

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL STRESS CONDITIONS ON THE FORMATION OF GRAIN QUALITY PARAMETERS OF WINTER WHEAT VARIETIES OF POLTAVA STATE AGRARIAN UNIVERSITY

L. M. Kryvoruchko

ORCID  [0000-0002-8263-0481](https://orcid.org/0000-0002-8263-0481)

V. M. Tyshchenko

ORCID  [0000-0002-9885-5298](https://orcid.org/0000-0002-9885-5298)

B. E. Makaova

ORCID  [0000-0001-9024-5826](https://orcid.org/0000-0001-9024-5826)

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: lyudmyla.kryvoruchko@pdaa.edu.ua

Grain quality parameters of winter wheat varieties largely depend on the climatic conditions of the region and the weather conditions of the year. The article presents the results of investigation on the formation of yields and grain quality parameters depending on the environmental stress conditions. According to the Canadian physiologist Hans Selye, the spring vegetation recovery time (early or late) can be described as stress, it is the plants response to strong negative environmental influences. The aim of the article is to evaluate the PSAU winter wheat varieties from the stability of grain quality parameters and yield level at different time of spring vegetation recovery, as well as to determine the relationship between spring vegetation recovery time and the main grain quality indicators. The experiment was conducted according to generally accepted classical methods, which are widely used in breeding practice in the creation and competitive testing of winter wheat varieties in 2019, 2020, 2021 years. The research was conducted in the department of primary seed production of the experimental field of PSAU. The content of protein and gluten was determined by the express method on the device "Infrascan - 105". Different time of spring vegetation recovery have been recorded: early time (2019 year), late time

(2021 year), without cessation of vegetation (2020 year). According to the results of the study, it was established that in the year without cessation of vegetation the highest content of protein and gluten was observed among the studied varieties of winter wheat. The Sahaidak variety stood out - the protein content was 16.1% and gluten 31.5%. Analysis of yield of winter wheat varieties at different times of spring vegetation recovery showed that the average yield of varieties was the highest in the studied years in 2020, when the vegetation did not stop at all, and the lowest yields of the studied varieties were observed at the late spring vegetation recovery date.

Key words: *spring vegetation recovery date, winter wheat, grain quality, yield.*

ВПЛИВ СТРЕСОВИХ УМОВ СЕРЕДОВИЩА НА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ СЕЛЕКЦІЇ ПОЛТАВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Л. М. Криворучко, В. М. Тищенко, Б. Є. Макаова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Показники якості зерна пшениці озимої в значній мірі залежать від кліматичних особливостей регіону і безпосередньо погодних умов року. В статті наведені результати досліджень формування врожайності та якісних показників зерна пшениці озимої залежно від дії стресових умов навколишнього середовища. Час відновлення весняної вегетації (ранній чи пізній) пшениці озимої можна кваліфікувати, за вченням видатного канадського фізіолога Ганса Сел'є, як стрес, тобто це реакція організму на сильний негативний вплив середовища. Метою статті є оцінка сортів пшениці озимої селекції ПДАУ на стабільність параметрів якості зерна та врожайності за різного часу відновлення весняної вегетації, а також визначення зв'язку між часом відновлення весняної вегетації та основними показниками якості зерна пшениці озимої. Дослід проводили за загальноприйнятими класичними методиками, які

широко використовуються в селекційній практиці при створенні та конкурсному випробуванні сортів пшениці озимої у 2019, 2020, 2021 роках. Дослідження проводилися у відділі первинного насінництва дослідного поля ПДАУ. Вміст білка та клейковини визначали експрес-методом на приладі «Інфраскан – 105». Зафіксований різний час відновлення весняної вегетації: ранній (2019), пізній (2021), без припинення вегетації (2020 рік). За результатами дослідження встановлено, що в рік без припинення весняної вегетації спостерігався найвищий вміст білка та клейковини серед досліджуваних сортів пшениці озимої. Особливо виділився сорт Сагайдак - вміст білка складав 16,1 %, а клейковини 31,5 %. Аналіз врожайності пшениці озимої за різного часу відновлення весняної вегетації показав, що середня врожайність сортів була найвища за роки дослідження в 2020 році, коли вегетація не припинялась взагалі, а найнижчі показники врожайності за досліджуваними сортами відмічені за пізньої вегетації.

Ключові слова: час відновлення весняної вегетації, пшениця озима, якість зерна, урожайність.

