



# Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.11; 632.112; 631.527

© 2020

## ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА АДАПТИВНІСТЬ

*Л.О. Хоменко*

*кандидат сільськогосподарських наук  
Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна*

*e-mail: lidole@ukr.net*

*ORCID: 0000-0002-3776-6208*

*Надійшла 3.09.2020*

**Мета.** Оцінити сорти колекції пшениці озимої за ознакою посухостійкості на початкових етапах проростання насіння в розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм, та під час наливу зерна за коефіцієнтом реалізації потенціалу продуктивності колосу. **Визначити** у фазі колосіння концентрацію клітинного соку на прапорцевому листку рослин і встановити зв'язок з посухостійкістю сортів пшениці озимої. **Методи.** Лабораторний, польовий, статистичний. **Результати.** Сортозразки пшениці озимої, які вирощували в колекційних розсадниках, за рівнем продуктивності та напрямом використання поділено на 2 групи. До них входило 19 сортів селекції Інституту фізіології рослин і генетики (ІФРГ) НАН України (київської селекції) та 14 сортів — південних регіонів України (південної селекції). Під час оцінки сортів колекції ІФРГ НАН України встановлено, що на ранніх етапах проростання насіння на розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм, рівень посухостійкості сортів південної селекції на 7,4% вищий, ніж київської. За останні 3 роки в сортах київської селекції середня концентрація клітинного соку на 2% нижча, ніж південної. Установлено сильний зв'язок ( $\eta \pm P_{95} = 0,74 \pm 0,12$ ) між рівнем посухостійкості колекційних сортів на ранніх етапах проростання насіння на розчині сахарози 16 атм з концентрацій клітинного соку прапорцевого листка у фазі вичолошування пшениці. За рекордно аномальної жари та посухи в період наливу зерна 2019 р. сорти київської селекції на 2,5% краще реалізували свій генетично зумовлений потенціал продуктивності з коефіцієнтом 4,0, ніж сорти південної селекції. Виділено сорти з високим коефіцієнтом реалізації потенціалу продуктивності колосу: Фаворитка — 4,6; Богдана — 5,4; Каланча — 5,8 та Дарунок Поділля — 6,1. **Висновки.** Доведено, що на ранніх етапах проростання насіння пшениці на розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм, рівень посухостійкості сортів має сильний зв'язок ( $\eta \pm P_{95} = 0,74 \pm 0,12$ ) із концентрацією клітинного соку прапорцевого листка

**у фазі виколювання пшениці. Установлено, що за рекордно аномальної жари та посухи в період наливу зерна 2019 р. сорти пшениці озимої київської селекції на 2,5% краще реалізували свій генетично зумовлений потенціал продуктивності колосу. Виділено високопосухостійкі та високопродуктивні сорти ІФРГ НАН України: Фаворитка, Богдана, Каланча та Дарунок Поділля.**

**Ключові слова:** *Triticum aestivum L.*, сорти, посухостійкість, концентрація клітинного соку, продуктивність, колос.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-05>

Стратегічним завданням аграрного сектору України залишається підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, серед яких головна продовольча культура — пшениця озима (*Triticum aestivum L.*) [1]. У реалізацію поставлених завдань вносять корективи сучасні зміни клімату, які істотно впливають на виробництво сільськогосподарської продукції.

Екстремальні температури змінених кліматичних умов є одним з найпоширеніших абіотичних несприятливих чинників. Підвищення температури повітря призводить до посух, що збільшує випаровування води з поверхні ґрунту та індукує додаткові стресові чинники, які можуть сильно впливати на мінеральне живлення [2] та загалом продуктивні процеси сільськогосподарських культур [3].

Так, на території України останніми роками спостерігається стійка тенденція до зменшення річної кількості опадів [4] та наявність посух під час наливу зерна.

Посуха призводить до низки фізіологічних, біохімічних і молекулярних змін на клітинному рівні [5], пригнічує фотосинтез рослин [6]. Екологічні стреси (особливо посуха) зумовлюють накопичення розчинних вуглеводів, вільних амінокислот, а також антиоксидантних сполук. Ці сполуки з низькою молекулярною масою розчинені водою і входять до складу клітинного соку рослин. Вони не токсичні та захищають клітинні компоненти від пошкодження та деградації [7]. У складі клітинного соку рослин містяться запасні білки. Хімічний склад і кількість речовин клітинного соку може змінюватися і залежить від типу клітин, тканин, генотипу рослин, їх фізіологічного стану та впливу чинників зовнішнього середовища [8].

