

УДК 633.853.34:581.142:581.522.4

## Оцінка стійкості сортів кунжуту до кислотного та сольового стресів на початкових етапах онтогенезу

Л. М. Кононенко\*, Ю. М. Михайловин, В. О. Приходько, Н. М. Полторецька

Уманський національний університет, вул. Інститутська, м. Умань, Черкаська обл., 20301, Україна,  
\*e-mail: lidiyakononenko@ukr.net

**Мета.** Оцінити реакцію різних сортів кунжуту на модельовані умови кислотного та сольового стресу з метою виявлення найбільш адаптивних генотипів для вирощування в умовах змін клімату та несприятливих ґрунтових факторів. **Методи.** Дослідження проводили у 2021–2025 рр. в Уманському національному університеті із застосуванням лабораторних модельних систем кислотного (рН 3,0–9,0) та сольового (NaCl 50–550 мг/л) стресу. Об'єктом були п'ять сортів кунжуту української селекції: 'Ілона', 'Надія', 'Боярин', 'Гусар', 'Кадет'. Оцінювали енергію проростання, лабораторну схожість, морфометричні показники проростків (маса, довжина), а також частоту морфологічних деформацій. **Результати.** Встановлено виражену залежність посівних якостей і ростових процесів від реакції середовища та засолення. Оптимальні умови проростання всіх сортів відмічено за рН 6,0–7,5 і мінімального вмісту NaCl, де схожість досягала 92–98 %, а морфологічні аномалії не перевищували 1–3 %. Кислотний стрес (рН 3,0–3,5) викликав критичне зниження схожості у 5–8 разів, масові морфологічні порушення та пригнічення росту на 70–85 %. Сольовий стрес спричиняв поступове зниження показників, при цьому життєздатність насіння за 550 мг/л NaCl зберігалася на рівні 34–45 % залежно від сорту. Виявлено суттєві генотипові відмінності. Сорт 'Гусар' характеризувався найвищою кислотостійкістю та стабільністю проростання за екстремально низьких рН. Сорт 'Надія' проявив максимальну солестійкість, забезпечуючи найвищі показники схожості та маси проростків за високих концентрацій NaCl. Сорт 'Боярин' був найбільш чутливим до обох типів стресу. **Висновки.** Реакція середовища є визначальним фактором раннього онтогенезу кунжуту. Кислотний стрес має більш деструктивний вплив, ніж сольовий. Показники довжини, маси проростків і морфологічної цілісності є найбільш інформативними критеріями стресостійкості. Сорт 'Гусар' доцільно використовувати як кислотостійкий генотип, 'Надія' – як солестійкий, тоді як 'Боярин' має обмежену екологічну пластичність.

**Ключові слова:** рН середовища; лабораторна схожість; енергія проростання; морфометричні показники; стійкість сортів; абіотичний стрес; адаптивність генотипів; ранній онтогенез; морфологічні деформації; солестійкість; кислотостійкість.

### Вступ

Кунжут індійський (*Sesamum indicum* L.) є однією з найдавніших і найцінніших олійних культур світового землеробства. Завдяки унікальному біохімічному складу насіння, що містить до 55 % високоякісної олії та значну кількість антиоксидантів – сезаміну та сезамоліну, – попит на цю культуру в Україні постійно зростає [1]. Умови глобальних кліматичних змін, дефіциту вологи та необхідність диверсифікації агропромисловості зумовлюють розширення ареалу вирощування кунжуту, зокрема в регіонах ризикованого землеробства України, а не лише у традиційних південних зонах.

Сучасний стан польового рослинництва в Україні характеризується посиленням дії абіотичних стресів, серед яких провідне місце належить посуші, засоленню та зміні реакції ґрунтового середовища. У зв'язку з цим кунжут розглядається як перспективна культура для адаптивних технологій вирощування. За даними О. І. Полякова та О. В. Нікітенка [2], формування продуктивності кунжуту

**Як цитувати:** Кононенко Л. М., Михайловин Ю. М., Приходько В. О., Полторецька Н. М. Оцінка стійкості сортів кунжуту до кислотного та сольового стресів на початкових етапах онтогенезу. *Новітні агротехнології*. 2026. Т. 14, № 1. <https://doi.org/10.47414/na.14.1.2026.362019>



© The Author(s) 2026. Published by Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

значною мірою залежить від агротехнічних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу посушливих умов. Водночас важливим напрямом селекційних досліджень є вивчення господарсько цінних ознак у взаємозв'язку з морфологічними характеристиками рослин, зокрема забарвленням насіння, яке корелює з якісними показниками врожаю [3].

Одним із ключових факторів, що визначають ріст і розвиток рослин, є реакція ґрунтового середовища (рН). Відповідно до класифікації [4], ґрунти поділяють на категорії від сильнокислих (рН < 4,5) до сильнолужних (рН > 8,6). Для більшості сільськогосподарських культур оптимальними є нейтральні ґрунти з рН 6,5–7,3, однак значні площі орних земель України представлені кислими сірими опідзоленими або засоленими ґрунтами. Це зумовлює необхідність створення сортів із підвищеною стійкістю до несприятливих ґрунтових умов.

