

УДК 635.21:551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.2.8>

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА ОЦІНКА ЖАРО – ТА ПОСУХОСТІЙКОСТІ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ АБІОТИЧНОГО СТРЕСУ

Кравченко Н.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

orcid.org/0000-0001-6072-2652

Бондус Р.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідуюча лабораторії технічних, кормових та овочевих культур,

Устимівська дослідна станція рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-2367-5225

В умовах сучасних кліматичних змін, що супроводжуються зростанням середньорічних температур, збільшенням кількості екстремальних погодних явищ та посиленням дефіциту ґрунтової вологи, особливої актуальності набуває проблема підвищення адаптивності сільськогосподарських культур до абіотичних стресів.

Картопля (*Solanum tuberosum* L.), як одна з провідних продовольчих культур, має високу чутливість до несприятливих метеорологічних явищ, насамперед до посухи та високих температур, що істотно обмежує реалізацію її продуктивного потенціалу. Це зумовлено біологічними особливостями культури, зокрема відносно слабкорозвинутою кореневою системою, обмеженою глибиною її проникнення, високою інтенсивністю транспірації та значною залежністю процесів росту і бульбоутворення від водного режиму ґрунту і температурного фону. За цих умов важливим науковим завданням є пошук інформативних фізіолого-біохімічних показників, які дозволяють здійснювати об'єктивну оцінку стійкості сортів картоплі до посухи та підвищеної температури, а також прогнозувати їхню продуктивність у стресових умовах.

Актуальність дослідження у тому, що такі показники для селекційної практики є вагомими, оскільки дають змогу проводити попередній добір перспективного матеріалу на ранніх етапах селекційного процесу, значно скорочуючи часові та матеріальні витрати.

Метою дослідження було здійснення комплексної фізіолого-біохімічної оцінки сортів картоплі за показниками посухо- та жаростійкості, встановлення рівня їх диференціації за реакцією на абіотичні стреси, а також виявлення взаємозв'язку між зазначеними показниками та продуктивністю в умовах дефіциту вологи й підвищеного температурного навантаження.

У дослідженнях використовували температурний діапазон 45–60 °С, який вважається методично обґрунтованим для оцінки реакції рослинної тканини на тепловий шок без руйнування структури об'єкта дослідження. Оцінку проводили за ступенем некротизації листкової пластинки після термічного впливу та періоду відновлення.

Ключові слова: картопля, жаростійкість, посухостійкість, методи досліджень, водний режим, адаптивність, сорт, продовольча безпека.

Kravchenko N.V., Bondus R.O., Chetveryk B.M. Physiological and biochemical assessment of heat and drought resistance of potato varieties under abiotic stress conditions

In the conditions of modern climate change, accompanied by an increase in average annual temperatures, an increase in the number of extreme weather events and an increase in the deficit of soil moisture, the problem of increasing the adaptability of agricultural crops to abiotic stresses is of particular relevance.



© Кравченко Н.В., Бондус Р.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

*Potato (*Solanum tuberosum* L.), as one of the leading food crops, is highly sensitive to adverse meteorological phenomena, primarily to drought and high temperatures, which significantly limits the realization of its productive potential. This is due to the biological characteristics of the crop, in particular a relatively underdeveloped root system, limited by the depth of its penetration, high intensity of transpiration and significant dependence of growth and tuber formation processes on the soil water regime and temperature background. Under these conditions, an important scientific task is to search for informative physiological and biochemical indicators that allow an objective assessment of the resistance of potato varieties to drought and elevated temperatures, as well as to predict their productivity under stressful conditions.*

The relevance of the study is that such indicators for breeding practice are significant, as they allow for preliminary selection of promising material at the early stages of the breeding process, significantly reducing time and material costs.

The purpose of the study was to conduct a comprehensive physiological and biochemical assessment of potato varieties according to drought and heat resistance indicators, establish the level of their differentiation in response to abiotic stresses, and also identify the relationship between these indicators and productivity under conditions of moisture deficiency and increased temperature load.

The studies used a temperature range of 45–60 °C, which is considered methodically justified for assessing the reaction of plant tissue to heat shock without destroying the structure of the research object. The assessment was carried out by the degree of necrotization of the leaf blade after thermal exposure and the recovery period.

Key words: potato, heat resistance, drought resistance, research methods, water regime, adaptability, variety, food security.

