

***РІВЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ
М'ЯКОЇ ЯК РЕЗУЛЬТАТ ВЗАЄМОДІЇ СУБОДИНИЦЬ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ГЛЮТЕНІНІВ***

Усова З.В., Панченко І.А.
Інститут рослинництва ім.В.Я. Юр'єва НААН

В статті наведені результати вивчення впливу субодиноць високомолекулярних глютенінів на комплекс показників якості зерна сортів та ліній пшениці м'якої озимої. Проведено групування субодиноць високомолекулярних глютенінів за їх силою і напрямом дії на рівень прояву ознак якості зерна. Відкорегована міжнародна шкала оцінки впливу локусів високомолекулярних глютенінів на рівень показників якості зерна.

Високомолекулярні глютеніни, пшениця м'яка озима, показники якості зерна, балова оцінка

Підвищення якості зерна є однією із найважливіших задач агропромислового виробництва. В розв'язанні цієї задачі головна роль належить сорту. Впровадження в виробництво високоврожайних пластичних сортів з комплексом цінних технологічних властивостей в значній мірі залежить від ефективності оцінки селекційного матеріалу за показниками якості зерна. Умови господарювання і вимоги до якості зерна, які постійно зростають, потребують удосконалення існуючої системи оцінок селекційного матеріалу на всіх етапах селекційного процесу. В даному випадку важливим напрямом досліджень є розробка і впровадження методів, які забезпечують одержання надійної інформації про особливості генотипу.

Важливим методом є пошук генетичних маркерів окремих господарсько-цінних технолого-біохімічних ознак на основі електрофорезу запасних та функціональних білків рослин. В лабораторії якості зерна і біосировини використовується модифікована методика електрофорезу білків в ПААГ і ідентифіковані компоненти та їх блоки, які маркують окремі показники якості зерна пшениці та її морозостійкість, ведеться пошук маркерів інших господарсько-цінних ознак.

До теперішнього часу досить добре вивчені зв'язки алейних варіантів гліадину з показниками якості зерна, борошна [1 - 3]. Менш вивчено в цьому плані інший клейковинний білок - глютенін. Ведеться активний пошук зв'язку компонентного складу глютеніну з якістю зерна. Визначні результати з цього питання вже досягнуті як закордонними, так і вітчизняними дослідниками [4 - 7].

За результатами досліджень, П. Пейн та ін. розробили систему балів Glu-1, за якою оцінюються різноманітні склади високомолекулярних субодиниць глютеніну від 1 до 10, відносно їх внеску в хлібопекарську якість, яка вимірюється тестом SDS-седиментації [4]. Система підрахунку балів заснована на генетичній інформації, тобто на наявності або відсутності якогось-небудь алеля, який кодує одну або дві субодиниці (такі, як одна х-типу або одна х-типу + одна у-типу HMW) [8, 9]. У досліджах О.М. Лукова та ін. показники взаємозв'язків окремих субодиниць HMW - Glu з показниками хлібопекарської якості визначали 59 – 69 % варіювання цих ознак у 70 вивчених сортів [10]. Аналіз розповсюдження різноманітних субодиниць показав, що хлібопекарські властивості пшениці визначаються в основному хромосоною D1 і в меншому ступені – A1.

Метою наших досліджень було вивчити селекційну цінність за якістю окремих алелів високомолекулярних глютенінів пшениць озимих, уточнити їх внесок в систему бальної оцінки генотипів за складом глютенінових білків.

Матеріали і методи. Матеріалом для вивчення селекційної цінності алейних варіантів HMW були сорти пшениці м'якої озимої поліморфні за цією ознакою, а також добори з гібридних комбінацій, які були створення для проведення досліджень.

Електрофоретичний поділ глютенінових білків в ПААГ проводили за методикою Р.К.В. Ng, М.С. Sconlon, W. Bushuk [11]. Для ідентифікації субодиниць глютеніну і кодуючих їх локусів використовували номенклатуру, запропоновану Р.С. Payne et al. [12].

Для визначення якості зерна одержаних гібридів пшениці озимої визначали показник седиментації за методикою А. Я. Пумпянського, проводили повний технологічний аналіз, де визначали: вміст білка в зерні – за К'ельдалем, натуру зерна, склоподібність, кількість та якість клейковини, силу борошна та хлібопекарські властивості – за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [13-15].

Статистичну обробку даних за допомогою пакету статистичних прикладних програм - ОСГЕ, який розроблено відділом генетики Ін-

ституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, а також пакету програм Statistica-06 (ліцензія № ВХХR502С631824NEN3).

Результати і обговорення.

Узагальнення біохімічних та фізичних показників якості зерна сортів та ліній пшениці м'якої озимої, які були отримані нами в попередніх дослідженнях, дає можливість виділити субодиноці високомолекулярних глютенінів, які визначають комплекс ознак якості зерна на конкретному рівні (табл. 1) [16-21].