Кислотність ґрунту є одним із найважливіших лімітуючих чинників на ранніх етапах онтогенезу рослин. Дослідження [5] показали, що зниження рН до 4,0–3,5 істотно пригнічує енергію проростання та лабораторну схожість насіння проса і гречки, тоді як люпин жовтий характеризується вищою толерантністю до кислих середовищ. Особливу небезпеку на кислих ґрунтах становить токсичність іонів алюмінію. О. Б. Маренюк зі співавторами [6] зазначають, що оцінювання вихідного матеріалу на алюмостійкість у ювенільний період є ефективним методом селекції ячменю, а використання лабораторних тестів за рН 4,3–4,8 дає змогу виділяти лінії, які в польових умовах забезпечують приріст урожайності на 2–44 % порівняно зі стандартами. Подібні підходи застосовуються і в селекції люцерни посівної для умов підвищеної кислотності ґрунтів [7].

Актуальність створення адаптивних форм рослин підтверджується й дослідженнями у сфері біотехнології. Так, І. О. Любченко [8] підкреслює ефективність клітинної селекції у створенні стійких до осмотичного стресу форм рижю ярого.

Міжнародні та вітчизняні дослідження свідчать, що лужний стрес часто є більш деструктивним для рослин, ніж нейтральне засолення. За даними J. Liu та ін. [9], сольовий стрес затримує появу сходів, тоді як лужний різко знижує виживання проростків і пригнічує фотосинтетичні процеси через порушення іонного балансу. Встановлено також, що лужність сильніше інгібує ріст кореневої системи пшениці, викликаючи дефіцит негативного заряду в клітинах і стимулюючи синтез органічних кислот для підтримання осмотичної рівноваги [10].

Негативний вплив засолення залежить і від хімічної природи солей. Зокрема, хлоридне засолення (NaCl) є більш токсичним для кукурудзи, ніж сульфатне (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), що пояснюється вищим осмотичним тиском та специфічною токсичністю іонів хлору [11, 12]. Для галофітів, таких як *Spartina alterniflora*, поєднання високої солоності та високого рН має синергічний негативний ефект, при цьому саме солоність виступає домінуючим стресовим фактором [13, 14]. Водночас для сорго цукрового встановлено, що за концентрації натрію нижче 100 мМ рослини здатні адаптуватися до високого рН (≥ 9,04) шляхом посилення росту кореневої системи та підвищення активності антиоксидантних ферментів [15].

На процес проростання насіння впливають не лише абіотичні чинники, а й продукти мікробного розпаду органічної речовини. Дослідження [16] показують, що органічні кислоти, зокрема оцтова, за низьких значень рН стають більш токсичними та можуть повністю пригнічувати проростання зернових культур в анаеробних умовах.

Для прогнозування продуктивності культур в умовах стресу перспективним є використання сучасних інформаційних систем моделювання, зокрема AquaCrop. За даними С. Г. Вожегова та співавторів [17], застосування моделей дає змогу оптимізувати режими зрошення, добирати найбільш адаптивні сорти та забезпечувати економію водних ресурсів на рівні 16–23 %.

*Мета досліджень* – оцінити реакцію різних сортів кунжуту на модельовані умови кислотного та сольового стресу з метою виявлення найбільш адаптивних генотипів для вирощування в умовах змін клімату та несприятливих ґрунтових факторів.

### **Матеріали та методика досліджень**

Експериментальні дослідження виконували впродовж 2021–2025 рр. в умовах Уманського національного університету відповідно до загальноприйнятих методик [18, 19].

Об'єктом досліджень були п'ять сортів кунжуту індійського (*S. indicum*) української селекції, створених в Інституті олійних культур НААН методом багаторазового індивідуального добору з гібридних популяцій. Досліджувані сорти відрізнялися морфобіологічними та господарсько цінними ознаками, зокрема забарвленням насіння, рівнем олійності та адаптивним потенціалом.

Сорт 'Ілона' використовували як національний стандарт завдяки стабільності врожайності та високому вмісту олії (до 52,0 %). Для нього характерні інтенсивний початковий ріст і вирівняне біле насіння. 'Надія' належить до сортів інтенсивного типу, характеризується високою технологічністю, стійкістю до вилягання та світло-кремовим насінням із високими показниками якості олії. Сорт 'Боярин' є ранньостиглим, формує чисто-біле насіння з високою харчовою цінністю, однак відзначається підвищеною чутливістю до змін хімічного складу середовища. Сорт 'Гусар' характеризується світло-коричневим насінням, потужним розвитком кореневої системи та підвищеною адаптивністю до абіотичних стресорів. Сорт 'Кадет' – середньоранній, універсального напрямку використання, із вирівняним світло-кремовим насінням та високою лабораторною схожістю в оптимальних умовах.

Усі досліджувані сорти характеризуються високим умістом напіввисихаючої жирної олії (48,0–52,0 %), багаті на природні антиоксиданти – сезамін і сезамолін, що забезпечують їй високу окиснювальну стабільність. Сорти зі світлим забарвленням насіння ('Ілона', 'Боярин', 'Кадет') належать до кондитерського напрямку використання завдяки тонкому епідермісу насінної оболонки та відсутності гіркоти. Сорт 'Надія' поєднує високу олійність із підвищеною стійкістю до розтріскування коробочок, тоді як 'Гусар' характеризується вищим умістом фенольних сполук, що може бути пов'язано з його підвищеною стійкістю до дії стресових чинників.

Для моделювання абіотичних стресів застосовували лабораторні системи кислотного та сольового навантаження.

Кислотний стрес моделювали шляхом пророщування насіння у буферних розчинах із рівнем рН від 3,0 до 9,0 з інтервалом 0,5 одиниці. Регулювання кислотності здійснювали за допомогою 0,1 н. розчинів HCl та NaOH із контролем показників на лабораторному рН-метрі.

