

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА ТА ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БОРОШНА ПШЕНИЧНИХ ГЕНОТИПІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СУБОДИНИЦЬ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ГЛЮТЕНІНІВ

Усова З.В.

Інститут рослинництва ім.В.Я. Юр'єва НААН

На лінійному та гібридному матеріалі пшениці м'якої озимої встановлено зв'язок реологічних властивостей тіста та хлібопекарських показників якості зерна з окремими субодинамиціями високомолекулярних глютенінів. Визначено аельні варіанти глютенінів, що надійно маркують як високий так і низький рівень показників якості зерна пшеничних генотипів. Виділено лінії з високим і стабільним рівнем прояву показників якості зерна пшениці.

Пшениця м'яка озима, високомолекулярні глютеніни, реологічні властивості тіста, хлібопекарська оцінка

Пшениця м'яка – унікальна культура, білки зерна якої при замісі тіста утворюють в'язку еластичну масу – клейковину, яка визначає реологічні властивості тіста та борошна. Ця особливість пов'язана з запасними білками ендосперму. Клейковина представляє собою великий комплекс мономорфних і поліморфних білків, відомих як гліadini і глютеніни, відповідно. В складі клейковини ці білки представлені приблизно у рівному співвідношенні. Складні сімейства генів, які кодують синтез гліадину (Gli – 1, Gli – 2, Gli – 3), локалізовані в коротких плечах першої і шостої гомологічних груп хромосом, а детермінуючих глютенін (Glu -1, Glu -3) – в довгих і коротких плечах першої групи хромосом. Встановлено, що глютеніни відіграють головну роль в визначенні еластичності клейковини, з якою пов'язані змішувальні властивості і сила тіста, його розтяжність, в той же час гліадини обумовлюють його в'язкість.

Технологічно-біохімічні показники якості зерна значно змінюються під впливом зовнішніх умов середовища, тому за ними досить складно визначати генетичний рівень якості. Крім того, щоб одержати

інформацію про генетичну детермінацію генотипу за ознаками якості, селекціонеру необхідно проводити його багаторазову оцінку у різних умовах вирощування. Це пов'язано зі значним збільшенням обсягів селекції і суттєво затримує період створення нових сортів. В той же час наявна система оцінок не гарантує від втрат в процесі селекційної проробки багатьох цінних генотипів. Таким чином, проблема підвищення ефективності селекції повинна базуватися на встановленні систем генетичного контролю ознак.

Значна доля міжсорткової мінливості за хлібопекарською якістю пшениць може бути віднесена за рахунок будови і властивостей глютенінової фракції білка. На основі того, що молекули глютеніну відіграють важливу роль при утворенні клейковини, доведено, що існує залежність між якістю борошна і складом Glu-1 [1-3]. Деякі дослідники навіть вважають глютеніни самим важливим детермінантом структури та еластичності тіста, а також якості пшеничного борошна [4]. Подальша робота з вивчення глютенінів показала, що хлібопекарська якість має тісний взаємозв'язок із складом субодиниць з молекулярною вагою у діапазоні від 90 до 140 kDa, так званих високомолекулярних глютенінів (HMW) [5]. У ряді робіт П. Пейна та ін. показано, що для англійських пшениць, а також пшениць з інших країн світу значне покращення хлібопекарських властивостей можна одержати оптимізацією складу високомолекулярних субодиниць глютеніну [6, 7].

Метою наших досліджень було визначення зв'язку алелів високомолекулярних глютенінів з реологічними властивостями тіста, як вагомими показниками якості зерна для підвищення ефективності добору цінних генотипів в селекції пшениці м'якої озимої за цією ознакою.