Постановка проблеми. Глобальні кліматичні зміни, які ми спостерігаємо останнім часом, а саме підвищення температури повітря та зростанням частоти і тривалості посушливих періодів, істотно впливають на продуктивність картоплі [1]. Картопля (*Solanum tuberosum* L.), характеризується відносно слабко розвинутою кореневою системою, обмеженою глибиною проникнення та високою чутливістю до водного дефіциту, що зумовлює її вразливість до абіотичних стресів [2].

Важливим напрямом сучасних досліджень є пошук інформативних показників, які дозволяють на ранніх етапах ідентифікувати сорти з підвищеною адаптивністю [9, 16]. До таких показників належать водоутримуюча та водовідновлююча здатність листків, а також тканинна термотолерантність, що відображає реакцію асиміляційного апарату на підвищену температуру [3, 6].

Дослідження проводили на сортах картоплі різного еколого-географічного походження, що дозволило охопити значний спектр генетичної мінливості за ознаками адаптивності [7, 11].

Для оцінки посухостійкості використовували комплекс показників водного режиму листків, зокрема залишковий водний дефіцит, водоутримуючу та водовідновлюючу здатність, які відображають як здатність рослин протидіяти втратам води в умовах посухи, так і швидкість відновлення водного балансу після стресового впливу [4, 8]. Саме ці показники вважаються одними з найбільш інформативних у фізіології рослин, оскільки вони безпосередньо пов'язані зі станом клітинних мембран, осмотичним потенціалом, інтенсивністю транспірації та функціонуванням асиміляційного апарату [9].

Жаростійкість сортів картоплі [4] оцінювали лабораторним методом короткочасного термічного навантаження, який має модельний характер і спрямований на визначення межі тканинної термотолерантності листового апарату [10]. На відміну від польових умов, де температура повітря рідко досягає критичних значень для негайного ушкодження тканин [13, 18], лабораторний метод дозволяє створити контрольований тепловий стрес [15], і виявити сортові відмінності за стійкістю клітин до високої температури [12, 14].

У дослідженнях використовували температурний діапазон 45–60 °С, який вважається методично обґрунтованим для оцінки реакції рослинної тканини на тепловий шок без руйнування структури об'єкта дослідження. Оцінку проводили за ступенем некротизації листкової пластинки після термічного впливу та періоду відновлення.

Метою наших досліджень було оцінити жаро– та посухостійкість сортів картоплі за фізіолого-біохімічними показниками та встановити їх зв'язок із продуктивністю в умовах стресу.

Матеріали і методи досліджень. Експеримент проводили з використанням 25 сортів картоплі різного еколого-географічного походження у лабораторних умовах і польових умовах державного університету «Житомирська політехніка» та Устимівської дослідної станції рослинництва інституту ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Для аналізу відбирали листки середнього ярусу рослин.

Посухостійкість визначали за показниками водного режиму листків: залишковим водним дефіцитом, водоутримуючою (Ву) та водовідновлюючою (Вв) здатністю, на їх основі розраховували коефіцієнт посухостійкості.

Для оцінки посухостійкості за основу брали методику Литвинова Л. С. [4]. Залишковий водний дефіцит (ЗВД) визначали за формулою:

$$\text{ЗВД}=(A_2-A_1 / A_2) 100\%,$$

де A_2 – маса листків після насичення водою (мг.),

A_1 – вихідна маса наважки (мг.).

Обчислювали також забезпеченість рослин водою (ЗРВ) за формулою:

$$\text{ЗРВ}=(A_2-A_1 / A_2) 100\%,$$

де A_2 – вага проби листків до висушування,

A_1 – після висушування (мг.).

За методикою, розробленою в Інституті картоплярства НААН України встановлювали водоутримуючу (Ву) та водовідновлюючу (Вв) здатність рослин сортів картоплі та коефіцієнт посухостійкості (КП) за формулами:

$$\text{Ву}=A_2/A_1,$$

де A_1 – вихідна маса листків (мг.),

A_2 – вага листків після добового в'янення в кімнатних умовах при розсівному світлі (мг.) і $\text{Вв}=A_3 / A_2$, де A_3 – вага листків насичених водою, у яких попередньо відбувався процес в'янення.

$$\text{КП}=\text{Ву} \times \text{Вв}.$$

У кожному досліді брали по п'ять листків з середнього ярусу. Повторність – трьохразова,

Виклад основного матеріалу. У дослідження залучали 25 сортів картоплі, згідно методики Ф.Ф. Мацкова [5] визначали жаростійкість сортів картоплі. Враховуючи те, що умови періоду вегетації 2024 р. характеризувались водним дефіцитом вивчали вплив цього фактору на продуктивність сортів, порівнюючи з проявом властивості в 2025 р.