Тому за сучасних змін клімату до числа найактуальніших проблем селекції та

виробництва зерна сільськогосподарських рослин увійшло з'ясування механізмів стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища та створення нових високопродуктивних сортів з підвищеним рівнем адаптивності та якості зерна.

**Мета досліджень** — оцінити сорти колекції пшениці озимої за ознакою посухостійкості на початкових етапах проростання насіння й під час наливу зерна за коефіцієнтом реалізації потенціалу продуктивності колосу. Визначити у фазі колосіння концентрацію клітинного соку на прапорцевому листку рослин і встановити зв'язок з посухостійкістю сортів пшениці озимої.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили на полях дослідного господарства ІФРГ НАН України, смт Глеваха Васильківського р-ну Київської обл. Матеріалом були сорти пшениці м'якої озимої, що вирощували в колекційному розсаднику порівняльного випробування в 2015–2019 рр.

Закладання досліду сортозразків пшениці проводили згідно з методикою експертизи сортів рослин групи зернових на придатність до поширення в Україні [9]. Агрометеорологічні чинники та середньобаторічні показники погодних умов використовували за даними архіву погоди з інтернет-сайту «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru>).

Концентрацію клітинного соку сортів пшениці озимої визначали у фазі виколювання з відбором по 3 шт. прапорцевого листка з головного стебла рослин на приладі RL 3 (Made in Poland).

Рівень посухостійкості сортозразків культури на початкових етапах проростання насіння визначали на розчині сахарози,

який відповідає тиску 16 атм, за методикою М.М. Кожушко [10]. Оцінку стійкості сортів пшениці озимої до посухи визначали в польових умовах за коефіцієнтом реалізації потенційної продуктивності колосу (різниця маси колосу порівняно з його масою у фазі цвітіння) [10].

Повторність дослідів 3–4-разова. Статистичну обробку результатів проводили за методикою Б.О. Доспехова [11] з використанням програмного забезпечення AtteStat (<http://attestatsoft.narod.ru>).

Кліматичні умови Київської обл. у червні протягом 2015–2019 рр. характеризувалися підвищеним температурним режимом з невеликою щомісячною кількістю опадів (57% від норми за ці роки) (рис. 1).

Отримані дані свідчать, що за останні 5 років у період наливу зерна пшениці озимої відбувалося перевищення середньомісячної температури повітря від +1,4°C у 2017 р. до рекордної аномалії +5,0°C у 2019 р. Опади в червні 2015–2017 рр. випадали незначні — 13–28 мм (або 16–35% норми) та інтенсивні локального характеру — 111 та 67 мм у 2018 і 2019 рр. Проте через високу температуру повітря протягом доби волога швидко випаровувалася з ґрунту, не забезпечуючи достатньо рослини.

**Результати досліджень.** Під час оцінки сортів колекції ІФРГ НАН України було встановлено, що найстійкіші до посухи — сорти південної селекції. Тому для проведення досліджень було включено 33 сорти, з яких

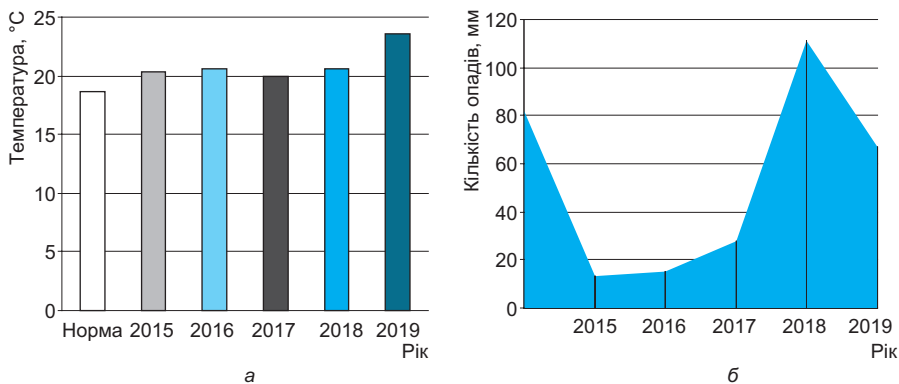
19 — київської та 14 сортів південної селекції.

