
Угорщина (HUN)	29
Польща (POL)	14
Румунія (ROU)	40
Чехія (CZE) і Словаччина (SVK)	24
Югославія (YUG)	11
Німеччина (DEU)	20
Франція (FRA)	52
Австрія (ATA)	44
Великобританія (GBN)	12
Фінляндія (FIN)	17
Італія (ITA)	26
США (USA)	124
Канада (CAN)	19
Мексика (MEX) (SIMMYT)	16
Китай (CHA)	6
Індія (IND)	23
Австралія (AUS)	106
<b>Всього</b>	<b>1060</b>

За спектрами високомолекулярних глютенінів, які контролюються хромосою 1A, знайдено 3 алельні варіанти, за хромосою 1B - 15 варіантів, а за хромосою 1D - 2 варіанти [3]. Сорти озимої м'якої пшениці характеризуються присутністю у спектрі високомолекулярних глютенінів різних алельних варіантів, які значно відрізняються від компонентного складу високомолекулярних білків озимого жита та тритікале (рис. 1).

За сортами - ідентифікаторами визначені генетичні формули вивчених сортів.

Беручи до уваги тільки найсуттєвіші різниці у структурі спектру високомолекулярних глютенінів і враховуючі вплив окремих субодниць на технолого-біохімічні показники якості зерна, виникає можливість розподілити сорти озимої пшениці на 11 груп (табл. 2).

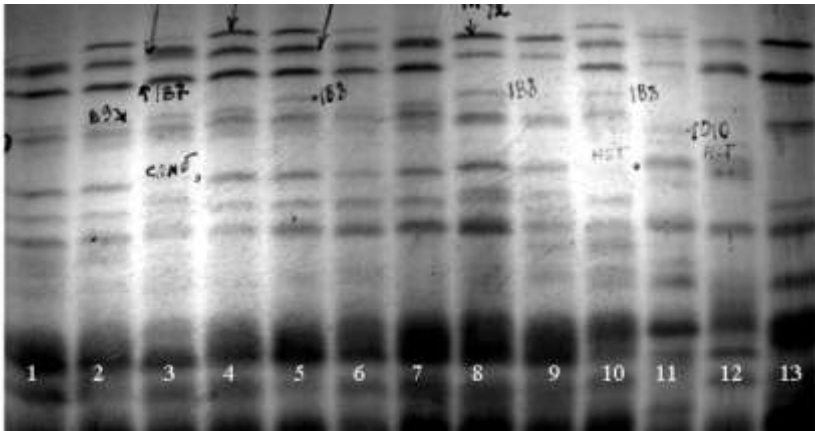


Рисунок 1. Електрофоретичні спектри високомолекулярних глютенинів сортів озимих культур:

- |                        |                    |                           |
|------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1. Безостая 1;         | 6. Харківська 90;  | 11. озиме жито Віку;      |
| 2. Донецька 46;        | 7. Харківська 92;  | 12. оз. тритікале АД3/5;  |
| 3. Исток;              | 8. Поліська 87;    | 13. Одеська зернокормова. |
| 4. Харківська 81;      | 9. Щедра Полісся;  |                           |
| 5. Альбатрос одеський; | 10. Іванівська 16; |                           |

Першою, найчисельнішою, була група сортів з формулою НМВ глютенинів Glu 1A1 1B7+9 1D5+10. До неї увійшла основна кількість сортів вітчизняної селекції (Миронівська 28, Донецька 46, Донецька 48, Харківська 96, Вадимовка, Дубровчанка та ін.), а також сорти закордонної селекції (Glira, Pegassos, Astron та ін.). Серед вивченого матеріалу до цієї групи увійшло 215 сортів. Сорти цієї групи мають високий адаптивний потенціал за рахунок присутності у спектрі НМВ алельного варіанту 1A1, який набув значного поширення у всіх зонах вирощування озимої пшениці. Алельні варіанти 1B7+9 та 1D5+10 забезпечують якісні показники зерна на рівні вимог до „цінних пшениць”. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу В або С.

Сорти Миронівська 62, Іллічівка, Пересипська, Кримська 8, Крошка, Ліра, Експромт, Дончанка, Перлина Лісостепу, Зерноградка 10, Московская 39, ОК91G103, SWM834074, PERLA 2, MV 706-90 та ін. увійшли до 2 групи і мали таку формулу: Glu 1A2\* 1B7+9 1D5+10. В наших дослідженнях таку формулу мало 189 сортів. Алельний варіант 1A2\* підвищує якісний потенціал сортів пшениць, але в той же час має

звужену географію розповсюдження. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу В.

Таблиця 2.