Жаростійкість оцінювали лабораторним методом короткочасного термічного навантаження, який моделює дію підвищених температур на листкову тканину. Листки занурювали у водяне середовище, нагріте до 45, 50, 55 та 60 °С, на фіксований проміжок часу (1-9 хв). Після прогрівання зразки охолоджували та витримували в темряві за кімнатної температури протягом 48–72 годин, після чого оцінювали ступінь некротизації листкової пластинки за бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала балів для оцінки ступеня некрозу листкової тканини

Бали	Побуріння листкової тканини. % площі
0	відсутнє
1	До 25
2	26-50
3	51-75
4	76-100

Застосовані температурні режими мають модельний характер і не відображають безпосередньо польові умови, а використовуються для створення контрольованого теплового стресу з метою порівняльної оцінки термотолерантності сортів і встановити межі їх адаптивного потенціалу (Рис. 1). Потім оцінювали площу пошкодження – побуріння, або некрозу; краточасного нагріву (Рис. 2).

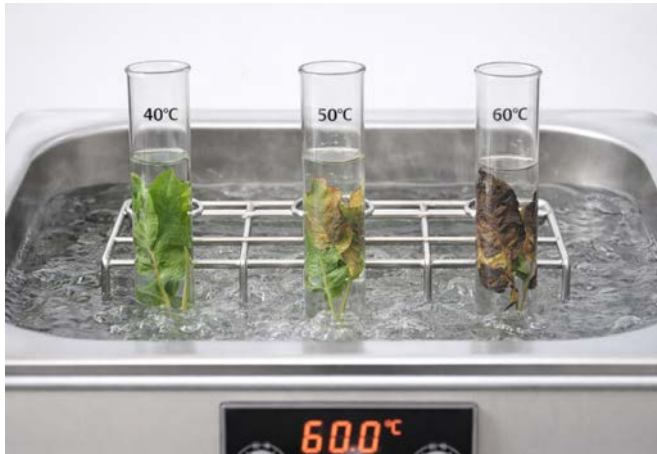


Рис. 1. Лабораторного визначення жаростійкості листків картоплі

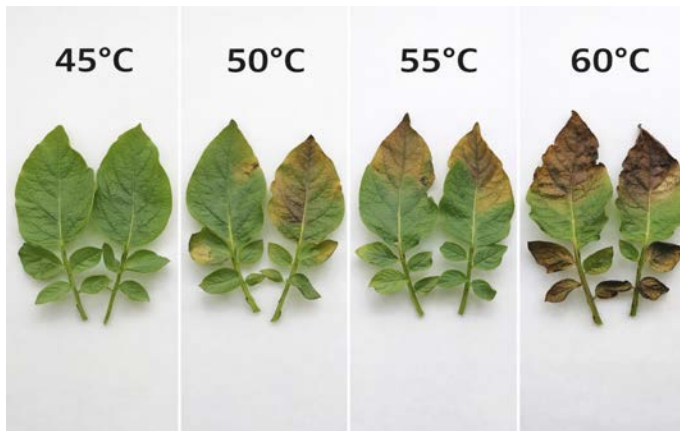


Рис. 2. Оцінка площі пошкодження листкової поверхні

Аналогічні методики використовуються в овочівництві, злакових, бобових – для імітації «теплого шоку» та вивчення терmostійкості.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено суттєву диференціацію сортів картоплі за всіма досліджуваними показниками. За водоутримуючою здатністю більшість сортів формували одновершинний розподіл із домінуванням середніх значень, що свідчить про обмежену мінливість ознаки. Водночас водо-відновлююча здатність характеризувалася значно ширшим діапазоном варіації, що вказує на різну швидкість відновлення водного балансу після стресу [17]. Оцінка жаростійкості показала, що у чутливих сортів початкові ознаки некротизації з'являлися вже за температури 45 °С, тоді як у більш стійких – лише при 55–60 °С.

За цією ознакою виділено три групи сортів: маложаростійкі (45–50 °С), середньо-жаростійкі (50–55 °С) та високожаростійкі (55–60 °С). Порівняльний аналіз урожайності в посушливий 2024 рік засвідчив, що сорти з пізнішим початком некротизації листків характеризувалися меншим зниженням продуктивності. Кореляційний аналіз виявив слабкий позитивний зв'язок між урожайністю та жаростійкістю і середній позитивний зв'язок між урожайністю та показниками водного режиму листків.