Вступ

Однією з найважливіших проблем селекції пшениці озимої є співвідношення в одному сорті високого потенціалу врожайності, стійкості до комплексу біотичних та абіотичних факторів, з покращеними технологічними властивостями зерна та борошна [1, 2, 3]. Для масової оцінки селекційного матеріалу на якість зерна потрібні експрес методи, які дозволяють проводити відбір генотипів з високою якістю вже на ранніх етапах селекції [4, 5].

В селекційних програмах по озимій пшениці слід враховувати особливості генотипу, мінливість середовища, взаємозв'язок генотип-середовище та кореляційно регресійні зв'язки різних параметрів якості між собою і врожайності [6, 7].

У гонитві за великою урожайністю пшениці озимої селекціонери протягом багатьох років створювали екологічно пластичні та посухостійкі сорти, які б були більш толерантними до різких стресів, що, в свою чергу, автоматично

знижувало якість зерна, навіть незважаючи на генетично високі, в цьому відношенні, його показники [8]. Складність вирішення проблеми якості зерна полягає в тому, що його показники в значній мірі залежать від кліматичних особливостей регіону і погодних умов року [9].

Водночас збільшення вмісту білка в зерні понад його біологічно оптимальний рівень відбувається завдяки наявності стресових чи екстремальних умов, навіть якщо вони мали місце відразу після відновлення весняної вегетації. Збільшення білковості зерна в цьому випадку може бути реакцією рослин пшениці на відносно високу середньодобову температуру повітря [10, 11].

Але існує такий фактор, який є глобальним – це час відновлення весняної вегетації. Пріоритет у визначенні впливу цього явища на продуктивність та якість зерна пшениці озимої належить Мединцю В.Д. [12, 13].

Відомо, що вегетація пшениці озимої в одній місцевості може відновлюватись у різний час з діапазоном між крайніми можливими строками 45-70 діб. Суть фактора часу відновлення весняної вегетації полягає в тому, що за надто раннього або надто пізнього відновлення вегетації у рослин спостерігається суттєве відхилення від оптимальних темпів росту і розвитку, інтенсивності фотосинтетичної діяльності, стійкості до полягання, структури, якості і величини врожаю [14, 15].

Збільшення вмісту білка в зерні понад його біологічно оптимальний рівень відбувається завдяки наявності стресових чи екстремальних умов, навіть якщо вони мали місце відразу після відновлення весняної вегетації. Збільшення білковості зерна в цьому випадку може бути реакцією рослин пшениці на відносно високу середньодобову температуру повітря [16, 17, 18].

За результатами багаторічних досліджень Мединця В.Д. [19] вміст білка та клейковини в зерні пшениці озимої в роки з пізнім відновленням весняної вегетації вище, ніж у роки з раннім. Звісно бувають виключення, коли інші фактори (посуха, перезволоження) впливають на формування якості зерна не

менше, ніж час відновлення весняної вегетації, але в цілому ця закономірність зберігається.

Метою статі була оцінка досліджуваного матеріалу за різних періодів відновлення весняної вегетації пшениці озимої на стабільність параметрів якості зерна та врожайності, а також визначення зв'язку між часом відновлення весняної вегетації та основними показниками якості зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень.

Наукові дослідження проводили упродовж 2019–2021 рр. Досліди проводили на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету. Об'єктами досліджень були сорти пшениці озимої Зелений гай, Вільшана, Диканька, Сагайдак, Полтавчанка та сорт стандарт Оржиця нова. Організацію і техніку селекційного процесу пшениці озимої проводили за загальноприйнятими класичними методиками, які широко використовуються в селекційній практиці у процесі створення сортів пшениці озимої [20, 21]. Вміст білка та клейковини визначали експрес-методом на приладі «Інфраскан – 105».

Результати досліджень та їх обговорення.

Вміст у зерні білка та клейковини був більшим у роки за пізнього відновленням весняної вегетації, а менше – тоді, коли вегетація відновилась у ранній строк. Біологічна суть цього зв'язку полягає в тому, що відновлення весняної вегетації визначає світловий та тепловий режими росту та розвитку рослин в період від початку весняного відростання до колосіння. Температура цього періоду обумовлює рівень накопичення азоту в листках перед цвітінням, величина якого прямо пропорційна вмісту білка в спілому зерні. Ще більше значення для білкового обміну ніж температура, має інтенсивність освітлення та спектральний склад світла в період від відновлення весняної вегетації до колосіння, яка діє сильніше, ніж підвищення доз азотних добрив, та досягає максимального для пшениці рівня в роки з пізнім відновленням весняної вегетації [22].