Сольовий стрес створювали шляхом використання водних розчинів хлориду натрію (NaCl) у концентраціях від 50 до 550 мг/л. Контрольним варіантом в обох дослідях слугувала дистильована вода з нейтральною реакцією середовища (рН 6,5–7,0) без додавання солей.

Насіння пророщували в чашках Петрі на багатошаровому фільтрувальному папері, зволоженому відповідними модельними розчинами. У кожному варіанті висівали по 50 насінин у чотирикратній повторності. Досліди проводили в термостаті за постійної температури +25...+27 °С.

Визначення посівних якостей насіння здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4138:2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Відбір проб проводили згідно з ДСТУ 2240-93, а для приготування модельних розчинів використовували дистильовану воду відповідно до ДСТУ ISO 3696:2003 [20–22].

Енергію проростання (%) визначали на третю добу, лабораторну схожість (%) – на сьому добу після закладання досліду відповідно до регламенту ДСТУ 4138:2002.

Морфометричний аналіз проростків проводили на 10-ту добу. Визначали довжину проростків (см) та масу сирої речовини (г) із використанням аналітичних ваг із точністю до 0,01 г. Додатково здійснювали візуальну оцінку морфологічних аномалій, зокрема викривлення коренів, некрозу меристематичних тканин і деформацій гіпокотилу, з подальшим визначенням частки деформованих проростків від загальної кількості.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу (ANOVA). Обчислення середніх значень, похибок та найменшої істотної різниці ( $HP_{0,05}$ ) виконували з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та Statistica 10.

## Результати досліджень

Встановлено, що реакція ґрунтового середовища (рН) є одним із визначальних чинників, який суттєво впливає на інтенсивність і синхронність проростання насіння сортів кунжуту індійського. Для всіх досліджуваних генотипів встановлено чітко виражену параболічну залежність між рівнем рН та показниками посівних якостей, з максимумом у межах нейтральної та слабколужної реакції середовища (рН 6,0–7,5). У цих умовах енергія проростання становила 85–94 %, а лабораторна схожість досягала 92–98 %, що відповідало або перевищувало контрольні значення, отримані за оптимальних умов.

У контрольному варіанті (рН 6,5–7,0) енергія проростання варіювала в межах 88–95 % залежно від сорту, що свідчить про високу фізіологічну якість насіннєвого матеріалу та його потенційну придатність до інтенсивного проростання. Найвищі контрольні показники зафіксовано у сортів 'Ілона' (95 %) та 'Гусар' (93 %), що характеризує їх як генотипи з підвищеною початковою життєздатністю.

Найбільш виражене пригнічення проростання спостерігалось в умовах сильнокислого середовища. За рН 3,0 енергія проростання знижувалася до 5–12 %, що у 8–10 разів менше порівняно з контролем. Лабораторна схожість у цих умовах залишалася в межах 12–20 %, що вказує на критичне порушення фізіолого-біохімічних процесів на етапі активації насіння. Найнижчі значення відмічено у сорту 'Боярин' (12 %), тоді як сорт 'Гусар' демонстрував відносно вищу толерантність (до 20 %), що може свідчити про генетично зумовлену стійкість до кислотного стресу.

У діапазоні рН 3,5–4,0 встановлено часткове відновлення проростання: енергія проростання зростає до 15–30 %, а лабораторна схожість – до 25–55 %, що свідчить про зниження інтенсивності інгібуючої дії кислотного середовища. Подальше підвищення рН до 5,0–5,5 супроводжувалося чітко вираженою позитивною динамікою, а при рН 6,0–7,5 фіксувалися максимальні значення енергії проростання (85–91 %) та стабілізація процесів проростання на високому рівні.

Підвищення лужності до рН 8,5–9,0 також негативно впливало на посівні якості, однак ступінь інгібування був значно меншим порівняно з кислотним стресом. За рН 9,0 енергія проростання знижувалася до 75–80 %, а лабораторна схожість – до 80–85 %, що свідчить про відносно високу толерантність культури кунжуту до слабколужного середовища.

Порівняльний аналіз сортових особливостей показав суттєві генотипові відмінності за реакцією на рН-стрес. Сорт 'Гусар' проявив найвищу стійкість до екстремально кислих умов (рН 3,0–3,5), забезпечуючи схожість на рівні 20–38 %, що достовірно перевищувало аналогічні показники інших сортів. Це може бути пов'язано з особливостями розвитку кореневої системи та підвищеною фізіолого-біохімічною адаптивністю.

Сорт 'Ілона' характеризувався найвищою стабільністю показників у широкому діапазоні рН та був лідером за лабораторною схожістю як у контрольних умовах (98 %), так і за слабколужної реакції середовища, що свідчить про його високий адаптивний потенціал.

Сорт 'Боярин' виявився найбільш чутливим до кислотного стресу: за рН 3,0 його лабораторна схожість становила лише 12 %, що вказує на низьку толерантність до екстремально низьких значень рН.

Сорти 'Надія' та 'Кадет' займали проміжне положення за рівнем стійкості до реакції середовища, демонструючи варіабельність показників схожості в межах 14–83 % залежно від рН. Усі досліджувані генотипи проявили чітку дозозалежну реакцію на зміну кислотно-лужного режиму, що підтверджує визначальну роль цього фактора у формуванні посівних якостей (табл. 1).