За водоутримуючою здатністю найкраще проявили себе сорти: Пікассо, Серпанок, Нагорода, Летана, Тирас, Купава, Санте, Щедрик ($V_v = 0,3-0,5$ (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнт водоутримуючої здатності

Сорт	коефіцієнт
Нагорода	0,5
Ред Скарлет	0,5
Тирас	0,4
Летана	0,4
Санте	0,4
Ажур	0,3
Обрій	0,4
Щедрик	0,3
Алюет	0,3

За здатністю до водовідновлення найвищі показники мали сорти: Луговська, Мирослава, Придеснянська, Хортиця, Солоха, Факел ($V_v > 0, 8$).

Жаростійкість варіювала в межах 45–60 °С. Найбільшу терmostійкість виявили сорти: Гатчинська, Обрій, Українська рожева, Фотинія.

Наведено показники водного режиму листків сортів картоплі (табл. 3, табл. 4).

Отримані дані свідчать, що жаростійкість є важливою складовою адаптивного потенціалу сортів картоплі, однак реалізується у тісному взаємозв'язку з водним забезпеченням рослин з результатами досліджень (табл. 4-5).

Обчислення зміни врожайності здійснювали за формулою :

$$\Delta Y(\%) = (Y_{\text{контроль}} - Y_{\text{стрес}}) / Y_{\text{контроль}} \times 100\%$$

де: Y – контроль,

$Y_{\text{контроль}}$ – урожайність у сприятливих умовах,

$Y_{\text{стрес}}$ – урожайність у посушливих умовах.

Таблиця 3

Показники водного режиму листків сортів картоплі (середні значення)

Сорт	Залишковий водний дефіцит, %	Водоутримуюча здатність (Ву)	Водовідновлююча здатність (Вв)	Коефіцієнт посухостійкості
Обрій	28,4	0,48	0,86	0,41
Світанок ківський	30,1	0,46	0,84	0,39
Бородянська рожева	31,7	0,45	0,82	0,37
Санте	35,2	0,42	0,78	0,33
Українська рожева	34,9	0,44	0,80	0,35
Звіздаль	48,6	0,36	0,63	0,23
Щедрик	50,2	0,35	0,60	0,21

Таблиця 4

Лабораторна оцінка жаростійкості сортів картоплі (45–60 °С)

Сорт	Температура початку некрозу, °С	Ступінь пошкодження при 60 °С, %	Група жаростійкості
Обрій	60	25	Висока
Світанок ківський	60	28	Висока
Бородянська рожева	55	32	Висока
Українська рожева	55	35	Середня
Санте	50	48	Середня
Славянка	45	65	Низька
Щедрик	45	68	Низька

Таблиця 5

Вплив посушливих умов на врожайність сортів картоплі (2024-2025 р.)

Сорт	Урожайність у сприятливий 2025 рік, т/га	Урожайність у посушливий 2024 рік, т/га	Зміна врожайності, %
Обрій	32,4	29,8	-8,0
Світанок ківський	30,6	28,9	-5,6
Бородянська рожева	31,2	29,4	-5,8
Санте	29,8	24,3	-18,5
Українська рожева	28,6	23,1	-19,2
Зарево	27,9	18,4	-34,1
Щедрик	28,1	17,9	-36,3

Аналіз даних таблиці свідчить про суттєву сортову диференціацію за реакцією на посушливі умови року. У всіх досліджуваних сортів у 2024 р. зафіксовано зниження врожайності порівняно зі сприятливим 2025 роком, однак ступінь зниження був неоднаковим, що відображає різний рівень адаптивності генотипів до водного стресу.

Сорти з високою адаптивністю (рекомендовані)

Найменше зниження врожайності відмічено у сортів:

Світанок київський – зниження на 5,6%

Бородянська рожева – зниження на 5,8%

Обрій – зниження на 8,0%

Ці сорти характеризуються високою стабільністю продуктивності в умовах посухи, що свідчить про їх підвищену посухостійкість і загальний адаптивний потенціал. Незначні втрати врожайності дозволяють рекомендувати їх:

- для вирощування в регіонах із нестійким зволоженням;
- для використання як батьківські форми у селекційних програмах, спрямованих на підвищення адаптивності;
- як базові сорти для виробництва в умовах кліматичних змін.