1. Формування показників якості зерна сортів пшениці озимої селекції

ПДАУ в роки з різним часом відновлення весняної вегетації

Назва сорту	Рання вегетація (2019р.)		Без припинення вегетації (2020р.)		Пізня вегетація (2021р.)	
	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %
Оржиця нова (ст.)	13,5	28,0	15,0	31,3	14,0	30,5
Зелений гай	13,8	28,3	14,2	30,0	13,9	29,7
Вільшана	14,2	30,2	15,5	31,7	14,3	31,2
Диканька	13,5	28,5	14,7	31,8	14,5	31,0
Сагайдак	13,7	29,0	16,1	31,3	14,7	31,3
Полтавчанка	12,6	27,5	14,5	31,5	14,2	30,8

У 2019 році початок відновлення весняної вегетації відмічено 14 березня, за результатами багаторічних досліджень це вважається рання вегетація.

Із 6 досліджуваних сортів, вміст білка коливався в межах від 12,6% (Полтавчанка) до 14,2% (Вільшана). Вміст клейковини від 27,5% до 30,2% відповідно. Усі сорти за вмістом білка та клейковини перевищували сорт стандарт Оржиця нова. Найбільший вміст білка та клейковини сформувався у сорту Вільшана, він перевищує сорт стандарт за вмістом білка на 0,7%, за вмістом клейковини на 2,2%.

Відновлення весняної вегетації у 2021 році розпочалося 25 березня, що прийнято вважати (за результатами багаторічних досліджень) пізнім часом відновлення весняної вегетації.

За результатами проведених досліджень виявлено, що за пізнього часу відновлення весняної вегетації рівень формування показників якості зерна був на досить високому рівні і становив у середньому по білку $14,2 \pm 0,1\%$, та $30,8 \pm 0,2\%$ по клейковині. Найвищий вміст білка та клейковини сформувався у сорту Сагайдак -14,7%, та 31,3% відповідно.

2020 рік видався унікальним відносно часу відновлення весняної вегетації. За багаторічний період досліджень це перший рік протягом якого вегетація не

зупинялась в зимовий період. В рік без припинення весняної вегетації спостерігається найвище формування вмісту білка та клейковини досліджуваних сортів пшениці озимої. Особливо відрізнявся сорт Сагайдак, вміст білка складав 16,1 %, а клейковини 31,5 %.

Проаналізована врожайність сортів пшениці озимої селекції ПДАУ в роки з різним часом відновлення весняної вегетації (2019-2021 рр.). Отримані дані 5 перспективних сортів, порівняно із сортом-стандартом – Оржиця нова.

За результатами обліку врожайності сортів в роки досліджень встановлено, що вона змінювалась у широких межах.

2. Формування врожайності сортів пшениці озимої селекції ПДАУ в роки з різним часом відновлення весняної вегетації

<i>№ п/п</i>	<i>Назва сорту</i>	<i>Рання вегетація (2019р.), ц/га</i>	<i>Без припинення вегетації (2020р.), ц/га</i>	<i>Пізня вегетація (2021р), ц/га</i>	<i>Середня за 3 роки, ц/га</i>	<i>+, - до стандарту</i>
1	Оржиця нова (стандарт)	50,8	60,4	51,5	54,2	-
2	Зелений гай	63,3	76,9	56,8	56,6	+2,4
3	Вільшана	59,8	75,0	55,7	63,5	+9,3
4	Диканька	60,8	75,5	57,8	64,7	+10,5
5	Сагайдак	55,0	71,8	52,0	59,6	+5,4
6	Полтавчанка	56,7	69,4	56,2	60,7	+6,5
В середньому за рік		57,7	71,5	55,0	59,8	-
НІР ₀₅		0,7	1,1	0,4		

За ранньої вегетації врожайність формувалась в межах від 55,0 ц/га (Сагайдак) до 63,3 ц/га (Зелений гай). Усі сорти перевищували врожайність сорту стандарту.

