

The maximum value of the indicator of the photosynthetic potential was fixed at sowing in the third decade of April, 12–13 flowering leaves in the interphase period – 1189–1686 thousand m²/ha.

The ripeness group of the hybrid influenced the formation of the photosynthetic potential. The highest values of the indicator were established during all the sowing periods of the mid-season of the Kahovski Hoghbroide, which were in the period of 12–13 leaves–flowering of the rockers in the range of 1375–1686 thousand m²/ha.

Keywords: *corn, hybrids, the timing of sowing, the density of standing, the net productivity of photosynthesis, photosynthetic potential.*

УДК631.526.3–02:664.71–11:57.047

DOI 10.31395/2415-8240-2018-93-1-80-95

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА СОРТІВ І ЛІНІЙ РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ ЗАЛЕЖНО ВІД АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

О. П. Герасимчук, кандидат сільськогосподарських наук

І. Ф. Улянич, кандидат технічних наук

Н. В. Воробйова, кандидат сільськогосподарських наук

В. В. Новіков, кандидат технічних наук

Уманський національний університет садівництва

Встановлено, що технологічні властивості зерна сортів і ліній різних видів пшениць істотно залежать від абіотичних і біотичних чинників. Так, маса 1000 зерен змінюється від 38,1 до 54,4 г, натура – від 621 до 809 г/л, вміст клейковини становив 22,6–44,9 %, гідратаційна здатність клейковини знаходилась в межах від 161 до 233 % залежно від сорту та лінії пшениці. Фракційний склад білка був також в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії. Так, фракція гліадин + глютенін становила від 43 до 86 %, а лейкозин + глобулін – від 12 до 57 %, вміст крохмалю в зерні – від 55,1 до 68,7 %.

Ключові слова: *пшениця, маса 1000 зерен, натура, вміст клейковини, гідратаційна здатність, вміст крохмалю.*

Постановка проблеми. Високопродуктивні сорти займають провідне місце в прогресивному збільшенні врожайності зерна, оскільки краще використовують поживні речовини, реагують на елементи агротехнології та стійкі до несприятливих чинників навколишнього природного середовища. Роль сорту особливо велика за інтенсивного землеробства [5]. Сорт – цілісна ростова, морфогенетична та біоритмічна система, має специфічні темпи

росту та формування метамерних органів рослини, а також ритми формування елементів продуктивності впродовж етапів органогенезу. Тому завдяки генетичній та епігенетичній гетерогенності сорт має специфічну реакцію на детермінацію властивостей [16].

Аналіз агрокліматичних умов показує можливі напрямки адаптивної перебудови сільського господарства в зв'язку з глобальними змінами клімату. Клімат України став більш м'яким, що свідчить про зменшення загибелі посівів пшениці м'якої від несприятливих чинників перезимівлі. Проте збільшуються випадки несприятливої дії чинників під час досягання зерна, що істотно впливає на формування продуктивності рослин [4, 6]. Ретроспективним аналізом доведено, що лише завдяки оптимізації системи генотип–середовище зростає ефективність виробництва. Для цього необхідно вивчати реакцію сорту на адаптивні властивості та елементи агротехнології [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Низка досліджень [7, 14, 20] підтверджують, що важливими чинниками реалізації продуктивності зернових культур є погодні умови вегетаційного періоду, висота рослин, стійкість їх до вилягання та розвиток збудників хвороб.

Вважається, що найважливішими показниками, які характеризують фізичні властивості зерна є маса 1000 зерен, крупність, вирівняність і натура [12]. Доведено, що маса 1000 зерен характеризує запас поживних речовин у зернівці. У зерні одного сорту з найбільшою масою 1000 зерен вміст ендосперму вищий [11].

Показник маси 1000 зерен залежить від геометричних характеристик: більш крупне за розмірами зерно зазвичай має більшу масу 1000 зерен [11, 15]. Маса 1000 зерен корелює з крупністю зерна, його склоподібністю, щільністю, вмістом ендосперму [18] і змінюється від 36,5 до 50,2 г [19, 21].

Натура зерна залежить від сферичності, крупності, стану поверхні зерна, наявності домішок, вологості, склоподібності, зольності [2, 10]. Натура зерна крупної фракції становить 757 г/л, середньої – 746, дрібної – 684 г/л, а маса 1000 зерен – відповідно 44; 33 і 21 г [13].

Натура зерна характеризує виповненість зерна і є ознакою борошномельних властивостей. Дрібне, проте виповнене зерно має щільне укладання, таке як і велике або навіть більше, що за однакової питомої маси зумовлює рівну або більшу величину натури. Більш висока натура вказує на кращу структуру ендосперму, а, отже, кращі борошномельні властивості зерна. Натура зерна пшениці м'якої змінюється від 620 до 870 г/л [9]. Чим вища натура зерна, тим вищий вихід готового продукту.

Відношення між натурою зерна та масою 1000 зерен може бути різною. За маси 1000 зерен пшениці від 15 до 40 г існує тісний зв'язок між цими показниками. Збільшення ж її від 40 до 60 г майже не змінює натуру зерна.

Крім цього густина білка становить 1,35–1,40 г/см³, а крохмалю – 1,46–1,63 г/см³, що може сприяти зменшенню натурі зерна [8].

Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні пшениці є клейковина, вміст якої змінюється від 4 до 45 % залежно від сорту з індексом деформації – від 60 до 120 о. п. ВДК [3]. У дослідженнях інших учених [17] вміст клейковини у зерні пшениці озимої від 25,9 % до 33,0 % залежно від сорту.