Рекомендовані сорти (пріоритет): Світанок київський, Бородянська рожева, Обрій. Сорти з середньою стійкістю (обмежено рекомендовані). Сорти: Санте – зниження врожайності на 18,5%, Українська рожева – зниження на 19,2% характеризуються помірною чутливістю до посушливих умов. Вони можуть забезпечувати задовільний рівень урожайності лише за умови: оптимального зволоження; застосування зрошення; вирощування в регіонах із більш стабільним водним режимом. Рекомендація: доцільні для інтенсивних технологій, або зрошуваних умов, але менш придатні для екстенсивного вирощування у посушливих регіонах.

Сорти з низькою адаптивністю (не рекомендовані для посушливих умов). Найбільше зниження врожайності зафіксовано у сортів: Зарево -34,1%; Щедрик -36,3%. Таке різке зменшення продуктивності свідчить про високу чутливість до водного стресу та низьку екологічну пластичність цих сортів. Їх вирощування в умовах посухи супроводжується значними втратами врожаю, що робить їх економічно ризикованими (табл. 6).

Таблиця 6

Кореляційні зв'язки між фізіолого-біохімічними показниками та урожайністю

Показник	Коефіцієнт кореляції (r)	Характер зв'язку
Урожайність × водоутримуюча здатність	+0,55	Середній позитивний
Урожайність × водовідновлююча здатність	+0,56	Середній позитивний
Урожайність × жаростійкість	+0,32	Слабкий позитивний
Урожайність × залишковий водний дефіцит	-0,48	Середнє

Отримані результати свідчать про чітку диференціацію сортів картоплі за всіма досліджуваними показниками. За параметрами водного режиму встановлено, що більшість сортів характеризуються відносно близькими значеннями забезпеченості рослин водою, тоді як залишковий водний дефіцит та водовідновлююча здатність мали значно ширший діапазон варіації. Це вказує на різну здатність

сортів підтримувати водний баланс в умовах посухи та швидко відновлювати його після зняття стресового навантаження. Виявлено, що сорти з високими показниками водовідновлюючої здатності, як правило, краще зберігають тургор листків, повільніше втрачають фотосинтетичну активність і характеризуються більшою стабільністю фізіологічних процесів.

Порівняльний аналіз урожайності у 2024-2025 р. з різними гідротермічними умовами показав, що більшість сортів реагує на посуху зниженням продуктивності. Водночас виявлено групу сортів, у яких зменшення врожайності було менш вираженим, або практично відсутнім, що свідчить про їхній вищий адаптивний потенціал. Саме ці сорти, як правило, поєднували підвищену жаростійкість із високими показниками водоутримуючої та водовідновлюючої здатності листків.

Кореляційний аналіз підтвердив наявність позитивного зв'язку між урожайністю та фізіолого-біохімічними показниками водного режиму, а також слабшого, але статистично значущого зв'язку між урожайністю і жаростійкістю.

Досліджена диференціація сортів при визначенні посухостійкості і жаростійкості лабораторними методами. З використанням кореляційної залежності доведена можливість застосування їх при визначенні жаростійкості і особливо водовідновлюючої і водоутримуючої здатності листків картоплі. Виділені окремі сорти, а саме: Ажур, Бородянська рожева, Світанок київський, у яких зафіксован негативний вплив посухи порівняно з іншими факторами відіграє меншу роль.

Лабораторна оцінка жаростійкості сортів картоплі в температурному діапазоні 45–60 °C дозволяє ефективно диференціювати сорти за рівнем тканинної термотолерантності. Найбільш інформативними показниками адаптивності є водоутримуюча та водовідновлююча здатність листків у поєднанні з реакцією на тепловий стрес. Сорти, у яких некротизація листової тканини проявляється лише при 55-60 °C, характеризуються вищою стабільністю врожайності в умовах посухи. Отримані результати доцільно використовувати у селекційних програмах зі створення сортів картоплі, адаптованих до умов підвищеної температури та дефіциту вологи.