В результаті досліджень за пізньої вегетації спостерігається нижчий рівень формування врожайності ніж за ранньої вегетації. Найвища врожайність у сорту Диканька – 57,8 ц/га, найменша у сорту Сагайдак 52,0 ц/га. Врожайність усіх досліджуваних сортів перевищувала врожайність сорту стандарту.

В рік, коли вегетація не зупинялась, врожайність досліджуваних сортів сформувала найвищі показники відносно ранньої та пізньої вегетації. Так, найвища врожайність відмічена у сорту Диканька – 75,5 ц/га, найменша у сорту Полтавчанка - 69,4 ц/га.

Середня врожайність сортів в роки досліджень перевищувала врожайність сорту стандарту.

Висновки

Аналіз врожайності пшениці озимої за різного часу відновлення весняної вегетації показав, що середня врожайність сортів формувалася найкраще в рік, коли вегетація не припинялась, а найнижчі показники врожайності відмічені за пізньої вегетації. Високий рівень формування показників якості зерна в роки з різним початком відновлення весняної вегетації пояснюється тим, що в технології селекційного процесу ПДАУ ведуться ціленаправлені добори генотипів (з використанням білкових маркерів ДНК по спектру гліадинів і глютенінів) на високий рівень формування показників якості зерна.

References

1. Kazakova, I. (2016). The impact of global change on soil resources and agricultural production. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. Vol. 2. No. 1. 21–44.
2. Lobell, D.B., Gourdji, S.M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology*. 160. 1686–1697.
3. Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarao, D. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*. 5. 143–147. doi: 10.1038/nclimate2470.
4. Semenov, M.A., Stratonovitch, P., Alghabari, F., Gooding, M.J (2014). Adapting wheat in Europe for climate change. *Journal of Cereal Science*. 59(3). 245-256.

5. Batashova M., Dryzhenko L. (2011). Using indirect methods for winter recistana estimation of winter wheat lines and cultivars. Agrisafe final conference. 21-23.
6. Kryvoruchko L. M., Batashova M.Ie., Tyshchenko V. M. Kharakterystyka sortiv ta selektsiinykh linii pshenytsi ozymoi selektsii PDAA za pokaznykamy yakosti zerna v stresovykh umovakh seredovyshcha. «Selektsiino-henetychna nauka i osvita, Pariievi chytannia». Uman, 2020. S. 96-98 [In Ukrainian].
7. Tyshchenko V.M., Husenkova O.V., Kryvoruchko L.M. Formuvannia i minlyvist yakosti zerna sortiv ta selektsiinykh linii pshenytsi ozymoi v zalezhnosti vid roku vyroshchuvannia ta strokiv sivby. Suchasni tekhnolohii pidvyshchennia henetychnoho potentsialu roslyn. Kharkiv, 2018. S. 140-141 [In Ukrainian].
8. Larchenko K.A., Morhun B.V. Oznaky yakosti zerna pshenytsi ta metody yikh polipshennia. Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. T. 42. № 6. 2010. S 464-472 [In Ukrainian].
9. Hanhur V.V., Sydorenko A.V., Bondar P.I. Pryntsyp vyznachennia prydatnosti sortu chy hibrydu dlia konkretnoho rehionu vyroshchuvannia. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 2010. №2. S. 51-53 [In Ukrainian].
10. Sydorenko A.V., Snihyr V.P., Minenko O.V. Ekolohichniy faktor i yakist zerna pshenytsi ozymoi. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 2011. №2. S. 45-47 [In Ukrainian].
11. Tokarenko V.N., Sokolova N.A., Martinova G.O., Kalegina S.R. Kachestvo zerna ozimoi pshenicy v zavisimosti ot vremeni vozobnovleniya vesennej vegetacii. Naukovij visnik Luganskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Lugansk 2010 r. №12. S. 188-191 [In Russian].
12. Medinec V.D. Moguchij tvorec kachestva zerna pshenicy. Zerno, 2009, № 6 (38). S. 80-83 [In Russian].
13. Medinec V.D., Slepcev V.A. Ekologiya vesennego razvitiya ozimoi pshenicy. Poltava, 2006. 260 s [In Russian].