Матеріали і методи. Досліджували зерно районуваних сортів і ліній пшениць, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (st) слугував районуваний сорт пшениці м'якої озимої Подолянка.

Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва.

В зерні визначали масу 1000 зерен за ДСТУ ISO 520:2015, натуру – ГОСТ 10840–64, вміст клейковини – ДСТУ ISO 21415–1:2009.

Гідратаційну здатність клейковини (Г, %) за формулою

$$G = \frac{W \times 100}{100 - W}, \quad (1)$$

де W – вологість клейковини, %.

Вміст фракцій білка в зерні визначали за методикою описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці» (пат. № 06340), вміст крохмалю – ГОСТ 10845–98.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що маса 1000 зерен істотно залежала від сорту та лінії. Так, у середньому за п'ять років досліджень у зерна сортів пшениці м'якої вона була від 38,1 до 51,8 г, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 41,8 до 54,4 г, а в зерна інтрогресивних ліній був на рівні стандарту (табл. 1). Маса 1000 зерен пшениці щільноколосої і пшениці ефіопської становила 41,2–41,7 г або менше на 7–8 % порівняно з контролем. Найбільшу масу 1000 зерен формували рослини сортів Вдала, Щедра нива, Мирхад, лінії LPP 2793, LPP 1314 – 48,4–54,4 г або більше на 8–21 % порівняно зі стандартом. Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах – 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г [10].

Маса 1000 зерен сортів і ліній пшениці в досліді була дуже високою як у середньому за п'ять років, так і за роки проведення досліджень. Найбільше на масу 1000 зерен впливало ураження збудниками хвороб. Так, між цими показниками в 10 сортів і ліній пшениці встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,93 \pm 0,01 \dots -0,99 \pm 0,01$, для сорту Подолянка, Лупус – обернений високий ($r = -0,73 \pm 0,01 \dots -0,79 \pm 0,00$), для

сортів Кохана, Кулундинка – обернений істотний ($r = -0,60 \pm 0,01 \dots - 0,65 \pm 0,01$), а в решти сортів і ліній – слабкий зв'язок. Крім цього на масу 1000 зерен впливала висота рослин.

Табл. 1. Маса 1000 зерен сортів і ліній різних видів пшениць, г

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подольанка (st)	46,0	45,0	43,2	42,8	47,7	44,9
Ужинок	38,2	39,1	38,7	35,1	39,5	38,1
Кохана	41,1	42,0	40,1	40,5	46,9	42,1
Ластівка одеська	45,1	44,0	47,2	36,3	48,3	44,2
Вікторія одеська	47,2	47,5	45,8	44,6	45,4	46,1
Вдала	47,7	46,0	52,3	50,2	45,6	48,4
Славна	46,5	46,0	45,6	40,3	46,2	44,9
Щедра нива	49,4	51,3	45,7	42,1	53,7	48,4
Мирхад	53,1	54,2	47,6	49,4	54,5	51,8
Лупус	45,5	44,0	45,7	40,9	45,5	44,3
Суасон	46,3	46,9	42,3	45,4	48,3	45,8
Паннонікус	46,7	47,2	45,4	45,0	48,4	46,5
Емеріно	49,0	49,7	44,1	48,2	45,6	47,3
Чорноброва	41,2	43,6	42,0	44,8	43,3	43,0
Ас Маскіннон	43,1	43,9	42,5	44,4	42,7	43,3
Кулундинка	41,3	45,7	46,2	44,1	42,0	43,9
Уманчанка	38,1	42,4	42,9	41,7	40,8	41,2
Ефіопська 1	42,5	42,0	39,2	43,7	40,9	41,7
Р 7	43,2	43,5	39,7	38,4	44,4	41,8
LPP 3118	43,8	44,5	40,7	43,1	48,6	44,1
LPP 2793	50,1	53,8	51,4	52,1	51,6	51,8
LPP 1314	54,6	55,8	54,1	52,2	55,3	54,4
NAK46/12	43,8	44,2	43,5	41,4	43,1	43,2
NAK61/12	43,8	45,7	45,0	46,8	44,9	45,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>	<i>2,0</i>	–

Між цими показниками для сортів Ас Маскіннон, Чорноброва, лінії Ефіопська 1 встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,71 \pm 0,00 - 0,74 \pm 0,01$, для сортів Кохана, Емеріно, Суасон – істотний зв'язок ($r = 0,50 \pm 0,01 - 0,59 \pm 0,01$). Для сортів Вдала, Кулундинка, ліній Уманчанка, NAK46/12 цей зв'язок обернений істотний ($r = -0,51 \pm 0,02 \dots - 0,56 \pm 0,02$), оскільки між масою 1000 зерен і стійкістю рослин до вилягання він був прямий дуже високий – $r = 0,93 \pm 0,01 - 0,99 \pm 0,01$.

За даними табл. 2 натура зерна сортів пшениці м'якої від 700 до 809 г/л, а в ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 621 до 785 г/л. Натура зерна інтрогресивних ліній була на 25–27 г/л більша порівняно з сортом Подолянка (st).