Таблиця 1

Технологічний потенціал якості пшеничних генотипів залежно від присутності у їх спектрі високомолекулярних субодиноць глютеніну, 2004 - 2006рр.

Хромосома	Аallel	Кількість ліній	Вміст в зерні, x, %		Якість клейковини, x		Показники альвеографа, x			Показник седиментації, мл
			білка	клейковини	од. ВДК	група якості	пружність (P), мм	збалансованість (P/L)	сила борошна (w), о.а.	
A1	2*	5	14,4	34,22	75,00	1	91,0	1,2	278	92
	1	5	13,1	31,33	90,56	3	83,9	1,1	246	84
	Null	3	13,06	31,11	90,00	3	78,7	1,0	193	77
B1	7+9	5	13,19	31,00	88,89	3	70,89	1,0	204	79
	7+8	3	14,15	35,33	81,67	2	81,11	1,0	287	91
	13+16	2	14,16	35,00	88,33	3	75,56	1,0	237	92
	17+18	2	13,82	32,33	93,33	3	74,22	1,1	231	91
	14+15	2	13,34	31,22	92,78	3	73,67	0,8	186	78
	6+8	3	12,41	29,22	96,67	3	57,56	0,7	159	65
	20	2	12,57	27,28	97,22	3	63,56	0,8	136	63
D1	5+10	3	15,39	36,33	79,44	2	81,89	1,36	300	94
	2+12	3	12,05	27,22	97,78	3	53,22	0,6	110,6	62
НІР _{0,05}			0,43	1,25	5,17		9,5	0,2	36,9	5,7

Так аallelний варіант 1A2* визначає високий відсоток вмісту білка в зерні і клейковини в борошні, з високою якістю останньої на

рівні першої групи і характеризується як добра. Цей варіант характеризує високий показник сили борошна, що дорівнює вимогам сильних пшениць. Таким чином він може виступати показником високої якості зерна пшениці. Наступні аельні варіанти 1A1 та 1ANull визначають вміст білка і клейковини в зерні на рівні вимог до цінних пшениць. Якість клейковини дорівнює вимогам другої групи. За показниками сили борошна, лінії які мають у спектрі аельний варіант 1A1, у різні роки наближаються до сильних пшениць. За варіантом 1ANull спостерігається значне зниження показника сили борошна.

Присутність у спектрі аельних варіантів 1B7+8, 1B17+18, 1B13+16 визначає високі показники вмісту білка і клейковини, з добримі якісними характеристиками останньої [22]. За характеристиками сили борошна лінії пшениці м'якої озимої з субодиноцею 1B7+8 перевершують показники сильних пшениць, а варіанти 1B17+18, 1B13+16 у різні роки дорівнюють або наближаються до нього.

Показник седиментації підтверджує високі технологічні показники вивчених ознак. Лінії, які мають у спектрі високомолекулярних глютенінів аельні варіанти 1B7+9, за технологічними показниками якості дорівнюють вимогам цінних пшениць. А присутність у спектрі аельних варіантів 1B14+15, 1B20, 1B6+8 обумовлює низький технологічний потенціал генотипа. Аельні варіанти 1D 5+10 хромосоми D1 забезпечує високий технологічний потенціал якості ліній пшениці озимої, в спектрі яких він присутній, у всі роки досліджень. Натомість аельний варіант 2+12 цієї ж хромосоми визначає низькі показники за всіма технологічними ознаками якості у всі роки досліджень.

Таким чином знаючи вплив окремих субодиноць високомолекулярних глютенінів на технологічні показники якості зерна і враховуючи незалежне поєднання їх в генотипі, можливо визначити ідеальну формулу високомолекулярного глютеніну для лісостепової зони України, а саме за локусом Glu-A1 – аельні варіанти 2* або 1, за локусом Glu-B1 – 7+8, 13+16, 17+18, за локусом Glu-D1 – 5+10.

Узагальнення даних технолого-біохімічних показників якості зерна, які було отримано в результаті проведених аналізів, дає підстави відкоригувати шкалу оцінки впливу субодиноць високомолекулярних глютенінів на ці показники [4] (табл. 2).

Враховуючи значну залежність показників якості зерна від впливу кліматичних умов зони вирощування і вивчивши комплекс показників якості зерна на лінійному матеріалі, який було отримано у зоні східної частини Лісостепу України ми визначили, що балова оцінка таких аельних варіантів високомолекулярних глютенінів, як 1A2*,

1B7+8, 1B17+18, 1B7+9, 1B6+8, 1D5+10, 1D2+12 повністю співпадає з визначеним раніше якісним потенціалом [4].