Таблиця 1

**Енергія проростання і схожість насіння сортів кунжуту залежно від рН середовища, %**

Сорти	Конт- роль	рН												
		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
Енергія проростання														
'Ілона'	95	10	25	40	60	75	85	90	92	93	94	92	88	80
'Надія'	92	8	20	35	55	70	80	87	90	91	92	90	85	78
'Боярин'	90	5	15	30	50	65	78	85	88	89	90	87	82	75
'Гусар'	93	12	28	42	62	77	86	91	92	93	94	91	87	79
'Кадет'	88	6	18	32	52	68	80	86	89	90	91	88	84	76
HP <sub>0.05</sub>	2,2	1,1	1,9	2,3	2,5	2,2	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,3	1,6	1,9
Схожість, %														
'Ілона'	98	18	35	52	70	85	92	95	96	97	97	95	92	85
'Надія'	96	15	30	48	65	82	90	93	95	96	96	94	90	83
'Боярин'	95	12	25	45	60	78	88	92	94	95	95	93	88	80
'Гусар'	97	20	38	55	72	88	93	96	97	97	98	95	91	84
'Кадет'	94	14	28	46	63	80	89	93	95	96	96	93	89	82
HP <sub>0.05</sub>	1,8	1,3	1,9	2,4	2,6	2,3	2,0	1,5	1,3	1,2	1,2	1,4	1,7	2,0

Результати вимірювання маси та довжини проростків на 10-ту добу вегетації свідчать, що реакція середовища є одним із ключових абіотичних факторів, який визначає інтенсивність початкових ростових процесів у кунжуту індійського. Встановлено чітку залежність між кислотно-лужним балансом та накопиченням біомаси, а також лінійним ростом проростків, що відображає чутливість культури до умов зовнішнього середовища на ранніх етапах онтогенезу.

Найбільш виражене пригнічення ростових процесів спостерігалось за умов сильного кислотного стресу (рН 3,0). У цьому варіанті досліду маса проростків зменшувалася у 7–12 разів, а довжина – у 7–9 разів порівняно з контрольними значеннями. Таке різке інгібування пояснюється токсичною

дією надлишкової концентрації іонів  $H^+$ , що призводить до порушення функціонування меристематичних тканин кореня, пригнічення клітинного поділу та елонгації клітин, а також дестабілізації процесів водо- та мінерального живлення.

Найнижчу стійкість до екстремально кислого середовища продемонстрував сорт 'Боярин', у якого за рН 3,0 маса проростків становила лише 0,06 г, а довжина – 1,50 см (табл. 2), що підтверджує його низький адаптивний потенціал до кислотного стресу на етапі проростання.

У діапазоні рН 3,5–4,5 відмічено поступове послаблення негативного впливу кислотності, що проявлялося у відновленні ростових процесів та частковій компенсації інгібуючої дії середовища. Подальше підвищення рН до 5,0–5,5 супроводжувалося чітко вираженою позитивною динамікою: маса проростків зростала до 0,48–0,58 г, а довжина – до 9,5–11,0 см залежно від генотипу.

Підвищення лужності середовища до рН 8,0–9,0 також призводило до зниження морфометричних показників, однак ступінь інгібування був менш вираженим порівняно з кислотним стресом. За рН 9,0 довжина проростків зменшувалася на 35–45 %, а маса – на 30–40 % відносно контролю, що свідчить про відносно вищу толерантність культури до слабколужних умов у порівнянні з сильно-кислими.

Сортові особливості проявилися у різній інтенсивності ростових реакцій. Сорт 'Гусар' стабільно демонстрував найвищі значення маси та довжини проростків у всьому діапазоні досліджуваних значень рН. Його перевага над іншими генотипами була статистично достовірною і зберігалася навіть за умов критичного закислення середовища.

За рН 3,0–4,0 проростки сорту 'Гусар' формували на 15–20 % більшу масу та довжину порівняно із середніми показниками по групі сортів, що свідчить про його підвищену фізіолого-біохімічну адаптивність до екстремальних умов кислотного стресу.

Сорт 'Ілона' характеризувався максимальною реалізацією ростового потенціалу в умовах оптимального та слабколужного середовища (рН 6,5–7,5), демонструючи високі значення маси та довжини проростків, наближені до максимальних у досліді.

Натомість 'Боярин' і 'Кадет' проявили підвищену чутливість до відхилень рН від фізіологічного оптимуму, що проявлялося у суттєвому зниженні як маси, так і довжини проростків за обох типів стресу – кислотного та лужного.

Отже, отримані результати підтверджують наявність тісного функціонального зв'язку між реакцією середовища та інтенсивністю ростових процесів кунжуту на ранніх етапах онтогенезу, а також дозволяють виокремити сорт 'Гусар' як генотип із найвищою стійкістю до екстремальних значень рН (табл. 2).