Табл. 2. Натура зерна сортів і ліній різних видів пшениць, г/л

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подолянка (st)	750	705	726	781	775	747
Кохана	696	674	705	738	685	700
Вікторія одеська	751	742	767	783	722	753
Ластівка одеська	742	718	763	778	769	754
Вдала	780	740	739	794	761	763
Ужинок	742	724	773	821	786	769
Щедра нива	746	705	754	780	752	747
Славна	783	750	756	798	765	770
Мирхад	768	747	774	805	795	778
Емеріно	721	725	807	812	748	763
Суасон	762	761	777	799	761	772
Лупус	790	766	793	805	763	783
Паннонікус	790	784	788	795	788	789
Чорноброва	741	735	750	762	748	747
Ас Маскіннон	751	746	760	771	775	761
Кулундинка	818	802	813	810	800	809
Уманчанка	750	753	765	780	788	767
Ефіопська 1	778	780	793	785	766	780
LPP 3118	621	617	620	623	626	621
LPP 2793	696	676	690	699	692	691
P 7	727	713	736	752	720	730
LPP 1314	790	774	783	784	792	785
NAK61/12	768	763	786	774	770	772
NAK46/12	770	771	767	786	775	774
<i>НІР₀₅</i>	37	33	34	35	36	–

Найбільшу натуру зерна отримано за вирощування сортів Паннонікус і Кулундинка – 789–809 г/л або більше на 6–8 % та ліній Ефіопська 1, LPP 1314 – 780–785 г/л, або більше на 5–6 % порівняно зі стандартом.

Натура зерна пшениці щільноколосої становила 767 г/л або більше на 20 г/л, пшениці ефіопської – 780 г/л, або більше на 33 пункти порівняно з

контролем (747 г/л).

Упродовж років досліджень натура зерна істотно змінювалась. Проте величина цього показника залежала від вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти. Підвищення вмісту білка сприяло зменшенню натури зерна, оскільки об'ємна маса білка нижча порівняно з крохмалем. Так, для 13 сортів і ліній пшениці між ними встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,90 \pm 0,01 \dots -0,98 \pm 0,0$, для сортів Щедра нива, Славна, Лупус, ліній Ефіопська 1, LPP 3118 – високий зв'язок ($r = -0,76 \pm 0,01 - -0,89 \pm 0,02$), для сортів Подолянка, Вікторія одеська, Вдала, Паннонікус, Кулундинка, лінії LPP 1314 – істотний кореляційний зв'язок ($r = -0,54 \pm 0,03 \dots -0,69 \pm 0,02$).

У середньому за п'ять років дослідження вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої становив 22,6–40,6 %, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 34,6–44,9 або більше на 19–54 %, інтрогресивних ліній – 20,6–23,9 %, або менше на 18–29 % порівняно з контролем (табл. 3).

Вміст клейковини у зерні пшениці щільнокосої був істотно меншим упродовж років дослідження ($HIP_{05} = 1,3 - 1,7$), а в пшениці ефіопської – 42,0 % або більше на 44 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (29,1 %). З 16 сортів пшениці м'якої лише зерно двох сортів Паннонікус і Кулундинка перевищувало на 18–40 %, а в трьох: Лупус, Емеріно, Чорноброва було на рівні стандарту за вмістом клейковини. У решти сортів вміст клейковини був істотно менший.

Вміст клейковини у зерні сортів і ліній пшениці залежав від абіотичних і біотичних чинників. Найсприятливіші погодні умови в період досягання зерна пшениці були в 2012 р., оскільки температура повітря відповідала оптимальній (22–25 °C), а опадів випало лише 12,2 мм. Вміст клейковини знаходився в межах від 12,6 до 22,1 % залежно від сорту та лінії, тоді як за менш сприятливих погодних умов 2011 р. – від 11,3 до 21,4 %. Температура повітря в 2013–2015 рр. була нижче оптимальної, крім цього, в період досягання зерна випало 65,6–143,6 мм опадів. Високий розвиток септоріозу листків у 2014 р. не сприяв формуванню клейковини. Встановлено обернений дуже сильний кореляційний зв'язок між вмістом клейковини та індексом розвитку хвороб для сортів Вікторія одеська, Вдала, Щедра нива, Славна, Лупус, Паннонікус, Ас Maskinpon і ліній Ефіопська 1, LPP 2793, LPP 1314, P 7 і NAK46/12 – $r = -0,91 \pm 0,01 \dots -0,99 \pm 0,01$, а в решти сортів і ліній цей зв'язок був оберненим високим – $r = -0,78 \pm 0,02 - -0,89 \pm 0,01$.

Для пшениці дуже високим вважається вміст клейковини > 36 %, високим – 31–36, середнім – 26–31, низьким – 21–26 і дуже низьким < 21 % [15].