Розподіл світового генофонду озимих пшениць за алельними варіантами високомолекулярних глютенінів Glu – 1, 2000 – 2004 рр.

Група	Алельні варіанти, які контролюються хромосомами			Кількість сортозразків, шт.	
	A1	B1	D1		
1	1	7+9	5+10	215	
2	2*	7+9	5+10	189	
3	Null	7+9	5+10	59	
4	Присутність варіантів попередніх груп		7+8	5+10	139
5	теж саме		6+8	5+10	20
6	теж саме		13+16	5+10	9
7	теж саме		17+18	5+10	38
8	теж саме		20	5+10	47
9	Null		14+15	5+10	3
10	Присутність варіантів попередніх груп			2+12	194
11	Поліморфні сорти			-	147

Третю велику групу склали зразки, які мали у спектрі високомолекулярних глютенінів алельний варіант 1A Null. До цієї групи увійшло 59 сортів, серед яких: Миронівська 34, Мірич, Дарена, Копилівчанка, Київська остиста, PREDELA, GK BARNAFI, POLANKA, EXPERT, BRIGADER та ін. Показники якісного потенціалу сортів цієї групи значною мірою залежать від кліматичних умов року вирощування через присутність у спектрі варіанту 1A Null.

Специфіку четвертої групи обумовила наявність субодниниць 1B7+8 на фоні попереднього складу за хромосомами 1A і 1D (ALPE 1, CORELLA, NANJING 8611, Тарасовская 97, Селянка, Карат, Деметра, Куяльник та ін.). Всього таких сортів було 139. Аналіз одержаних даних дає вагомі підстави вважати, що високомолекулярні глютеніни цього складу мають значний вплив на якісні показники, і їх залучення до селекційних програм перспективне. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу А.

П'ята група сортів відрізняється від попередніх груп присутністю у своєму спектрі алейного варіанту 1B6+8 (Щедра Полісся, Поліска 87, Луцківлянка, NINGMAI 3, MACHANG 2 та ін.). Сорти цієї групи відносяться за технологічними показниками до групи кормових пшениць. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класів E та F. Загальна кількість зразків цієї групи склала 20 сортів.

Групи з 6 по 9, які виділилися за спектром глютенінів, небагато чисельні, і формуються, в основному, зразками іноземної селекції. До компонентного складу білків цих сортів входять рідкісні алейні варіанти, що контролюються локусами хромосоми 1B (13+16, 17+18, 20, 14+15). У цих групах сортів відсутній компонент 1B7, який, як вважає В. Бушук [4], впливає на хлібопекарські властивості пшеничних генотипів.

До групи 6 увійшло 9 сортозразків, які мали у спектрі алейний варіант 1B13+16. У сортів вітчизняної селекції такого блоку визначено не було. Серед зразків озимої пшениці, які вирощуються на території Росії, виділили 2 зразка з цим блоком: Яра та Эхо. Найбільшого поширення цей блок набув для сортів озимої пшениці Австралії (7 зразків). Сорти цієї групи характеризуються високим генетичним потенціалом якості зерна. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу А.

Сьому групу представлено зразками з алейним варіантом 1B17+18. До неї увійшли сорт української селекції Луна 2, російські - Звезда, Прикумская 79. Значна частка сортів з цими субодинами характерна для Індії, Австралії, Італії, Англії. За результатами наших досліджень ці субодинами визначають високу якість зерна озимої пшениці, тому сорти, які увійшли до цієї групи, можуть виступати джерелами у селекції на якість зерна. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу А. Всього в дослідях було визначено 38 таких сортів.

Для 47 сортів восьмої групи характерною ознакою є присутність у спектрі HMW глютенінів алейного варіанту 1B 20. Це сорти: Дельта (KHDCG, Росія), KONTRAST (DEU), MOULIN (FRA), ELYSEE (FRA), PRIAM (FRA), GARANT (FRA), MISA (FRA), OBELISK (GBN), PANU SAMPO (FND) та ін. За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класів E та F.

Особливістю дев'ятої групи є присутність алельного варіанту 1В 14+15. У цю групу увійшли 3 сорти: Циганка (ІФРГ), Одеська зерно-кормова (СГП), CADENZA (GBN). За генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класу Е.

До десятої групи увійшли сортозразки озимої м'якої пшениці, які мали різні алельні варіанти за хромосомами А1 і В1, а за хромосомою D1 всі вони мали субодиницю 2+12 (Феррогінеум 1239, Луна 3, Дніпровська 756, Золотава носівська та ін.). Ця група складалася з 194 сортів. У відповідності з генетичною класифікацією озимої м'якої пшениці за спадковообумовленим рівнем якості зерна ця група сортів відноситься до класів Е та F.