Матеріали і методи. Селекційну цінність алельних варіантів високомолекулярних глютенінів вивчали на гібридному і лінійному матеріалі. З цією метою було створено 23 гібридні комбінації, серед яких Находка 7/Blazer (1B7+8/1B17+18), Коломак 5/Thunderbird (1B7+8/1B13+16), Хвиля /Эхо (1B7+8/1B13+16), Поліська 1259/Obelisk (1B7+9/1B20), Тіра/MV18 (1B7+8/1B20), TAW 5/Циганка (1B7+9/1B14+15), Київська остиста/Одеська133 (1A1/1ANull), Донецька 46/Stolec (1A1/1ANull), Київська остиста/Львівська 167(1B7+9/1B7+8), Ольвія/Польська 87 (1D5+10/1D2+12), а також був використаний лінійний матеріал поліморфних сортів Orlenka (1B7+9/1B17+18), Циганка (1B7+9/1B14+15), Харківська 92 (1A2*/1A1), Лада одеська (1B7+9/1B7+8), Символ одеський (1B7+9/1B7+8). Критерієм добору сортозразків пшениці озимої, які були залучені до гібридизації, була різниця за алельним станом спектру одного з локусів

високомолекулярних глютенінів.

Електрофоретичний поділ глютенінових білків в ПААГ проводили за методикою Р.К.В. Ng, M.G. Scoulon, W. Bushuk [8]. Для ідентифікації субодиниць глютеніну і кодуючих їх локусів використовували номенклатуру, запропоновану Р.Д. Рауне et al. [9]. Фізичні властивості тіста визначали на альвеографі Шопена, хлібопекарські властивості – за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [10-12].

Статистичну обробку даних проводили за допомогою пакету статистичних прикладних програм - ОСГЕ, який розроблено відділом генетики Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, а також пакету програм Statistica-06 (ліцензія № ВХХR502С631824NEN3).

Результати і обговорення.

Фізичні властивості тіста, а саме його стійкість до механічного замісу, потребують детального вивчення через те, що від них в значній мірі залежать основні результуючі показники хлібопекарської оцінки хліба. Ці показники в основному залежать від білкового та вуглеводного комплексу зерна пшениці.

Важливим кроком для оцінки технологічних властивостей пшениці є визначення фізичних властивостей тіста: величина пружності, розтяжності та питома робота деформації тіста (W). За цими показниками пшениця класифікується за цінністю: "сильна", "цінна", "слабка". Зважаючи на те, що показник сили борошна є узагальненим значенням пружності і розтяжності тіста, до одного класу можуть входити сортозразки з різним проявом ознак складових. Тому є необхідність вивчення їх прояву у окремих генотипів. Протягом трьох років досліджень спостерігалась мінливість показників, що є сумарною дією умов року вирощування і властивостей генотипу. За ознакою пружність тіста до класу сильних відносяться зразки з показником на рівні 80 мм. У наших дослідях (табл.1) цим вимогам відповідали лінії Ер. 668-04, Ер. 669-04, Ер. 676-04, Ер. 696-04, які мали у спектрі високомолекулярних глютенінів такі субодиниці: 1A1, 1A2*, 1B7+8, 1D5+10 відповідно.

Показник збалансованості тіста, за дослідженнями Н.П. Козьміної дорівнює у сильних пшениць від 0,8 до 2 одиниць, а у слабких нижче 0,5 [13]. 11 ліній, які отримані у наших дослідженнях, увійшли за цим показником до групи сильних пшениць (табл.1).

Лінія Лют. 697-04, яка мала у спектрі високомолекулярних глютенінів алейний варіант 1D2+12, характеризувалась низьким показником ознаки. Така тенденція спостерігалась у всі роки досліджень.

Таблиця 1

Пружність і збалансованість тіста пшениці м'якої озимої в залежності від субодиноць високомолекулярних глютенінів і умов року вирощування, 2004 - 2006 рр.