Табл. 3. Вміст клейковини у зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років	Відношення клейковини до білка
	2011	2012	2013	2014	2015		
Подольанка (st)	33,7	36,0	26,0	22,1	27,6	29,1	2,2
Кохана	32,4	33,2	15,4	14,1	18,0	22,6	1,6
Вікторія одеська	27,7	29,3	21,1	17,2	23,6	23,8	2,2
Ластівка одеська	29,3	31,6	26,1	18,4	23,6	25,8	2,2
Вдала	29,8	32,1	27,8	18,6	24,8	26,6	2,2
Ужинок	29,8	33,1	25,7	19,8	28,0	27,3	2,2
Мирхад	25,1	27,6	24,5	19,2	22,7	23,8	2,2
Щедра нива	28,4	30,5	18,8	15,9	27,2	24,2	2,2
Славна	25,4	28,3	26,5	20,1	22,4	24,5	2,2
Суасон	27,8	29,6	23,9	21,3	28,0	26,1	2,2
Лупус	33,7	36,0	26,6	20,0	31,2	29,5	2,2
Емеріно	36,7	37,2	25,7	24,6	28,8	30,6	2,2
Паннонікус	38,2	39,7	29,4	26,8	37,6	34,3	2,2
Ас Maskinon	26,7	28,4	25,1	22,5	23,6	25,3	2,2
Чорноброва	31,2	33,4	28,7	26,1	26,4	29,2	2,2
Кулундинка	41,5	43,9	39,7	35,1	42,8	40,6	2,2
Уманчанка	24,5	25,6	22,3	20,7	21,3	22,9	1,6
Ефіопська 1	40,9	41,6	38,4	43,8	45,2	42,0	2,1
Р 7	38,4	39,6	30,1	28,2	36,8	34,6	2,0
LPP 1314	39,2	41,2	38,1	35,7	37,2	38,3	2,2
LPP 2793	43,7	46,5	41,8	40,7	42,4	43,0	2,2
LPP 3118	45,8	47,2	44,6	43,8	43,2	44,9	2,1
НАК46/12	20,7	22,4	23,0	17,2	19,6	20,6	1,3
НАК61/12	25,4	27,3	20,1	22,8	24,0	23,9	1,7
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,6</i>	<i>1,7</i>	<i>1,5</i>	<i>1,3</i>	<i>1,5</i>	–	–

Встановлено, що дуже високий вміст клейковини мало зерно сортів пшениці м'якої Паннонікус і Кулундинка, пшениці ефіопської та лінії, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. Високий вміст клейковини формували рослини сорту Лупус, середній – Подольанка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Чорноброва, низький – Вікторія одеська, Ластівка одеська, Вдала, Мирхад, Славна, Ас Maskinon, пшениці щільноколосої, лінії НАК61/12, НАК46/12, дуже низький – сорт Кохана. Вміст клейковини за сприятливих умов 2011 і 2012 рр. був найвищим – від 20,7 до 47,2 %, за менш сприятливих – 2014 р. – від 17,2 до 43,8, у 2013 р. – від 20,1 до 44,6, а в 2015 р. – від 19,6 до 45,2 % залежно від сорту та лінії пшениці.

Із 24 сортів і ліній пшениці в 17 відношення між вмістом клейковини та вмістом білка в зерні становило 2,2, в одного сорту пшениці м'якої та пшениці щільноколосої – 1,6, пшениці ефіопської, лінії LPP 3118 – 2,1, а в інтрогресивних ліній – 1,3–1,7. Тому для зерна сортів пшениці м'якої, міжвидових ліній для визначення вмісту білка за показниками вмісту клейковини необхідно використовувати коефіцієнт 2,2 і навпаки.

Закономірності впливу висоти рослин, стійкості до збудників хвороб і стійкості до вилягання на вміст клейковини були подібними до вмісту білка, оскільки між цими показниками встановлено прямий високий кореляційний зв'язок ($r = 0,87 \pm 0,02$).

Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці м'якої знаходився в межах від 161 до 233 %, а ліній – від 170 до 210 % (рис. 1).