Таблиця 2

Маса і довжина проростка на 10 добу залежно від рН середовища у сортів кунжуту, г см

Сорти	Конт- роль	рН												
		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
Маса проростків, г														
'Ілона'	0,82	0,10	0,18	0,28	0,40	0,55	0,65	0,72	0,75	0,78	0,77	0,70	0,62	0,48
'Надія'	0,78	0,08	0,15	0,25	0,38	0,52	0,62	0,70	0,73	0,75	0,74	0,68	0,60	0,45
'Боярин'	0,75	0,06	0,12	0,22	0,34	0,48	0,58	0,66	0,69	0,71	0,70	0,64	0,56	0,42
'Гусар'	0,84	0,12	0,20	0,30	0,42	0,58	0,68	0,75	0,78	0,80	0,79	0,72	0,64	0,50
'Кадет'	0,76	0,07	0,14	0,24	0,36	0,50	0,60	0,68	0,71	0,73	0,72	0,66	0,58	0,44
HP <sub>0,05</sub>	0,04	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Довжина проростка, см														
'Ілона'	14,5	2,0	3,8	5,5	7,8	10,5	12,0	13,2	13,8	14,2	14,0	12,8	11,2	8,5
'Надія'	13,8	1,8	3,5	5,2	7,4	10,0	11,5	12,8	13,4	13,7	13,6	12,4	10,8	8,0
'Боярин'	13,2	1,5	3,0	4,8	7,0	9,5	11,0	12,2	12,8	13,0	12,9	11,8	10,2	7,5
'Гусар'	15,0	2,2	4,0	5,8	8,2	11,0	12,5	13,8	14,4	14,8	14,6	13,2	11,6	9,0
'Кадет'	13,5	1,6	3,2	5,0	7,2	9,8	11,2	12,5	13,0	13,3	13,2	12,0	10,5	7,8
HP <sub>0,05</sub>	0,9	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9

Результати досліджень, наведені в таблиці 3, свідчать, що реакція середовища істотно впливає не лише на посівні якості та інтенсивність ростових процесів, а й на морфологічну повноцінність проростків кунжуту. Встановлено, що зміна кислотно-лужного балансу супроводжувалася суттєвими порушеннями морфогенезу, які проявлялися у зростанні частки деформованих та морфологічно аномальних проростків.

Найбільш несприятливі умови для формування повноцінних проростків відмічено за сильнокислої реакції середовища. Зокрема, за рН 3,0 частка деформованих проростків у досліджуваних сортах досягала 70–85 %, а морфологічно аномальних – 55–70 %, що достовірно перевищувало показники контрольного варіанта, де рівень морфологічних відхилень не перевищував 0–3 %.

За умов екстремального кислотного стресу спостерігалися характерні порушення морфогенезу: викривлення та укорочення первинного кореня, асиметричний розвиток гіпокотилля, некротичні ураження меристематичних тканин, а також порушення формування й розкриття сім'ядоль. Виявлені аномалії свідчать про суттєву дестабілізацію процесів клітинного поділу, диференціації та тканинної органогенезу під впливом надлишкової концентрації іонів водню.

Установлено, що зі зростанням рН від 3,5 до 5,0 інтенсивність морфологічних порушень поступово знижувалася. У діапазоні рН 4,5–5,0 частка деформованих проростків зменшувалася до 20–42 %, а морфологічно аномальних – до 12–35 %, що свідчить про часткове відновлення морфогенетичних процесів та послаблення стресового впливу середовища (табл. 3).

Найсприятливіші умови для формування морфологічно повноцінних проростків встановлено в межах рН 6,0–7,5. У цьому інтервалі частка деформованих проростків не перевищувала 3–10 %, а морфологічно аномальних – 1–6 %, що відповідає природному фоновому рівню мінливості та свідчить про нормальний перебіг ростових і диференціаційних процесів. Саме за таких умов формувалася типовий для культури габітус проростка з добре розвиненою кореневою системою, симетричними сім'ядолями та рівномірним розвитком осьових органів.

Підвищення лужності середовища до рН 8,0–9,0 також супроводжувалося зростанням частоти морфологічних порушень, однак ступінь їх прояву був істотно нижчим порівняно з кислотним стресом. За рН 9,0 частка деформованих проростків становила 38–50 %, а морфологічно аномальних – 28–40 %, що свідчить про відносно вищу толерантність кунжуту до слабколужного середовища.

Сортові особливості реакції на зміну рН проявлялися досить чітко. Найвищу стійкість до екстремальних значень реакції середовища продемонстрував сорт 'Гусар', у якого впродовж усього досліджуваного діапазону рН фіксувалися найнижчі показники деформацій та морфологічних аномалій. Це вказує на високий рівень стабільності процесів морфогенезу та підвищену адаптивність цього генотипу до дії кислотного й лужного стресів.

Натомість сорт 'Боярин' характеризувався найвищою чутливістю до відхилення реакції середовища від оптимуму. За умов як кислотного, так і лужного стресу у нього відмічали максимальну частоту морфологічних порушень, що свідчить про низьку стійкість механізмів росту та диференціації до дії екстремальних значень рН (табл. 3).

Таблиця 3

**Частота морфологічних деформацій та аномалій проростків кунжуту за різного рівня рН, %**

Сорти	Конт- роль	рН													
		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
Деформовані проростки, %															
'Лона'	1	75	60	48	35	22	15	8	5	4	5	12	25	40	
'Надія'	2	80	65	52	38	25	18	10	7	6	6	15	28	45	
'Боярин'	3	85	70	58	42	30	22	14	10	9	8	18	32	50	
'Гусар'	1	70	55	45	32	20	12	6	4	3	4	10	22	38	
'Кадет'	3	82	68	55	40	28	20	12	9	8	7	16	30	48	
НР <sub>0,05</sub>	1,2	3,5	3,2	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,4	2,0	2,6	3,2	
Морфологічно аномальні проростки, %															
'Лона'	0	60	45	35	25	15	10	5	3	2	2	8	18	30	
'Надія'	1	65	50	40	30	18	12	6	4	3	3	10	22	35	
'Боярин'	2	70	55	45	35	22	15	8	6	5	4	12	25	40	
'Гусар'	0	55	40	30	20	12	8	3	2	1	1	6	15	28	
'Кадет'	2	68	53	43	33	20	14	7	5	4	4	11	24	38	
НР <sub>0,05</sub>	1,0	3,0	2,8	2,6	2,4	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,8	2,3	2,9	

Таким чином, сукупний аналіз морфологічної якості проростків підтверджує, що реакція середовища є одним із критичних факторів раннього онтогенезу кунжуту. Оптимальні умови для формування життєздатних і морфологічно повноцінних проростків забезпечувалися за слабкислої та нейтральної реакції середовища (рН 6,0–7,5). Екстремальні значення рН, особливо у кислому діапазоні, спричиняли не лише зниження інтенсивності проростання, а й глибокі морфофізіологічні порушення, що обмежували подальший ріст і розвиток рослин.