Відомо, що адаптацію рослин до стресів контролює складна молекулярно-генетична система. Вона запускає певний стресрегулювальний механізм, що забезпечує гомеостаз, захист від розпаду білків і клітинних компонентів. У пшениці запасні білки містяться в зернівці, де при висиханні у процесі дозрівання утворюються алейронові зерна [8].

У досліджуваних сортів на ранніх етапах проростання насіння на розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм, у лабораторних умовах 2015–2017 рр. визначали рівень посухостійкості. Відбирали сухе насіння по 300 зерен кожного сорту, у чашках Петрі замочували в розчині сахарози 16 атм та пророщували впродовж 5 днів у термошафі за температури 20–21°C. Через 7 днів підраховували відсоток пророслих зерен, його визначали за кількістю зерен, що сформували мінімальну довжину корінця. Визначено кількість живих проростків (рис. 2).

Доведено, що на ранніх етапах проростання насіння пшениці на розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм (осмотичний тиск для оцінки пшениці м'якої), середній рівень посухостійкості сортів південної селекції на 7,4% вищий, ніж київської.

Дослідники і селекціонери вважають, що особливо небезпечна посуха для пшениці озимої в «критичний період» — період наливу зерна. Під впливом глибокої



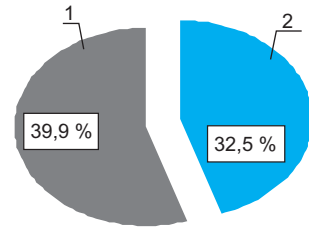
**Рис. 1.** Кліматичні умови червня 2015–2019 рр. під час наливу зерна пшениці озимої в районі проведення досліджень: а — середня температура повітря, °C; б — кількість опадів за місяць, мм

ґрунтової посухи урожай зерна найсильніше знижується, коли посуха настає за 5–7 днів до колосіння, а також у період виколошування [8]. Посуха зумовлює підвищення осмотичного тиску і концентрації клітинного соку листків бавовнику [12]. Тому в період виколошування сортів пшениці 2017–2019 рр. у польових умовах на рослинах у прапорцевому листку визначали концентрацію клітинного соку. У ранкові години на ділянках типових рослин відбирали з головного стебла по 3–4 прапорцевих листки і розміщували у поліетиленові пакети. Відразу зразки доставляли до лабораторії та проводили аналіз (таблиця).

Отримані дані свідчать, що за останні 3 роки в сортах київської селекції середня концентрація клітинного соку в прапорцевому листку у фазі колосіння пшениці на 2% нижча, ніж у сортах південної селекції. Виділено сорти київської селекції Богдана, Подолянка та Господарка за показником концентрації клітинного соку у прапорцевому листку фази колосіння на рівні сортів південної селекції, а сорти Наталка, Смуглянка та Даринка Київська перевищували їх середній показник на 1–2%.

При порівнянні даних рівня посухостійкості сортів за умов 2017–2018 рр., визначених на ранніх етапах проростання насіння на розчині сахарози, з концентрацією клітинного соку прапорцевого листка у фазі виколошування за статистичною обробкою критерію Ст'юдента встановлено достовірне кореляційне відношення  $\eta \pm P_{95} = 0,74 \pm 0,12$  на високому рівні ймовірності. У селекційній практиці такий фізіологічний аспект використовують під час діагностики зразків пшениці озимої в польових умовах за ознакою посухостійкості.

Але селекціонери приділяють велику увагу прямій польовій оцінці стійкості сортів до посухи, вважаючи її найбільш надійною й достовірною. Головну роль в загальній оцінці сортів за посухостійкістю визначає показник величини врожаю. Однак у посушливі роки оцінка за ознакою «абсолютний показник урожаю» ненадійна через вплив інших чинників і генетично зумовлених властивостей, характерних генотипу під час формування урожаю. Тому діагностику посухостійкості



**Рис. 2.** Середня кількість живих проростків у сортів пшениці озимої при визначенні посухостійкості: 1 – сорти південні; 2 – сорти київські

**Концентрація клітинного соку в сортозразках пшениці озимої у фазі виколошування**

Сорти селекції	Середня концентрація клітинного соку за роками, $\% \pm s_p$		
	2017	2018	2019
Київської	13,0 $\pm$ 2,3	10,7 $\pm$ 2,2	13,5 $\pm$ 2,3
Південної	14,8 $\pm$ 2,4	12,3 $\pm$ 2,3	15,1 $\pm$ 2,5

сортів проводили в період аномально жарких і посушливих умов 2019 р. під час формування й наливу зерна на головному колосі пшениці за коефіцієнтом реалізації продуктивності колосу.