Таблиця 2

Шкала оцінки технологічної цінності алелів високомолекулярних глютенінів для Лісостепової зони України

Хромосома	Алель високомолекулярних глютенінів	Технологічна цінність алеля (бал)	
		за міжнародною шкалою (P. I. Payne)	за удосконаленою шкалою (IP)
A1	2*	3	3
	1	3	2**
	Null	1	2**
B1	7+8	3	3
	17+18	3	3
	13+16	-	3***
	7+9	2	2
	14+15	-	1,5***
	20	-	1,5***
	6+8	1	1
D1	5+10	4	4
	2+12	2	2

Примітки: 1. ** - відкореговані оцінки алельних варіантів;
2. *** - оцінка нових алельних варіантів.

За нашими даними алельний варіант 1A1 визначає нижчі показники якості зерна, у порівнянні з варіантом 1A2*, тому вважаємо за необхідність рахувати його генетичний потенціал якості на рівні 2 балів. З іншого боку, алельний варіант 1ANull не продемонстрував у наших дослідженнях негативного впливу на показники якості зерна, тому ми також оцінили його генетичний потенціал якості на рівні 2 балів.

Нові для нашої зони алельні варіанти високомолекулярних глютенінів 13+16, 14+15, 20, які контролюються хромосомою 1B, мали різний вплив на показники якості зерна. Значний позитивний вплив мав алельний варіант 1B13+16 (3 бали), негативно впливали на показники якості зерна алельні варіанти 1B14+15, 1B20, за шкалою П.І. Пейна ми оцінили їх вклад в технологічний потенціал якості пшеничного генотипу на рівні 1,5 бали. Вивчення цих трьох субодиноць у зоні східного Лісостепу України проводилось вперше.

Найзначніший позитивний вплив на показники якості зерна забезпечує наявність у спектрі високомолекулярних глютенінів алейних варіантів 1D 5+10, що ще раз підтверджує провідну роль геному D у формуванні хлібопекарських властивостей зерна пшениці.

За хромосомою В1 високомолекулярні субодиноці розподілилися на 3 групи. До першої групи увійшли субодиноці, які визначають високі технологічні показники якості зразків пшениці озимої: 1В7+8, 1В17+18, 1В13+16. До другої групи увійшли субодиноці, які визначають технологічні показники на рівні цінних пшениць: 1В7+9, 1В14+15, але при цьому зразки, які входять до цієї групи значною мірою підпадають під вплив умов року вирощування. У третю групу увійшли субодиноці, які мають негативний вплив на показники якості зерна, а саме 1В20, 1В 6+8.

Серед алейних варіантів, які контролюються хромосомою А1 найзначніший позитивний вплив на показники якості зерна має алейний варіант 1А2*, інші два варіанти 1А1 та 1А Null мають приблизно однаковий вплив на показники якості зерна, з незначним погіршенням у присутності субодиноці 1А Null.

Ці дані будуть слугувати для діагностики генетично обумовленого рівня якості зерна пшеничних генотипів. Їх можна використовувати як для оцінки великого колекційного матеріалу НЦГРРУ, так і в якості критерію добору перспективних генотипів на ранніх етапах селекційного процесу.

Висновки. 1. Проведено групування субодиноць високомолекулярних глютенінів за їх силою і напрямом дії на рівень прояву ознак якості зерна.

2. Проведені дослідження дають можливість розмежувати субодиноці високомолекулярних глютенінів за впливом на комплекс технологічно-біохімічних властивостей зерна озимої м'якої пшениці. До першої групи субодиноць, які мають позитивний генотипово обумовлений ефект прояву ознак, необхідно віднести наступні субодиноці: 1А2*, 1В7+8, 1В17+18, 1В13+16, 1D5+10, до другої групи увійшли субодиноці, які мають генотиповообумовлений негативний вплив на показники якості зерна: 1В6+8, 1В20, 1В14+15, 1D2+12. До третьої групи увійшли субодиноці 1А1, 1АNull, 1В7+9, які не мають значного впливу на комплекс показників якості зерна.

3. Узагальнення отриманих результатів дослідження технологічно-біохімічних показників якості зерна озимої м'якої пшениці дає підставу відкоригувати міжнародну шкалу оцінки впливу субодиноць високомолекулярних глютенінів за цими ознаками. Внесок в генетичний

потенціал якості алейних варіантів 1A1 та 1A Null, який за цією шкалою складає 3 і 1 бал відповідно, пропонуємо оцінити на рівні 2 бали для кожного з цих варіантів.