Лінія	Алельний варіант Glu -1	Пружність тіста, P				Збалансованість тіста, P/L			
		\bar{x}	Ei	$\frac{E}{\text{ранг}}$	$\frac{R}{\text{ранг}}$	\bar{x}	Ei	$\frac{E}{\text{ранг}}$	$\frac{R}{\text{ранг}}$
Ер. 668-04	1A1	83,78	9,67	1	3	1,1	0,1	2	3
Ер. 669-04	1A2*	91,00	16,88	1	2	1,2	0,2	1	3
Ер. 670-04	1A Null	78,67	4,55	2	3	1,0	0,0	2	1
Ер. 677-04	1B7+9	79,89	5,77	2	2	1,0	0,1	2	2
Ер. 676-04	1B7+8	81,11	6,99	2	2	1,0	0,1	2	1
Ер. 678-04	1B6+8	59,55	-14,56	3	2	0,7	-0,3	3	1
Лют. 683-04	1B17+18	74,22	0,10	2	2	1,1	0,2	2	2
Ер. 687-04	1B13+16	75,55	1,44	2	3	1,0	0,0	2	3
Лют. 690-04	1B14+15	73,67	-0,45	2	2	0,8	-0,2	3	2
Ер. 692-04	1B20	63,56	-10,56	3	2	0,8	-0,2	3	1
Лют. 696-04	1D5+10	81,89	7,77	2	1	1,4	0,4	1	2
Лют. 697-04	1D2+12	53,22	-20,90	3	2	0,6	-0,4	3	2
Харківська 96 (St)		67,44	-6,68	2	1	1,1	0,1	2	2
НІР _{0,05}			9,47				0,2		

Таким чином, присутність у спектрі високомолекулярних глютенінів окремих субодиноць забезпечує надійне визначення таких якісних ознак, як пружність і збалансованість тіста, які є вихідними для характеристики сили борошна.

Показник сили борошна є результируючою ознакою його фізичних властивостей. Сила пшениці значною мірою визначається сортовими особливостями зразка. Тому в селекції на якість зерна необхідно використовувати високоякісні сортозразки, які характеризуються генетично обумовленими стабільно високими фізичними властивостями тіста. В наших дослідженнях ми отримали окремі лінії пшениці озимої, які поєднали високі показники сили борошна (280 о.а.) зі стабільним їх проявом у різні за погодними умовами роки (табл. 2).

Так, стабільно високі значення показника визначались у ліній, які мали у спектрі високомолекулярних глютенінів такі субодиноці: 1A2*, 1B7+8, 1D5+10. Це лінії Ер. 669-04, Ер. 676-04, Лют. 696-04. Стабільно низький рівень сили борошна мали лінії пшениці озимої Ер. 678-04 (1B6+8), Лют. 690-04 (1B14+15), Ер. 692-04 (1B20), Лют. 697-04 (1D2+12).

Таблиця 2

Показник сили борошна пшениці м'якої озимої в залежності від присутності субодиноць високомолекулярних глютенінів і умов року вирощування, 2004 - 2006рр.

Лінія	Аельний варіант Glu -1	Сила борошна, \bar{X} , од. а.	Генотиповий ефект		Ступінь пластичності		Сума рангів
			Ei	ранг	Ri	ранг	
Ер. 668-04	1A1	242,58	30,98	2	1,17	2	4
Ер. 669-04	1A2*	278,45	63,88	1	1,05	2	3
Ер. 670-04	1A Null	193,11	-21,46	2	1,33	3	5
Ер. 677-04	1B7+9	204,22	-10,35	2	0,91	2	4
Ер. 676-04	1B7+8	286,55	71,98	1	1,05	2	3
Ер. 678-04	1B6+8	158,55	-56,02	3	1,19	2	5
Лют. 683-04	1B17+18	231,11	16,54	2	1,91	3	5
Ер. 687-04	1B13+16	236,56	21,98	2	1,32	3	5
Лют. 690-04	1B14+15	186,22	-28,35	2	0,27	1	3
Ер. 692-04	1B20	135,89	-78,68	3	0,87	2	5
Лют. 696-04	1D5+10	300,33	85,76	1	0,88	2	3
Лют. 697-04	1D2+12	110,56	-104,02	3	0,72	1	4
Харківська 96 (St)		222,33	7,76	2	0,34	1	3
НІР _{0,05}			36,89		0,25		

Лінії, які не увійшли до перших двох груп за показником сили борошна, значною мірою підпадали під вплив умов року вирощування. Таким чином, ми ще раз підтверджуємо провідну роль генотипу у формуванні фізичних показників борошна.