Фаза цвітіння пшениці була як початкова точка відліку маси колосу 3 червня 2019 р., а фаза повна стиглість — кінцева 17 липня. У польових умовах вранці відбирали колосся головного стебла рослин і зважували. У період наливу зерна 4 рази вимірювали вагу головного колосу та тричі розраховували коефіцієнт реалізації потенціалу продуктивності колосу. Результати досліджень тих самих сортозразків наведено на рис. 3.

Отримані дані свідчать, що за рекордно аномальної жари та посухи в 2019 р. у сортів київської селекції формування основного урожаю відбувається в першій половині періоду наливу зерна, а посухостійкі південні сорти реалізують продуктивний потенціал колосу в другій половині цього періоду.

Встановлено, що за кліматичних умов періоду наливу зерна 2019 р. сорти київської селекції на 2,5% краще реалізували свій генетично зумовлений потенціал

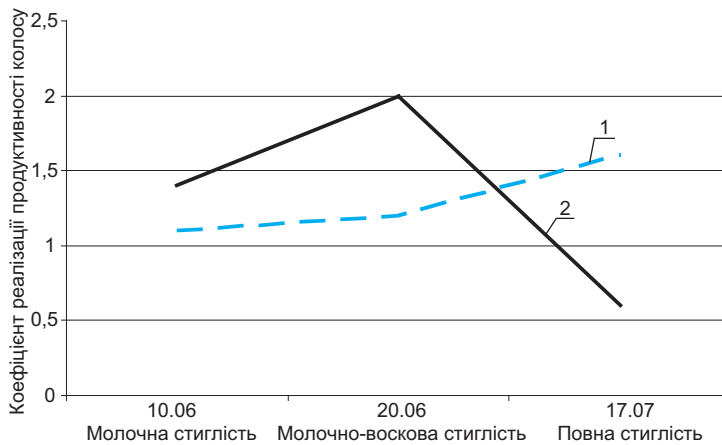


Рис. 3. Коефіцієнти реалізації потенціалу продуктивності колосу сортів пшениці озимої у період наливу зерна 2019 р.: 1 – південної селекції; 2 – київської селекції

продуктивності з коефіцієнтом 4, ніж сорти південної селекції. Виділено посухостійкі сорти ІФРГ НАН України за високим коефіцієнтом реалізації потенціалу продуктивності колосу: Фаворитка — 4,6; Богдана — 5,4;

Каланча — 5,8 та Дарунок Поділля — 6,1. Досліджені сорти залучено до селекційних програм створення нового високопродуктивного та високоадаптивного вихідного матеріалу пшениці озимої.

## Висновки

Доведено, що на ранніх етапах проростання насіння на розчині сахарози, який відповідає тиску 16 атм пшениці, рівень посухостійкості сортів має сильний зв'язок із концентрацією клітинного соку прапорцевого листка у фазі виголошування пшениці ( $r \pm P_{95} = 0,74 \pm 0,12$ ). Установлено, що за рекордно аномальної жару та по-

сухи в період наливу зерна 2019 р. сорти пшениці озимої київської селекції на 2,5% краще реалізували свій генетично зумовлений потенціал продуктивності колосу. Виділено високопосухостійкі та високопродуктивні сорти ІФРГ НАН України: Фаворитка, Богдана, Каланча та Дарунок Поділля.