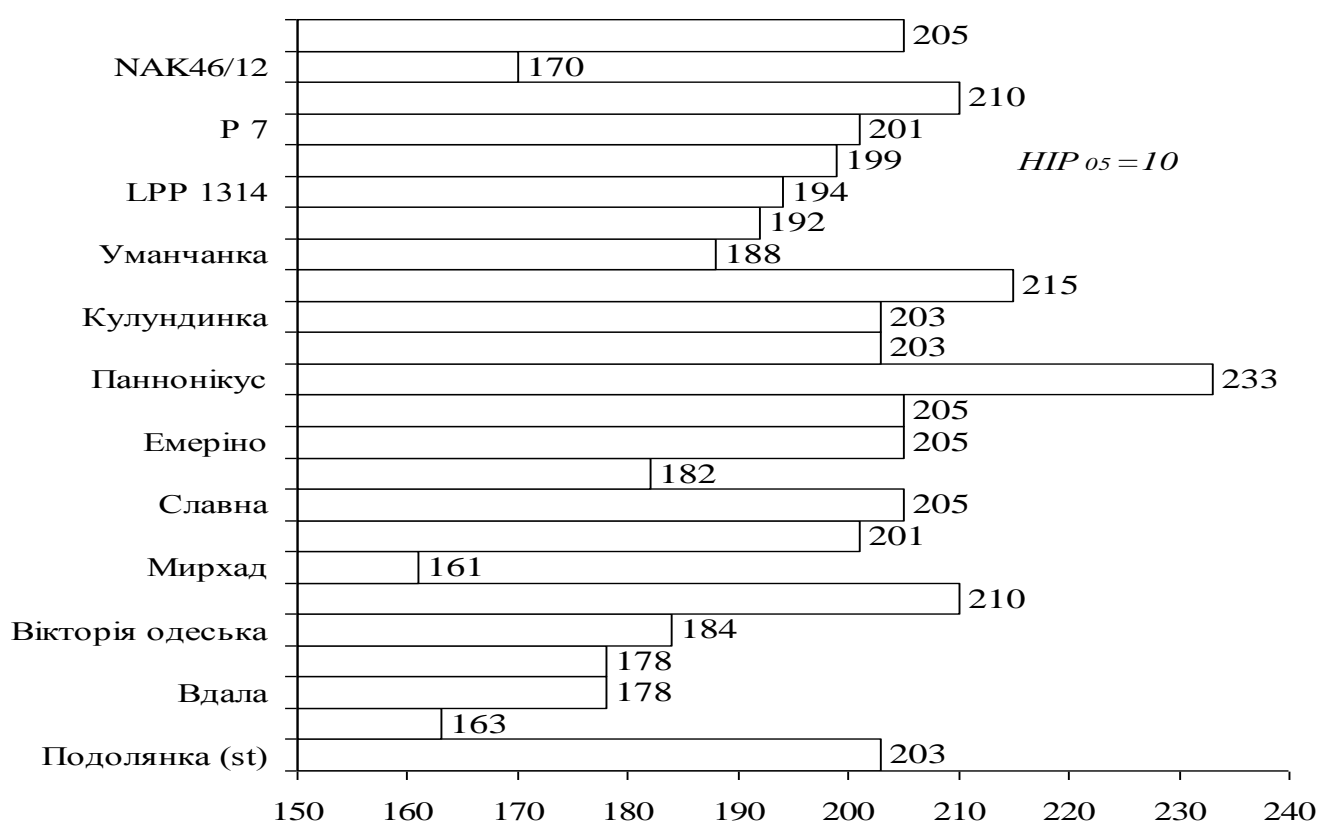


Рис. 1. Гідратаційна здатність клейковини сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Істотно вищий цей показник був у клейковини сорту Паннонікус – 233 % або більше на 30 % і Чорноброва – 215 %, або більше на 12 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (203 %). Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці м'якої Ластівка одеська, Вдала, Кохана, Вікторія одеська, Мирхад, Суасон, ліній Уманчанка, Ефіопська 1, NAK46/12 становила 161–192 % або менше на 11–42 % ($HIP_{05}=10$). У решти сортів і ліній вона була на рівні стандарту – 194–210 %.

Фракційний склад білка був також в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії (табл. 4).

Табл. 4. Вміст фракцій білка в зерні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вміст фракцій			
	гліадин+ глютенін	до st, ±	лейкозин+ глобулін	до st, ±
Подільянка (st)	71	0	29	0
Кохана	43	-28	57	28
Ужинок	71	0	29	0
Вдала	77	6	23	-6
Вікторія одеська	78	7	22	-7
Ластівка одеська	86	15	14	-15
Щедра нива	70	-1	30	1
Славна	73	2	27	-2
Мирхад	81	10	19	-10
Паннонікус	63	-8	37	8
Емеріно	71	0	29	0
Лупус	71	0	29	0
Суасон	80	9	20	-9
Чорноброва	65	-6	35	6
Кулундинка	71	0	29	0
Ас Maskinnon	73	2	27	-2
Уманчанка	54	-17	46	17
Ефіопська 1	68	-3	32	3
Р 7	68	-3	32	3
LPP 2793	70	-1	30	1
LPP 3118	71	0	29	0
LPP 1314	75	4	25	-4
НАК46/12	46	-25	54	25
НАК61/12	58	-13	42	13
<i>HIP₀₅</i>	4	–	2	–

Так, фракція гліадин + глютенін становила від 43 до 86 %, а лейкозин + глобулін – від 12 до 57 %. Найбільше клейковиноутворювальних білків містило зерно сортів пшениці м'якої Вдала, Вікторія одеська, Ластівка одеська, Мирхад, Суасон і лінії LPP 1314 – 75–86 % або більше на 4–15 % порівняно з контролем (71 %). Найменше їх було в зерні сортів Чорноброва, Паннонікус, Кохана, пшениці щільноколосої та ліній НАК 46/12, НАК61/12 – 65–43 % або менше на 6–28 % порівняно зі стандартом. У решти сортів і ліній вміст фракції гліадин + глютенін був на рівні сорту Подільянка – 68–73 %.

Вміст суми лейкозину та глобуліну мав обернено пропорційне зниження з клейковиноутворювальними білками. Так, найвищий їхній вміст мало зерно сортів пшениці м'якої Кохана, Паннонікус, Чорноброва, лінії Уманчанка, НАК 46/12, НАК61/12 – 35–57% або більше на 6–28 % порівняно з сортом Подолянка (st).

У середньому за п'ять років проведення досліджень вміст крохмалю в зерні сортів пшениці м'якої – від 57,4 до 68,7 % (табл. 5). Найвищим він був у сортів Мирхад і Щедра нива – 67,3–68,7 % або більше на 2,6–4,0 % порівняно з контролем (64,7 %).

Табл. 5. Вміст крохмалю в зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подолянка (st)	62,7	61,4	66,2	67,8	65,3	64,7
Кохана	63,2	62,9	65,2	66,3	63,4	64,2
Ужинок	63,5	61,8	66,4	68,4	63,9	64,8
Вдала	62,6	63,1	65,4	69,2	67,2	65,5
Ластівка одеська	64,4	63,2	66,7	69,2	66,7	66,0
Вікторія одеська	63,1	64,3	68,9	70,3	67,7	66,9
Славна	63,5	65,2	66,6	69,0	67,7	66,4
Мирхад	67,4	66,3	66,4	69,8	66,7	67,3
Щедра нива	66,8	65,2	71,3	72,8	67,3	68,7
Паннонікус	61,3	60,7	65,2	66,7	60,2	62,8
Емеріно	59,2	60,6	66,0	66,3	64,3	63,3
Лупус	61,2	60,4	64,6	68,9	62,6	63,5
Суасон	65,0	64,5	67,5	68,4	65,5	66,2
Кулундинка	56,3	55,0	57,7	60,5	57,3	57,4
Чорноброва	63,3	62,4	64,1	66,2	65,0	64,2
Ас Маскіннон	65,9	65,2	66,3	67,1	66,7	66,2
Ефіопська 1	57,9	57,7	58,3	56,6	53,7	56,8
Уманчанка	62,8	62,4	63,3	64,6	64,0	63,4
LPP 3118	54,3	53,2	55,7	56,0	56,2	55,1
LPP 2793	55,4	54,7	57,1	58,2	57,2	56,5
LPP 1314	59,9	58,8	60,2	61,1	60,4	60,1
P 7	59,3	58,7	63,4	64,2	59,7	61,1
НАК46/12	60,8	60,1	59,6	62,4	61,3	60,8
НАК61/12	62,1	61,2	64,7	63,8	63,0	63,0
<i>HIP₀₅</i>	2,8	2,9	3,1	3,2	3,0	–