Результати досліджень засвідчили, що підвищення концентрації NaCl у поживному середовищі чинить виражений негативний вплив на енергію проростання та лабораторну схожість насіння всіх досліджуваних сортів кунжуту. У контрольному варіанті всі генотипи характеризувалися високими показниками енергії проростання (88–94 %) та лабораторної схожості (93–97 %), що свідчить про високу якість вихідного насіннєвого матеріалу та його добрий фізіологічний стан.

Зі збільшенням концентрації сольового розчину від 50 до 550 мг/л спостерігалася поступове та статистично достовірне зниження обох показників. Уже за концентрації 200–250 мг/л відмічали помірне пригнічення проростання, тоді як при 300 мг/л і вище проявлялася чітка диференціація сортів за рівнем солестійкості.

Найбільш інтенсивне зниження посівних якостей зафіксовано в інтервалі концентрацій 400–550 мг/л, де енергія проростання зменшувалася у 1,6–2,5 раза порівняно з контролем, а лабораторна схожість – у 1,4–2,3 раза залежно від генотипу. Отримані результати свідчать про досягнення критичного рівня сольового навантаження, за якого істотно порушуються процеси водопоглинання, активації ферментативних систем та початкового росту проростків (табл. 4).

Серед досліджуваних генотипів найвищий рівень солестійкості продемонстрував сорт 'Надія'. Навіть за максимальної концентрації NaCl (550 мг/л) його лабораторна схожість зберігалася на рівні 45 %, що було найвищим показником у досліді. Імовірно, підвищена стійкість цього сорту пов'язана з особливостями будови насінної оболонки світло-кремового забарвлення, яка характеризується меншою проникністю для іонів  $\text{Na}^+$  та  $\text{Cl}^-$  і, відповідно, забезпечує кращий захист зародка від осмотичного та іонного стресу.

Сорти 'Ілона' та 'Кадет' характеризувалися середнім рівнем адаптивності до засолення середовища. За концентрації NaCl 550 мг/л їх лабораторна схожість становила відповідно 42 та 38 %, що свідчить про помірну толерантність до сольового стресу та здатність частково зберігати життєздатність насіння за умов підвищеного осмотичного навантаження.

Найбільш чутливими до засолення виявилися сорти 'Гусар' і 'Боярин'. Зокрема, сорт 'Гусар', який характеризувався високою стійкістю до кислотного стресу, в умовах сольового навантаження проявив найнижчий рівень адаптивності. За концентрації NaCl 550 мг/л енергія проростання цього сорту знижувалася до 28 %, а лабораторна схожість – до 34 %. Подібна закономірність, хоча й менш виражена, спостерігалася і у сорту 'Боярин' (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив різного рівня сольового розчину на здатність до проростання насіння сортів кунжуту, %**

Сорти	Конт- роль	Концентрація NaCl 0,2 % розчин										
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Енергія проростання, %												
'Ілона'	92	90	88	85	81	76	70	64	58	50	42	35
'Надія'	94	92	89	86	82	78	73	67	61	54	46	38
'Боярин'	90	88	85	82	78	72	66	60	53	45	38	30
'Гусар'	88	86	83	80	75	70	64	58	51	43	36	28
'Кадет'	91	89	86	83	79	74	68	62	55	47	40	32
НІР <sub>0,05</sub>	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8
Схожість, %												
'Ілона'	96	94	92	89	85	81	76	70	64	57	49	42
'Надія'	97	95	93	90	87	83	78	73	67	60	52	45
'Боярин'	94	92	89	86	82	77	71	65	58	51	44	36
'Гусар'	93	91	88	85	80	75	69	63	56	49	42	34
'Кадет'	95	93	90	87	83	79	73	67	60	53	46	38
НІР <sub>0,05</sub>	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7

Таким чином, результати досліджень свідчать про наявність суттєвих міжсорткових відмінностей у реакції кунжуту індійського на сольовий стрес та підтверджують доцільність використання показників енергії проростання і лабораторної схожості як інформативних критеріїв ранньої оцінки солестійкості генотипів.

Дослідження впливу різних рівнів засоленості середовища на морфометричні показники проростків показали чітку залежність інтенсивності росту та накопичення біомаси від концентрації NaCl. Встановлено, що за мінімального рівня засолення (50 мг/л) зниження довжини проростків було незначним і становило лише 3–5 % порівняно з контролем, що свідчить про збереження адаптаційного потенціалу всіх досліджуваних сортів на ранніх етапах онтогенезу.