Список

1. *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.
2. *Cerny J., Sasek A., Vejl P., Hanisova A.* Common wheat (*T. aestivum* L.) marking by determination of approximate dependence of frequency of allelic genes on quality grade of agronomic character // *Sci. Agric. Bohemica.* – 1995. – № 26 (4). – P. 245–258.
3. *Духнов С.Н.* Глиадиновий біотип гібридов озимої пшениці як об'єкт отбора: Автореферат диссерт. ... канд. с.-х. наук / КазННІІ-земледілля ім. В.П. Вільямса. – Алмалыбак., 1986. – 25 с.
4. *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.
5. *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.
6. *Ng P. K. W., Bushuk W.* Concerning the nomenclature of the high molecular weight glutenin subunits // *Journal of Cereal Science.* – 1989. – Vol. 66, № 9. – P. 53–60.
7. *Булатова К.М.* Глютенины и глютениновые биотипы пшеницы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Институт молекулярной биологии и биохимии. – Алма-Ата, 1989. – 22 с.
8. *Payne P.J.* Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread - making qualities // *Ann. Rev. Plant Physiol.* – 1987. – Vol. 38. – P. 141–153.
9. *Rogers W.J., Payne P.J., Seekings J.A., Sajers E.J.* Effect on bread-making quality of x – type and y – type high molecular weight subunits of glutenin // *Journal of Cereal Science.* – 1991. – Vol. 68, № 7. – P. 195–205.
10. *Lukow O.M., Payne P.J., Tkachuk R.* The HMW glutenin subunits of canadian wheat cultivars and their association with breadmaking quality // *J. Sc. Food Agr.* – 1989. – Vol. 46, № 14. – P. 451–460.

11. Ng P.K.W., Sconlon M.G., Bushuk W. A Catalog of biochemical fingerprints of registered canadian wheat cultivars by electrophoresis and high - perphormanse liquid chromatografy // Food Science Department, University of Manitoba Winnipeg. – Canada, 1988. – P. 3–175.
12. 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.
13. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин.: 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.
14. 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.
15. Методы биохимического исследования растений / Под. ред. Ермакова А.И. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с. – Библиограф. с. 420.
16. Панченко І.А., Усова З.В., Лучной В.В., Росанкевич О.М., Буряк Л.І. Вплив алельних варіантів високомолекулярних глютенінів на фізичні показники якості зерна озимої пшениці // Селекція і насінництво. – Х., 1998. – Вип. 95. – С. 178 – 184.
17. Усова З.В. Селекційна цінність за якістю деяких високомолекулярних глютенінових білків сортів озимої м'якої пшениці // Селекція і насінництво. – Х., 1998. – Вип. 80. – С. 43–48.
18. Пархоменко Р.Г., Усова З.В. Редкие аллельные варианты блоков НМW глютеинов в оценке технологического качества зерна озимой пшеницы // Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва: Тез. допов. міжнарод. конф., присвяч. 90-річчя заснув. Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків, 17-19 червня 1998 р. – Х., 1999. – С. 223–224.
19. Усова З.В. Редкие аллельные варианты блоков НМW глютеинов в оценке технологического качества зерна озимой пшеницы // Проблеми фізіології рослин і генетики на рубежі третього тисячоріччя: Тези доповідей VII конференції молодих вчених. Київ, 18-20 жовтня 2000 р. – К., 2000. – С. 109.
20. Усова З.В. Глютенінові білки як генетичні маркери якості озимої пшениці // Современные проблемы генетики, биотехнологии

и селекции растений: Сборник тезисов международной конференции молодых ученых. Харьков, 2-7 июля 2001 г. – X., 2001. – С. 71–72.

21. *Панченко І.А., Усова З.В., Лучной В.В., Копитіна Л.П.* Зв'язок алельних варіантів високомолекулярних глютенінів з якістю зерна озимої пшениці // Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениць ім. В.М. Ремесла: Матеріали міжнародної наукової конференції «Пшениця. Сучасний стан і перспективи розвитку селекції, насінництва та технологій», присвяченої 100-річчю від дня народження вченого – селекціонера академіка В.М.Ремесла. – К., 2008. – Вип. 8. – С. 243–252.
22. *Панченко І.А., Усова З.В., Притула Н.М., Лучной В.В., Росанкевич О.М., Буряк Л.І.* Інформаційна цінність та успадкування алельних варіантів блоків високомолекулярних глютенінів в селекції озимої пшениці на якість зерна // Селекція і насінництво. – X., 2007. – Вип. 94. – С. 115–128.

В статье приведены результаты изучения влияния субъединиц высокомолекулярных глютеинов на комплекс показателей качества зерна сортов и линий пшеницы мягкой озимой. Проведена группировка субъединиц высокомолекулярных глютеинов по силе и направлению действия на уровень проявления показателей качества зерна. Откорректирована международная шкала оценки влияния локусов высокомолекулярных глютеинов на уровень показателей качества зерна.

The paper presents the results of the study of the influence of HMG subunits on the complex of grain quality indices in varieties and lines of winter bread wheat. The HMG subunits have been grouped according to their strength and action direction on the level of manifestation of grain quality indices. The international scale for estimating the effect of HMW loci on the level of grain quality indices has been adjusted.