У зерні ліній пшениці цей показник знаходився від 55,1 до 63,4 %. Найвищий вміст був у зерні пшениці щільноколосої та лінії НАК61/12 – 63,0–63,4 % або більше на 1,3–1,7 %. Найменшим – у зерні ліній Ефіопська 1, LPP 2793, LPP 3118 – 55,1–56,8 % або менше на 7,9–9,6 % порівняно зі стандартом. У середньому та за роки проведення досліджень вміст крохмалю був обернено пропорційний з вмістом білка, оскільки між цими показниками встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок ($r = -0,98 \pm 0,01$).

Висновки. Отже, технологічні властивості зерна сортів і ліній різних видів пшениць істотно залежать від абіотичних і біотичних чинників. Встановлено, що у середньому за п'ять років досліджень, маса 1000 зерен у сортів пшениці м'якої становить від 38,1 до 51,8 г, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. – від 41,8 до 54,4 г, в зерна інтрогресивних ліній на рівні стандарту, а в пшениці щільноколосої і пшениці ефіопської – 41,2–41,7 г.

Натура зерна сортів пшениці м'якої змінюється від 700 до 809 г/л, а в ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 621 до 785 г/л. Натура зерна інтрогресивних ліній на 25–27 г/л більша порівняно з сортом Подолянка (st).

У середньому за п'ять років дослідження вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої становить 22,6–40,6 %, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 34,6–44,9 або більше на 19–54 %, інтрогресивних ліній – 20,6–23,9 %, або менше на 18–29 % порівняно з контролем.

Вміст клейковини у зерні пшениці щільноколосої істотно менший упродовж років дослідження ($HIP_{05}=1,3-1,7$), а в пшениці ефіопської – 42,0 % або більше на 44 % порівняно з сортом–стандартом Подолянка (29,1 %).

Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці м'якої знаходиться в межах від 161 до 233 %, а ліній – від 170 до 210 %.

Фракційний склад білка змінюється в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії. Так, фракція гліадин + глютенін становить від 43 до 86 %, а лейкозин + глобулін – від 12 до 57 %.

У середньому за п'ять років проведення досліджень вміст крохмалю в зерні сортів пшениці м'якої – від 57,4 до 68,7 %. Найвищий він у сортів Мирхад і Щедра нива – 67,3–68,7 %. У зерні ліній пшениці цей показник знаходиться від 55,1 до 63,4 %.

Література

1. Амелин А. В., Азарова Е. Ф., Куликов Н. И., Ларионова Л. И., Цыбакова Ю. Н. Роль сорта в формировании урожая. *Земледелие*. 2002. № 1. С. 42.
2. Андрійченко Л. В., Хомяк П. В., Рибка В. С., Компанієць В. О. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах південного Степу України. *Наукові праці: Науково-методичний журнал*. Миколаїв. 2010. Випуск 119. С. 22–24.
3. Бабич М. Б., Байрам-Гали В. З., Калиниченко В. Н. Переработка зерна в зерновые хлопья и крупы, не требующие варки. *Хранение и переработка зерна*. 2001. № 9. С. 26–29.
4. Блажевич Л. Ю. Вплив агрометеорологічних факторів на тривалість етапів на продуктивність тритикале ярого. *Науковий вісник Київського НАУ*. 2008. Випуск 123. С. 87–93.
5. Бойко П., Коваленко Н. Потенциальная продуктивность зерновых культур в севооборотах. *Зерно*. 2017. № 4. С. 20–23.
6. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І. та ін. Визначник екологогенетичного статусу та родючості ґрунтів України. Київ: Колообіг, 2005. 304 с.
7. Демидов О. А., Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Рівень вияву та зв'язок урожайності, висоти рослин і стійкості до вилягання ячменю озимого у Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 30–34.
8. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000. 348 с.
9. Жемела Г. П. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 33–36.
10. Жуковский П. М. Пшеница в СССР: монография. Ленинград: Сельхозгиз, 1957. 610 с.
11. Шпаар Д., Каленская С., Гинапп Х. и др. Зерновые культуры. Москва, 2008. 656 с.
12. Иванова Т. И., Цыгуткин А. С., Костина Л. П. Изучение влияния удобрений на физические свойства зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме. *Агрехимия*. 1999. № 4. С. 56–60.
13. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Випуск 95. С. 146–161.

14. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДДА*. 2017. № 3. С. 18–24.
15. Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф. Спеціальна селекція і насінництво польових культур. Харків, 2010. 462 с.
16. Lohrmann J., Harter K. Plant Two-Component Signalling Systems and the Role of Response Regulators. *Plant Physiol.* 2002. Vol. 128. P. 363–369.
17. Osokina N., Liubych V., Novak L., Pushkariova-Bezdil T., Priss O., Verkhohantseva V., Hryhorenko O., Pusik V., Pusik L. Elucidation of the mechanism that forms breadbaking properties of the spelt grain. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies.* 2018. Vol. 2 (11–92). P. 39–47. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.126372.
18. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research.* 2017. №. 34. P. 69–76.
19. Kostetska K. V., Yevchuk Y. V. Physical and mechanical properties and quality indicator of wheat. *Carpathian journal of food science and technology.* 2016. № 8 (2). P. 187–192.
20. Poltoretskyi S., Hospodarenko H., Liubych V., Poltoretska N., Demydas H. Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. Vol. 8. P. 263–268. Doi: 10.15421/2018_336.
21. Warechowska M., Warechowski J., Tyburski J., Siemianowska E. Ocena wartości przemiałowej ziarna orkisz. *Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu: ogólnopolska Konf.* pt. 2011. P. 45–46.

References

1. Amelin, A. V., Azarova, Ye. F., Kulykov, N. I., Laryonova, L. I., Tsybakova, Yu. N. (2002). The role of variety in crop formation. *Agriculture*, 2002, no. 1, pp. 42.
2. Andriichenko, L. V., Khomiak P. V., Rybka, V. S., Kompaniets, V. O. (2010). Agro-ecological and economic aspects of winter wheat growing in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Scientific works: Scientific-methodical journal.* Mykolayiv, 2010, vol. 119, pp. 22–24.
3. Babych, M. B., Bairam-Haly, V. Z., Kalynychenko, V. N. (2001). Grain processing into cereal flakes and cereals not requiring cooking. *Grain storage and processing*, 2001, no. 9, pp. 26–29.
4. Blazhevych, L. Yu. (2008). The influence of agrometeorological factors on the duration of the stages on the productivity of the triticale of the bright. *Scientific herald of Kyiv NAU*, 2008, vol. 123, pp. 87–93.

5. Boiko, P., Kovalenko, N. (2017). Potential productivity of cereals in crop rotations. *Corn*, 2017, no. 4, pp. 20–23.
6. Polupan, M. I., Solovei, V. B., Kysil, V. I. et al. (2005). *Indicator of ecological and genetic status and soil fertility of Ukraine*. Kyiv: Koloobih, 2005. 304 p.
7. Demydov, O. A., Vasylykivskyi, S. P., Hudzenko, V. M. (2016). Bulletin of Agrarian Science. *Bulletin of Agrarian Science*, 2016, no. 10, pp. 30–34.
8. Yehorov, H. A. (2000). *Management of technological properties of grain*. Voronezh: Voronezh State University, 2000. 348 c.
9. Zhemela, H. P. (2012). Effect of precursors on elements of yield structure and quality of wheat grain of winter depending on varietal properties. *Newsletter of the Poltava State Agrarian Academy*, 2012, no. 1, pp. 33–36.
10. Zhukovskiy, P. M. (1957). *Wheat in the USSR: monograph*. Leningrad: Selhohgiz, 1957. 610 c.
11. Shpaar, D., Kalenskaya, S., Hinapp, Kh. et al. (2008). *Grain crops*. Moscow, 2008. 656 c.
12. Ivanova, T. I., Tsihutkin, A. S., Kostina, L. P. (1999). Study of the effect of fertilizers on the physical properties of winter wheat grains on the basis of setting up an experiment with an incomplete factorial scheme. *Agrochemistry*, 1999, no. 4, pp. 56–60.
13. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2017, vol. 95, pp. 146–161.
14. Liubych, V. V. (2017). Influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and lines of wheat spelled. *Newsletter of Poltava SAA*, 2017, no 3, pp. 18–24.
15. Ryabchun, N. I., Yelnikov, M. I., Zvyahin, A. F. (2010). *Special selection and seed production of field crops*. Kharkiv, 2010. 462 p.
16. Lohrmann, J., Harter, K. (2002). Plant Two-Component Signalling Systems and the Role of Response Regulators. *Plant Physiol*, 2002, vol. 128, pp. 363–369.
17. Osokina, N., Liubych, V., Novak, L., Pushkariova-Bezdil, T., Priss, O., Verkholtantseva, V., Hryhorenko, O., Pusik, V., Pusik, L. (2018). Elucidation of the mechanism that forms breadbaking properties of the spelt grain. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, vol. 2 (11–92), pp. 39–47. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.126372.
18. Petrenko, V., Liubich, V., Bondar, V. (2017). Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research*, 2017, no. 34, pp. 69–76.

19. Kostetska, K. V., Yevchuk, Y. V. (2016). Physical and mechanical properties and quality indicator of wheat. *Carpathian journal of food science and technology*, 2016, no. 8 (2), pp. 187–192.

20. Poltoretskyi, S., Hospodarenko, H., Liubych, V., Poltoretska, N., Demydas, H. (2018). Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018, vol. 8, pp. 263–268. Doi: 10.15421/2018_336.

21. Warechowska, M., Warechowski, J., Tyburski, J., Siemianowska, E. (2011). Ocena wartości przemiałowej ziarna orkisz. Ogólnopolska Konf. pt. "Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu", 2011, pp. 45–46.

Аннотация

Герасимчук О. П., Улянич І. Ф., Воробйова Н. В., Новіков В. В.