За результатами наших досліджень для підвищення ефективності селекційного процесу до програм по якості зерна бажано включення сортів озимої м'якої пшениці, які за спектрами високомолекулярних глютенінів відносяться до 1, 2, 4, 6, 7 груп.

Більшість сортів мономорфні за вивченими глютеніновими білками (Харківська 105, Харус, Калина красна та ін.) (рис. 2).

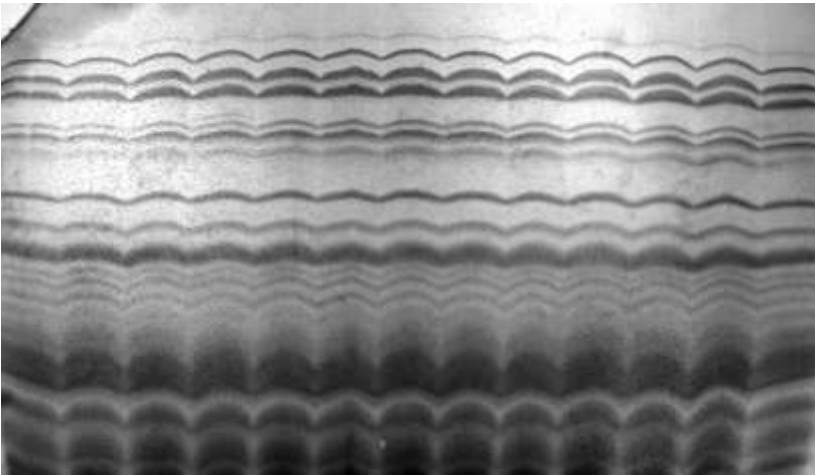


Рисунок 2. Електрофоретичний спектр ліній сорту Харківська 105

Однак необхідно відзначити, що частина вивчених сортів була поліморфною за локусами глютенінових білків. Відмічено поліморфізм за одним, двома, а в деяких випадках – трьома локусами.

Як відомо, визначена при електрофорезі запасних білків гетерогенність відображає особливості створення сорту, а саме: чи була батьківська рослина гомо- або гетерозиготною за локусами запасних білків. В останньому випадку, при масовому доборі з гібридної популяції селекційних ліній, їх генотипи будуть відрізнятися за алелями локусів запасних білків, а сорт буде представляти собою суміш двох або більше генотипів з різним алельним станом співвідносно одного або декількох локусів. У результаті за компонентним складом білків виділяють сорти гомозиготні або гетерозиготні [5].

Треба зазначити, що гетерогенність за локусами запасних білків характерна не тільки для сортів озимої м'якої пшениці, вона також виявлена нами при аналізі колекційного набору сортів ярої м'якої пшениці [6, 7]. Рівень гетерогенності, як видно, визначається особливостями ведення селекції. Наприклад, за даними багатьох дослідників, значною гетерогенністю за локусами глютенінових білків відзначаються сорти озимої м'якої пшениці селекції Франції, Англії, Німеччини [2, 8, 9].

В наших дослідженнях із 1060 вивчених сортів у 18,3% ми визначили гетерогенність за локусами глютенінових білків, і вони були представлені декількома генотипами. З них у 14,1% сортів спостерігалася гетерогенність за одним локусом, у 3,4% зразків за двома локусами, у 0,8% - за трьома локусами одночасно.

Таким чином, практично п'ята частина вивчених сортозразків є за сутністю сортами-популяціями з певною генетичною структурою за локусами глютенінових білків. Можливо, що при довгому використанні у виробництві таких сортів без проведення генетичного контролю може статися зміна співвідношення біотипів навіть до повної елімінації окремих з них. Особливо це стосується біотипів, які зустрічаються з 1-5 відсотком. Не виключено, що це може призвести до зміни деяких властивостей і особливостей сорту.

Яскравим прикладом такого перерозподілу алельних варіантів є словацький сорт Barbara, який за даними інституту-оригінатору, складається на 50% з ліній з алельним варіантом 1ANull [10], при вирощуванні у нашій зоні цей варіант проявився тільки у 2% біотипів.

Використовуючи генетичні формули глютенінових білків окремих ліній поліморфних сортів озимої пшениці, можна покращити якість характеристики сорту шляхом вилучення з посівів ліній, які мають у спектрі субодиниці, що визначають низький рівень якості зерна (наприклад сорт Харківська 92).

Таким чином, проведені нами дослідження дозволяють зробити наступні узагальнення.

1. Аналіз одержаних спектрів високомолекулярних глютенінів вивчених сортів озимої м'якої пшениці світового генофонду показав стабільність їх прояву у всі роки досліджень.