Висновки. Отримані результати дають підстави стверджувати, що жаростійкість та посухостійкість сортів картоплі є складними багатокомпонентними ознаками, які формуються в результаті взаємодії різних фізіологічних механізмів. Жаростійкість, оцінена за реакцією листової тканини на короткочасний тепловий стрес, відображає потенційну здатність клітин зберігати структурну цілісність і функціональну активність за підвищеної температури. Водночас, посухостійкість значною мірою визначається ефективністю регуляції водного балансу рослин і здатністю швидко відновлювати фізіологічні процеси після дії стресу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання в селекційних програмах, спрямованих на створення нових сортів картоплі, адаптованих до умов підвищеної температури та дефіциту вологи. Виділені сорти з відносно високою жаро- та посухостійкістю можуть бути рекомендовані, як вихідний матеріал для селекції, а також для вирощування в регіонах із нестабільним зволоженням та підвищеним температурним фоном. У подальшому доцільним є поєднання фізіолого-біохімічних методів оцінки з молекулярно-генетичними підходами, що дозволить поглибити уявлення про механізми адаптації картоплі до абіотичних стресів і підвищити ефективність селекційної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ávila-Valdés A., Quinet M., Lutts S., Martínez J. P., Lizana X. C. Tuber yield and quality responses of potato to moderate temperature increase during Tuber bulking under two water availability scenarios. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 251. P. 107786. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107786>.
2. Boguszewska-Mankowska D., Pieczynski M., Wyrzykowska A., Kalaji H.M., Sieczko L., Szweykowska-Kulińska Z., Zagdańska B. Divergent strategies displayed by potato (*Solanum tuberosum L.*) cultivars to cope with soil drought. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2018. Vol. 204, Issue 1. P.13–30. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12245>
3. Chang D. C., Jin Y. I., Nam J. H., Cheon C. G., Cho J. H., Kim S. J. et al. Early drought effect on canopy development and tuber growth of potato cultivars with different maturities. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 215. P. 156–162. DOI:10.1016/j.fcr.2017.10.008
4. Литвинов Л. С. Методика визначення посухостійкості рослин у лабораторних умовах. Фізіологія і біохімія культурних рослин. 1987. Т. 19, № 3. С. 245–250.
5. Мацков Ф. Ф. Жаростійкість рослин та методи її визначення. *Вісник аграрної науки*. 1992. № 7. С. 47–51.
6. Chen D., Neumann K., Friedel S., Kilian B., Chen M., Altmann T., Klukas C. Dissecting the phenotypic components of crop plant growth and drought responses based on high-throughput image analysis. *The Plant Cell*. 2014. Vol. 26, Issue 12. P.4636–4655. DOI:10.1105/tpc.114.129601.
7. Monneveux P., Ramírez D. Drought and heat tolerance evaluation in potato (*Solanum tuberosum L.*). *Potato Research*. 2014. Vol. 57, № 3-4. P. 225–247.
8. Martínez I. et al. Evaluating the drought tolerance of seven potato varieties. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. P.33-39.
9. Соколова Л. І. Фізіолого-біохімічні основи водного обміну рослин. К.: Урожай, 2002. 184 с.
10. Бабич А. О. Посухостійкість сільськогосподарських культур: методи оцінки та шляхи підвищення. К.: Аграрна наука, 2014. 236 с.
11. Гвоздяк Р. І. Стреси рослин: адаптація, стійкість, продуктивність. Київ: Логос, 2000. 360 с.
12. Клименко С. О., Василенко В. М. Адаптивний потенціал сортів картоплі в умовах змін клімату. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 32–37.
13. Подгаєцький А.А., Бондус Р.О. Оцінка посухо- і жаростійкості сортів картоплі. *Вісник державного аграрного університету*. Агрономія і біологія. Вип.4. Суми. 2000. С.28-32.
14. FAOSTAT (2020). FAOSTAT crop data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: (дата звернення: 17. 01. 2026).
15. Bach S., Yada R. Y., Bizimungu B., Sullivan J. A. Genotype by environment interaction effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum L.*). *Euphytica*. 2012. Vol.187. P. 77–86. doi.org/10.1007/s10681-012-0734-9
16. Верменко Ю.Я., Демкович Я.Б., Остренко М. В. Споживча, лікувальна цінність та придатність до переробки різних сортів картоплі. *Агробіологія*. 2016. 1 (124). С. 66–72.
17. Подгаєцький А.А., Кравченко Н.В., Шаповал Р.М. Енергія проростання та польова схожість насіння картоплі від схрещування та самозапилення. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2021. Вип. 3 (45). С.38-44.
18. Кравченко Н.В., Подгаєцький А.А., Христенко А.О., Задорожний А.Л., Четверик Б.М. Пошук стійкості до м'якої гнилі картоплі в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. Видавничий дім «Гельветика». 2025. Вип.11. С.152-161.

Дата першого надходження статті до видання: 06.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026