Узагальнюючим результатом оцінки вихідного матеріалу є хлібопекарський аналіз хліба, який вміщує в себе споживчі характеристики зразка: зовнішній вигляд (поверхня, форма, колір скоринки), шпаруватість, колір, еластичність м'якушки, смакова оцінка, об'ємний вихід хліба та загальна хлібопекарська оцінка. Всі ці показники в значній мірі залежать від суб'єктивної оцінки споживача. Тому, за нашою думкою, найбільшій уваги заслуговує показник об'єму хліба, як ознака, що параметрично вимірюється.

Об'єм хліба – складна ознака, яка є підсумком впливу білково-клейковинного комплексу, з точки зору його якісної характеристики. Як і решта показників, що вивчалися в наших дослідях, об'ємний вихід хліба залежить від умов року вирощування і сортових особливостей зразка. Стосовно наших ліній були отримані наступні результати (табл. 3): рівню вимог цінних пшениць (550мл) відповідали лінії Ер. 669-04, Ер. 676-04, Ер. 687-04, які мали у спектрі глютенінів такі субодиноць 1A2*, 1B7+8, 1B13+16. Лінія Лют. 696-04 з аельним варіантом 1D 5+10 за цим показником наближалась до рівня сильних пшениць.

Таблиця 3

Хлібопекарські властивості пшениці м'якої озимої в залежності від субодиниць високомолекулярних глютенінів, 2004 - 2006рр.

Лінія	Алельний варіант Glu-1	Об'єм хліба				Загальна хлібопекарська оцінка			
		\bar{x} , мл	E_i	R E	R R	\bar{x} , бал	E_i	R E	R R
Ер. 668-04	1A1	532,2	15,73	2	2	3,62	0,27	2	2
Ер. 669-04	1A2*	563,3	46,84	1	2	4,01	0,66	1	2
Ер. 670-04	1A Null	474,6	-40,94	3	3	3,16	-0,20	2	2
Ер. 677-04	1B7+9	512,2	-4,27	2	3	3,42	0,07	2	3
Ер. 676-04	1B7+8	554,4	37,97	1	3	3,97	0,61	1	3
Ер. 678-04	1B6+8	453,3	-63,17	3	2	2,78	-0,58	3	2
Лют. 683-04	1B17+18	521,1	4,61	2	3	3,21	-0,14	2	2
Ер. 687-04	1B13+16	552,2	35,73	1	3	3,65	0,30	2	3
Лют. 690-04	1B14+15	490,0	-26,49	2	1	2,87	-0,48	2	1
Ер. 692-04	1B20	480,0	-36,49	3	1	2,36	-0,99	3	1
Лют. 696-04	1D5+10	595,6	79,06	1	1	4,39	1,04	1	2
Лют. 697-04	1D2+12	444,4	-72,05	3	1	2,49	-0,86	3	1
Харківська 96 (St)		540,0	23,51	2	1	3,66	0,30	2	2
НІР _{0,05}			28,03				0,49		

Висновки. 1. Присутність у спектрі високомолекулярних глютенінів окремих субодиниць забезпечує надійне маркування прояву таких якісних ознак як пружність і збалансованість тіста. За ознакою пружність тіста до класу сильних відносяться зразки, які мають у спектрі високомолекулярних глютенінів субодиниці 1A1, 1A2*, 1B7+8, 1D5+10. За показником збалансованості тіста всі лінії увійшли до групи сильних пшениць, окрім лінії з алельним варіантом 1D2+12, який контролює низький рівень прояву ознаки.

2. Стабільно високим рівнем показника сила борошна (278,45 – 300,33 о.а.) визначались лінії, які мали у спектрі високомолекулярних глютенінів субодиниці 1A2*, 1B7+8, 1D5+10. Стабільно низький рівень цієї ознаки (158,55 – 110,56 од.а.) мали лінії озимої м'якої пшениці з алельними варіантами 1B6+8, 1B14+15, 1B20, 1D2+12. Лінії, які не увійшли до перших двох груп за показником сили борошна, значною мірою підпадали під вплив умов року вирощування.