2. За складом алейних варіантів високомолекулярних глютенінів сорти озимої м'якої пшениці розділили на 11 груп. Перша, найбільша за обсягом група сортів, має алейні варіанти 1A1, 1B7+9, 1D5+10; друга група – 1A2\*, 1B7+9, 1D5+10; третя група – 1A Null; четверта група – 1 (2\*), 7+8, 5+10; п'ята група пшениць – Null, 6+8, 5+10; шоста – дев'ята групи включають іноземні сорти з новими для нашої зони алейними варіантами, які контролюються хромосомою B1 - 13+16, 17+18, 20, 14+15, до десятої групи віднесені сорти з алейним варіантом 2+12 хромосоми D1, одинадцятую групу склали поліморфні сорти.

3. Для підвищення ефективності селекційного процесу на якість зерна озимої м'якої пшениці бажано залучити до гібридизації сорти, які за спектрами високомолекулярних глютенінів відносяться до першої, другої, четвертої, шостої та сьомої груп.

4. Визначено значний поліморфізм світового генофонду пшениць за алейними варіантами високомолекулярних глютенінів. 18,3 % вивчених сортозразків поліморфні за одним, двома, а в деяких випадках – трьома локусами.

#### Бібліографічний список

1. *Попереля Ф.О., Благодарова О.М.* Генетика якості зерна перших генотипів надсильної пшениці України // Цитология и генетика. – 1998. – Т. 32, № 6. – С. 11–19.
2. *Payne P.J., Nightingale M. A., Krattiger A.F., Holt L.M.* The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread making quality of British – grown wheat varieties // J. Sci. Food Agric. – 1987. – Vol. 40, № 2. – P. 51-65.
3. *Пархоменко Р.Г., Панченко И.А., Шевченко З.В.* Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по электрофоретическим спектрам глютеинов // Молекулярно - генетические маркеры и селекция растений: Тез. докл. конференции. Киев, 10-13 мая 1994 г. – К.: Аграрна наука, 1994. – С. 46.
4. *Ng P.K.W., Bushuk W.* Statistical relationship between high molecular weight subunits of glutenin and breedmaking quality of canadian – grown wheats // Cereal Chem. – 1988. – Vol. 65, № 1.– P. 408–413.
5. *Собко Т.А., Созинов А.А.* Анализ генетической структуры возделываемых в Украине сортов озимой мягкой пшеницы с использованием генетических маркеров // Цитология и генетика. – 1999. – Т. 33, № 5. – С. 30–41.



6. *Голік В.С., Голік О.В., Юрченко П.Х., Пархоменко Р.Г., Усова З.В.* Селекція ярої пшениці на якість зерна // Селекція і насінництво – Х., 2000. – Вип. 83. – С. 3–8.
7. *Рабинович С.В., Бондаренко В.Н., Долгова Е.М., Пархоменко Р.Г., Леонов О.Ю., Черняева И.Н., Усова З.В.* Современные сорта яровой и озимой мягкой пшеницы - потомки первых пшенично-пырейных гибридов академика Н.В. Цицина // Тезисы докладов международной конференции, посвященной 100 - летию со дня рождения Н.В. Цицина. – М.: Россельхозакадемия, 1998. – С. 414–418.
8. *Rogers W.J., Payne P.J., Horinder K.* The HMW glutenin subunits and gliadin compositions of German – grown wheat varieties and their relationship with bread – making quality // *Plant Breed.* – 1989. – № 2. – P. 89–100.
9. *Blondard G., Le Blanc A.* Les sous- unités glutenines de haut poids moleculaire des bles tendres et des bles durs cultivés en France // *Agronomie.* – 1985. – № 5 (6). – P. 467–477.
10. *Kraic J., Gregova E.* Katalog biochemických fingerprintov odrod pšenice // *Pištany.* – 1996. – 41 p.

На репрезентативной выборке сортов озимой мягкой пшеницы установлено, что глютелиновые спектры генетически стабильные, но менее сортоспецифические, чем глиадиновые. За различиями в структуре спектров высокомолекулярных глютелинов и влиянием отдельных субъединиц на показатели качества зерна изученные сорта разделились на 11 групп. Из 1060 сортов почти пятая часть за локусами глютелиновых белков оказались гетерогенными.

At the representative sampling of winter bread wheat varieties it is established that glutenin bands are genetically stable, but less variety-specific than gliadin bands. The varieties studied were divided into 11 groups as for the differences in the structure of the bands of high molecular glutenins and the influence of separate subunits on grain quality indices. Out of 1060 varieties almost one-fifth part proved to be heterogeneous as to the loci of glutenin proteins.