### Khomenko L.

*Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine, 31/17 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine; e-mail: lidole@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3776-6208*

### Physiological aspects of winter wheat selection for adaptability

**Goal.** To assess the varieties of winter wheat collection on the basis of drought resistance in the initial stages of seed germination in the solution of sucrose, which corresponds to a pressure of 16 atm, and during grain filling by the coefficient of realization of ear productivity potential. To determine the concentration of the cell juice on the flag leaf of plants in the earing phase, and to establish the resistance of different winter wheat varieties to drought. **Methods.** Laboratory, field, statistical. **Results.** Varieties of

winter wheat grown in collection nurseries were divided into 2 groups according to the level of productivity and direction of use. These included 19 varieties of selection of the Institute of Plant Physiology and Genetics (IPPG) of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv selection), and 14 varieties of southern regions of Ukraine (Southern selection). During the evaluation of varieties of the collection of IPPG it was found out that in the early stages of seed germination in the solution of sucrose, which corresponds to a pressure of 16 atm, the level of drought resistance of varieties of Southern selection was 7.4% higher than Kyiv. Over the past 3 years, the average concentration of cell juice in varieties of Kyiv selection was 2% lower than in the South ones. The strong relationship ( $r \pm P_{95} = 0.74 \pm 0.12$ ) was found between the level of drought resistance of collection varieties in the early stages of seed germination in

the solution of sucrose 16 atm from the concentrations of cell juice of the flag leaf in the phase of earing wheat. With a record abnormal heat and drought in the period of grain filling in 2019, the varieties of Kyiv selection realized their genetically determined productivity potential by a factor of 4.0 better than the varieties of the Southern selection. Varieties with the high coefficient of realization of ear productivity potential were selected: Favorytka — 4.6; Bohdana — 5.4; Kalancha — 5.8, and Darunok Podillia — 6.1. **Conclusions.** It is proved that in the early stages of germination of wheat seeds in the solution of sucrose, which corresponds to a pressure of 16 atm, the level of drought resistance of varieties has the

strong relationship ( $\eta \pm P95 = 0.74 \pm 0.12$ ) with the concentration of cell juice of the flag leaf in the earing phase of wheat. It was found out that with the record abnormal heat and drought in the period of grain filling in 2019, winter wheat varieties of Kyiv selection 2.5% better realized their genetically determined ear productivity potential. Highly drought resistant and highly productive varieties of IPPG are distinguished: Favorytka, Bohdana, Kalancha, and Darunok Podillia.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., varieties, drought resistance, concentration of cell juice, productivity, ear.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-05>

## Бібліографія

1. Морзун В.В., Рибалко О.І. Стратегія генетичного поліпшення зернових злаків з метою забезпечення продовольчої безпеки, лікувально-профілактичного харчування та потреб переробної промисловості. *Вісник НАН України*. 2017. № 3. С. 54–64.
2. Ермохин Ю.И. Диагностика потребности озимой пшеницы в удобрениях на основе химического анализа растений. *Электронный науч.-метод. журнал Омского ГАУ*. 2018. № 1 (12). С. 1–6.
3. Fathi A., Tari D. Effect of Drought Stress and its Mechanism in Plants. *International J. of Life Sciences*. 2016. № 10(1). P. 1–6. doi: 10.3126/IJLS.v10i1.14509
4. Хоменко Л.О., Сандецька Н.В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Study and Protection*. 2018. Т. 14, № 3. С. 270–276. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289
5. Foyer C.H., Noctor G. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling. *New Phytol.* 2002. V. 146. P. 359–388. doi: 10.1046/j.1469-8137.2000.00667.x
6. Monakhova O.F., Chernyadev I.I. Protective role of kartolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. *Appl. Biochem. Microbiol.* 2002. V. 38. P. 373–380. doi: 10.1023/A:1016243424428
7. Reddy A.R., Ramachandra R.K., Chaitanya V., Vivekanandan M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.* 2004. V. 161. P. 1189–1202. doi: 10.1016/j.jplph.2004.01.013
8. *Физиология сельскохозяйственных растений*. Физиология пшеницы. Отв. ред. П.А. Генкель. Москва: Изд-во Московского университета, 1969. Т. IV. 554 с.
9. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні (ПСП)*; за ред. С.О. Ткачик. Київ: Ніланд-ЛТД, 2014. 81 с.
10. *Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям*; под ред. Г.В. Удовенко. Ленинград: ВИР, 1988. С. 30–154.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Коблюков Ю.Т., Эргашев А.Э., Абдуллаев А.А. Индексы фотосинтетической продуктивности растений пшеницы в условиях почвенной засухи. *ДАН РТ*, 2017. Т. 60. № 3–4. С. 189–193.