У діапазоні концентрацій NaCl 200–350 мг/л проявлявся так званий «порог толерантності», після якого інтенсивність ростових процесів різко знижувалася. За цих умов довжина проростків скорочувалася у 1,5–2,0 раза відносно контрольного варіанта. Подальше підвищення концентрації солі до 400–550 мг/л супроводжувалося ще більш вираженим інгібуванням росту, внаслідок чого довжина проростків зменшувалася у 2,5–3,5 раза порівняно з контролем.

Серед досліджуваних генотипів найвищу стійкість до сольового стресу за показником лінійного росту продемонстрував сорт 'Надія'. Навіть за максимальної концентрації NaCl (550 мг/л) довжина його проростків становила 2,30 см, що на 130 % перевищувало відповідний показник сорту 'Гусар' (1,00 см). Отримані результати свідчать про здатність сорту 'Надія' підтримувати активність ростових процесів навіть за умов значного осмотичного навантаження. Сорти 'Ілона' та 'Кадет' характеризувалися середнім рівнем стійкості до засолення. За максимальної концентрації NaCl довжина проростків у 'Ілона' становила 1,8 см, 'Кадет' – 1,6 см, що вказує на відносно високу пластичність цих генотипів та їх здатність частково підтримувати ростові процеси в умовах сольового стресу.

Динаміка зміни маси проростків загалом відповідала закономірностям, встановленим для довжини. Максимальні значення маси сирі речовини відмічено у контрольному варіанті (0,135–0,150 г). Із підвищенням концентрації NaCl спостерігалось статистично достовірне зниження цього показника у всіх досліджуваних сортів.

Найвищу здатність до збереження біомаси продемонстрував сорт 'Надія', який за максимального рівня засоленості зберігав 43,3 % маси проростків від контрольного значення. Сорти 'Ілона' та 'Кадет' утримували відповідно 37–38 % контрольної маси, тоді як у сортів 'Гусар' і 'Боярин' цей показник знижувався до 28,1 % та 28,6 %. Отримані результати свідчать про вищу здатність сортів 'Надія', 'Ілона' та 'Кадет' підтримувати клітинний тургор, водний баланс і функціональну активність тканин проростка в умовах підвищеного осмотичного тиску (табл. 5).

Аналіз морфометричних показників дозволив класифікувати досліджувані сорти за рівнем стійкості до сольового стресу на три групи. До групи високостійких належав сорт 'Надія', який зберігав відносно високі показники довжини та маси проростків навіть за концентрації NaCl 550 мг/л. До групи середньостійких віднесено сорти 'Ілона' та 'Кадет', які характеризувалися помірним зниженням морфометричних показників та достатньою пластичністю до дії сольового чинника. Групу низькостійких сформували сорти 'Гусар' та 'Боярин', у яких спостерігалось різке пригнічення росту й накопичення біомаси за високих концентрацій солі.

Таким чином, за сукупністю морфометричних показників проростків сорт 'Надія' ідентифіковано як найбільш солестійкий генотип, сорти 'Ілона' та 'Кадет' – як генотипи середнього рівня стійкості, тоді як 'Гусар' та 'Боярин' характеризувалися підвищеною чутливістю до сольового стресу, що обмежує перспективи їх використання в умовах солонцюватих і засолених ґрунтів (табл. 5).

Таблиця 5

**Довжина і маса проростка сортів кунжуту залежно від рівня сольового розчину, см**

Сорти	Конт- роль	Концентрація NaCl 0,2 % розчин										
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Довжина проростка, см												
'Ілона'	6,8	6,6	6,3	6,0	5,6	5,1	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2	1,8
'Надія'	7,1	6,9	6,6	6,3	6,0	5,6	5,1	4,6	4,0	3,4	2,8	2,3
'Боярин'	6,5	6,2	5,9	5,5	5,1	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2	1,7	1,3
'Гусар'	6,2	5,9	5,5	5,1	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2	1,7	1,3	1,0
'Кадет'	6,6	6,4	6,1	5,8	5,4	5,0	4,5	3,9	3,3	2,7	2,1	1,6
НІР <sub>0,05</sub>	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46
Маса проростка, г												
'Ілона'	0,145	0,140	0,135	0,128	0,120	0,112	0,103	0,094	0,085	0,075	0,065	0,055
'Надія'	0,150	0,145	0,140	0,134	0,126	0,118	0,110	0,102	0,094	0,085	0,075	0,065
'Боярин'	0,140	0,135	0,128	0,120	0,112	0,103	0,094	0,085	0,075	0,065	0,055	0,045
'Гусар'	0,135	0,128	0,120	0,112	0,103	0,094	0,085	0,075	0,065	0,055	0,045	0,038
'Кадет'	0,142	0,138	0,132	0,125	0,118	0,110	0,102	0,093	0,084	0,074	0,064	0,054
НІР <sub>0,05</sub>	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011

Таким чином, отримані результати підтверджують визначальну роль сольового стресу у формуванні морфометричних параметрів проростків кунжуту індійського та свідчать про доцільність використання показників довжини і маси проростків як чутливих критеріїв ранньої оцінки солестійкості сортів.

Дослідження показали, що характер впливу сольового стресу суттєво відрізнявся від дії кислотного середовища. Якщо за кислотного стресу переважали некротичні ураження тканин і пригнічення меристематичної активності, то дія NaCl спричиняла специфічні осмотично-індуковані деформації проростків. Найхарактернішими проявами були склоподібність і набряк гіпокотіля, затримка скидання насінної оболонки, а також спіралеподібне викривлення головного кореня. Виявлені морфологічні зміни свідчать про суттєві порушення водного потенціалу клітин, осмотичного балансу та співвідношення іонів  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  у тканинах проростка.