14. Medinec V.D. Vesennee razvitie i produktivnost ozimyh hlebov. Kolos, 1982. 173 s [In Russian].
15. Tishenko V.N., Chekalin N.M. Geneticheskie osnovy adaptivnoj selekcii ozimoi pshenicy. Monografiya. Poltava, 2005. 243 s [In Russian].
16. Rybalka O.I. Yakist pshenytsi ta yii polipshennia. Lohos, 2011. S. 9 [In Ukrainian].
17. Luchnoi V.V., Panchenko I.A., Lukianenko L.M. Aminokyslotnyi sklad bilka i yakist zerna ozymoi pshenytsi. Seleksiia i nasinnytstvo. Kharkiv. 88. 2004. S. 98-107 [In Ukrainian].
18. Shelepov V.V., Malasaj V.M., Penzev A.F., Kochmarskij V.S., Shelepov A.V. Kachestvo zerna pshenicy. Morfologiya, biologiya, hozyajstvennaya cennost pshenicy. Mironovka 2004. S. 360-426 [In Russian].
19. Medynets V.D., Sliptsov V.A., Opara M.M. Oshchadna tekhnolohiia dyferentsiinoho dohliadu ozymoi pshenytsi. Poltava, 2004 r. 36 s [In Ukrainian].
20. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniya). 1985. 351 s [In Russian].
21. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Kyiv: Diia [In Ukrainian].
22. Medynets V.D. Novi znannia pro upravlinnia ontohenezom roslyn: naukovyi pratsi. Poltava, 1997. 85 s [In Ukrainian].

Бібліографія

1. Kazakova, I. (2016). The impact of global change on soil resources and agricultural production. Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal. Vol. 2. No. 1. 21–44.
2. Lobell, D.B., Gourdji, S.M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. Plant Physiology. 160. 1686–1697.

3. Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarao, D. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*. 5. 143–147. doi: 10.1038/nclimate2470.
4. Semenov, M.A., Stratonovitch, P., Alghabari, F., Gooding, M.J (2014). Adapting wheat in Europe for climate change. *Journal of Cereal Science*. 59(3). 245-256.
5. Batashova M., Dryzhenko L. (2011). Using indirect methods for winter recistana ectimation of winter wheat lines and cultivars. *Agrisafe final conference*. 21-23.
6. Криворучко Л. М., Баташова М.Є., Тищенко В. М. Характеристика сортів та селекційних ліній пшениці озимої селекції ПДАА за показниками якості зерна в стресових умовах середовища. «Селекційно-генетична наука і освіта, Парієві читання». Умань, 2020. С. 96-98.
7. Тищенко В.М., Гусенкова О.В., Криворучко Л.М. Формування і мінливість якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці озимої в залежності від року вирощування та строків сівби. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин*. Харків, 2018. С. 140-141.
8. Ларченко К.А., Моргун Б.В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений*. Т. 42. № 6. 2010. С 464-472.
9. Гангур В.В., Сидоренко А.В., Бондарь П.І. Принцип визначення придатності сорту чи гібриду для конкретного регіону вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. №2. С. 51-53.
10. Сидоренко А.В., Снігир В.П., Міненко О.В. Екологічний фактор і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. №2. С. 45-47.
11. Токаренко В.Н., Соколова Н.А., Мартинова Г.О., Калегина С.Р. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от времени возобновления весенней вегетации. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*. Луганськ 2010 р. №12. С. 188-191.

12. Мединець В.Д. Могучий творец качества зерна пшеницы. Зерно, 2009, № 6 (38). С. 80-83.
13. Мединец В.Д., Слепцов В.А. Экология весеннего развития озимой пшеницы. Полтава, 2006. 260 с.
14. Мединец В.Д. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов. Колос, 1982. 173 с.
15. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы. Монография. Полтава, 2005. 243 с.
16. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. Логос, 2011. С. 9.
17. Лучной В.В., Панченко І.А., Лук'яненко Л.М. Амінокислотний склад білка і якість зерна озимої пшениці. Селекція і насінництво. Харків. 88. 2004. С. 98-107.
18. Шелепов В.В., Маласай В.М., Пензев А.Ф., Кочмарский В.С., Шелепов А.В. Качество зерна пшеницы. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы. Мироновка 2004. С. 360-426.
19. Мединець В.Д., Слепцов В.А., Опара М.М. Ощадна технологія диференційного догляду озимої пшениці. Полтава, 2004 р. 36 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 1985. 351 с.
21. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Kyiv: Diia [In Ukrainian].
22. Мединець В.Д. Нові знання про управління онтогенезом рослин: наукові праці. Полтава, 1997. 85 с.