Формирование технологических свойств зерна сортов и линий различных видов пшеницы в зависимости от абиотических и биотических факторов

*Результаты исследований свидетельствуют, что масса 1000 зерен существенно зависела от сорта и линии. Так, в среднем за пять лет исследований в зерне сортов пшеницы мягкой она была от 38,1 до 51,8 г, линий пшеницы, полученных гибридизацией *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – от 41,8 до 54,4 г, а в зерна интрогрессивных линий – на уровне стандарта. Масса 1000 зерен пшеницы плотноколосой и пшеницы эфиопской составляла 41,2–41,7 г или на 7–8 % меньше по сравнению с контролем. Наибольшую массу 1000 зерен формировали растения сортов Удачная, Щедрая нива, Мирхад, линии LPP 2793, LPP 1314 – 48,4–54,4 г.*

Наибольшую массу зерна получено за выращивания сортов Панноникус и Кулундинка – 789–809 г/л и линий Эфиопская 1, LPP 1314 – 780–785 г/л. Масса зерна пшеницы плотноколосой составляла 767 г/л или больше на 20 г/л, пшеницы эфиопской – 780 г/л.

*В среднем за пять лет исследования содержание клейковины в зерне сортов пшеницы мягкой составляло 22,6–40,6 %, линий пшеницы, полученных гибридизацией *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 34,6–44,9 или больше на 19–54 %, интрогрессивных линий – 20,6–23,9 %, или меньше на 18–29 % по сравнению с контролем.*

Содержание клейковины в зерне пшеницы плотноколосой было существенно меньшим за года исследования ($НИР_{05} = 1,3–1,7$), а в пшенице эфиопской – 42,0 % или больше на 44 % по сравнению с сортом–стандартом Подольянка (29,1 %). С 16 сортов пшеницы мягкой только зерно двух сортов Панноникус и Кулундинка превышало на 18–40 %, а в трех: Лунус, Емерино, Черноброва было на уровне стандарта по содержанию клейковины. Гидратационная способность клейковины сортов пшеницы мягкой находилась в пределах от 161 до 233 %, а линий – от 170 до 210 %.

Фракционный состав белка был также в широком диапазоне в зависимости от сорта и линии. Так, фракция глиадин + глютенин составляла от 43 до 86 %, а лейкозин + глобулин – от 12 до 57 %. Больше всего клейковинообразующих белков содержало зерно сортов пшеницы мягкой Удачная, Виктория одесская, Ласточка одесская, Мирхад,

Суасон и линии LPP 1314 – 75–86 %. Меньше всего их было в зерне сортов Черноброва, Панноникус, Любимая, пшеницы плотноколосой и линий NAK 46/12, NAK61/12 – 65–43 %.

В среднем за пять лет проведения исследований содержание крахмала в зерне сортов пшеницы мягкой – от 57,4 до 68,7 %. Наивысшим оно было в сортов Мирхад и Щедрая нива – 67,3–68,7 %. В зерне линий пшеницы этот показатель находился от 55,1 до 63,4 %.

Ключевые слова: пшеница, масса 1000 зерен, натура, содержание клейковины, гидратационная способность, содержание крахмала.

Annotation

Gerasumchuk O. P., Ulianych I. F., Vorobyeva N. V., Novikov V. V.

Formation of technological properties of grain of different wheat varieties and strains depending on abiotic and biotic factors

The results of the studies indicate that the thousand-kernel weight significantly depended on the variety and strain. Thus, on average, for five years of the research, it was from 38.1 to 51.8 g in grain of soft wheat varieties; it was from 41.8 to 54.4 g in wheat strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.; it was at the check variant level in grain of introgressive strains. The thousand-kernel weight of club wheat and Ethiopian wheat was 41.2–41.7 g or less by 7–8 % compared to check variant. The largest thousand –kernel weight was formed by the plants of Vdala, Schedra Nyva and Myrkhad varieties, LPP 2793 and LPP 1314 strains (48.4–54.4 g).

The largest grain unit was obtained for the cultivation of Pannonicus and Kulundynka varieties (789–809 g/l) and Ethiopian 1 and LPP 1314 strains (780–785 g/l). The grain unit of club wheat was 767 g/l or more by 20 g/l and it was 780 g/l of Ethiopian wheat.

On average, over five years, the study of the gluten content in the grain of wheat varieties was 22.6–40.6 %; it was 34.6–44.9 or more by 19–54 % in strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.; it was 20.6–23.9 % or less by 18–29 % in introgressive strains compared with check variant.

The gluten content in club wheat grain was significantly lower during the years of the study ($NIP_{05} = 1.3–1.7$) and it was 42.0 % or more by 44 % in Ethiopian wheat, compared to Podolianka check variant (29.1 %). Only grain of Pannonicus and Kulundynka varieties of 16 wheat varieties exceeded 18–40 % and three of them (Lupus, Emerino and Chornobrova) were at the level of the check variant. The hydration ability of gluten of soft wheat varieties was in the range from 161 to 233 % and it was from 170 to 210 % in strains.

The fractional composition of the protein was also in a wide range depending on the variety and the strain. Thus, the gliadin + glutenin fraction ranged from 43 to 86%, and leucosin + globulin fraction was from 12 to 57 %. Grain of Vdala, Victoria Odeska, Lastivka Odeska, Myrkhad and Suasson soft wheat varieties and LPP 1314 strain contained most gluten –forming proteins (75–86 %). Chornobrova, Pannonicus and Kokhana varieties, club wheat, NAK 46/12 and NAK61/ 12 strains (65–43 %).

On average, over five years of research, the starch content in grain of wheat varieties was from 57.4 to 68.7 %. It was the highest in Myrkhad and Schedra Nyva varieties (67.3–68.7 %). This indicator in grain of wheat strains ranged from 55.1 to 63.4 %.

Keywords: wheat, thousand-kernel, unit, gluten content, hydration ability, starch content.