3. За хлібопекарською оцінкою борошна рівню вимог цінних пшениць (552,2 – 563,3 мл) відповідали лінії, які мали у спектрі висо-

комолекулярних глютенінів субодиноці 1A2*, 1B7+8, 1B13+16. Лінія з алейним варіантом 1D 5+10 за цим показником наближалася до рівня сильних пшениць (595,6 мл).

Список використаних джерел

1. *Lawrence C. J., MacRitchie F., Wrigley C. W.* Dough and baking quality of wheat lines deficient in glutenin subunits controlled by the Glu – A1, Glu – B1 and Glu – D1 loci // *Journal of Cereal Science.* – 1988. – Vol. 65, № 8. – P. 109-112.
2. *Orth R.A., Bushuk W.* Studies of gluten. II Relation of variety, location Grown and Baking quality of molecular wheat distribution of subunits // *Cereal Chemistry.* – 1972. – Vol. 50, № 2. – P. 191–197.
3. *Khan R., Tamminga G., Lukow O.* The effect of wheat flour proteins on mixing baking correlation wheat protein fractions and high molecular weight glutenin subunit composition by gel electrophoresis // *Cereal Chemistry.* – 1989. – Vol. 66, № 3. – P. 391–396.
4. *Bietz J.A., Wall J.S.* Identity of high molecular weight gliadin and ethanol – soluble glutenin subunits of wheat: relation to gluten structure // *Cereal Chem.* – 1980. – Vol. 57, № 2. – P. 415–421.
5. *Payne P.J., Holt L.M., Jackson E.A., Law C.N.* Wheat storage proteins: their genetics and their potential for manipulation by plant breeding // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.* – 1984. – Vol.304. – P. 359–371.
6. *Payne P.J., Holt L.M., Krattiger A.F., Carillo J. M.* Relationships between seed quality characteristics and HMW glutenin subunit composition determined using wheat grown in Spain // *Journal of Cereal Science.* – 1988. – Vol. 65, № 7. – P. 229–235.
7. *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.
8. *Ng P.K.W., Sconlon M.G., Bushuk W. A.* Catalog of biochemical fingerprints of registered canadian wheat cultivars by electrophoresis and high - performance liquid chromatography // *Food Science Department, University of Manitoba Winnipeg.* – Canada, 1988. – P. 3–175.
9. *Payne P.J., Lawrence C.J.* Catalogue of alleles for the complex gene loci Glu - A1, Glu – B1 and Glu –D1 which code for high – molecular - weight subunits of glutenin in hexaploid wheat // *Cereals Research Communications.* – 1983. –Vol. 11, № 1. – P. 29–35.
10. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рос-

лин.: Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Державний центр сертифікації, ідентифікації та якості сортів рослин. / Під ред. О.М. Гончара. – К.: Алефа, 2000. – Вип. 7. – С. 6–41.

11. *Пумпянский А.Я.* Методика и предварительные результаты изучения хлебопекарных свойств мировой коллекции пшеницы // Труды ВНИИ зерна и продуктов его переработки. – М.: ЦИНТИ, 1964. – Вып. 50–51. – С. 35–41.
12. Методы биохимического исследования растений / Под. ред. Ермакова А.И. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с. – Библиограф. с. 420.
13. *Козьмина Н.П.* Зерно. – М.: Колос, 1969. – 375 с. – Библиогр.: с. 362–372.

На линейном и гибридном материале пшеницы мягкой озимой установлена связь реологических свойств теста и хлебопекарных показателей качества зерна с отдельными субъединицами высокомолекулярных глютеинов. Определены аллельные варианты глютеинов, которые надежно маркируют как высокий, так и низкий уровень показателей качества зерна пшеничных генотипов. Выделены линии с высоким и стабильным уровнем показателей качества зерна пшеницы.

A relationship of dough rheological properties and breadmaking indices of grain quality with separate HMG subunits is stated on linear and hybridic materials of winter bread wheat. Allelic variants of glutenins are determined reliably marking both the high and low level of grain quality indices in wheat genotypes. Some lines with a high and stable level of manifestation of grain quality indices in wheat.