Серед досліджуваних генотипів сорт 'Надія' продемонстрував найвищу здатність до збереження морфологічної якості проростків в умовах сольового навантаження. Навіть за концентрації NaCl 450 мг/л частка морфологічно повноцінних проростків залишалася відносно високою, а кількість аномалій була на 18 % нижчою порівняно із сортом 'Гусар', що свідчить про ефективніше функціонування адаптивних механізмів до осмотичного та іонного стресу.

Особливу закономірність виявлено у сорту 'Кадет'. Незважаючи на середні показники лабораторної схожості, пророслі насінини цього генотипу характеризувалися найнижчою часткою морфологічних аномалій – лише 38 % за концентрації NaCl 550 мг/л. Це може свідчити про наявність ефективного внутрішнього селективного механізму на етапі проростання, за якого менш життєздатні проростки елімінуються на ранніх стадіях розвитку.

Найвищу чутливість до засолення продемонстрував сорт 'Гусар'. Уже за концентрації NaCl 250 мг/л кожен четвертий проросток мав морфологічні деформації, а при 550 мг/л частка дефектних проростків досягала 74 %. Отримані результати дозволяють припустити, що темніше забарвлення насінної оболонки цього сорту, яке асоціюється з підвищеною кислотостійкістю, може супроводжуватися більш інтенсивним накопиченням іонів  $\text{Na}^+$  у тканинах, що посилює прояви сольового токсикозу.

У контрольному варіанті частка деформованих проростків була мінімальною і не перевищувала 1–4 % залежно від сорту. Зі збільшенням концентрації NaCl відмічалось поступове та статистично достовірне зростання цього показника. За концентрації 200–250 мг/л частка деформованих проростків у сорту 'Кадет' становила 9–18 %, у 'Надія' – 11–15 %, у 'Боярин' – 18–23 %, в 'Ілона' – 14–18 %, тоді як у сорту 'Гусар' – 22–28 %.

Подальше підвищення концентрації NaCl до 400–450 мг/л супроводжувалося різким зростанням частоти деформацій. У сорту 'Кадет' частка деформованих проростків становила 31–38 %, у 'Надія' – 35–42 %, у 'Боярин' – 46–54 %, у 'Ілона' – 40–48 %, а у сорту 'Гусар' – 52–60 %. За максимального рівня засолення (550 мг/л) цей показник досягав критичних значень: 52 % у 'Кадет', 56 % у 'Надія', 62 % у 'Ілона', 68 % у 'Боярин' та 74 % у 'Гусар'.

Аналогічна тенденція встановлена і щодо частоти морфологічно аномальних проростків. У контрольному варіанті їх кількість не перевищувала 1–3 %, однак уже при концентрації NaCl 300 мг/л вона зростала до 12 % у сорту 'Кадет' та до 28 % у сорту 'Гусар'. За концентрацій 400–450 мг/л частка аномальних проростків становила 21–26 % у 'Кадет' та 42–49 % у 'Гусар'. Максимальний рівень засолення (550 мг/л) спричиняв збільшення кількості аномалій до 38 % у сорту 'Кадет' та 63 % у сорту 'Гусар'.

Отримані дані свідчать про виражений тератогенний ефект сольового стресу на ранніх етапах розвитку кунжуту. Найвищу здатність до збереження морфологічної цілісності проростків продемонстрували сорти 'Надія' та 'Кадет', які навіть за високих концентрацій NaCl характеризувалися порівняно низькою частотою деформацій і морфологічних аномалій. Натомість сорт 'Гусар' виявився найбільш чутливим до засолення, що проявлялося різким зростанням частоти морфологічних порушень уже за середніх рівнів сольового навантаження.

Загалом сорти 'Надія' та 'Кадет' характеризувалися найвищою пластичністю та здатністю підтримувати морфологічну повноцінність проростків в умовах підвищеного засолення. Сорт 'Ілона' займав проміжне положення за рівнем стійкості, тоді як сорти 'Гусар' та 'Боярин' проявили високу чутливість до сольового стресу.

Сукупний аналіз частоти деформацій і морфологічних аномалій дозволяє рекомендувати сорт 'Надія' як найбільш перспективний для вирощування на солонцюватих ґрунтах, а сорт 'Кадет' – як генотип із вираженим внутрішнім відбором життєздатних проростків на ранніх етапах онтогенезу (табл. 6).

**Частота морфологічних деформацій та аномалій проростків кунжуту  
залежно від рівня сольового розчину, см**

Сорти	Конт- роль	Концентрація NaCl 0,2 % розчин										
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Деформовані проростки, %												
'Глона'	2	4	6	9	14	18	25	32	40	48	55	62
'Надія'	1	3	5	7	11	15	21	28	35	42	49	56
'Боярин'	3	5	8	12	18	23	30	38	46	54	60	68
'Гусар'	4	7	11	16	22	28	36	44	52	60	67	74
'Кадет'	1	3	4	6	9	13	18	24	31	38	45	52
НІР <sub>0,05</sub>	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,8	5,2
Морфологічно аномальні проростки, %												
'Глона'	1	2	4	6	9	13	18	24	30	37	44	50
'Надія'	1	2	3	5	7	10	14	19	25	31	37	43
'Боярин'	2	4	6	9	13	17	22	28	35	41	48	55
'Гусар'	3	5	8	12	17	22	28	35	42	49	56	63
'Кадет'	1	2	3	4	6	8	12	16	21	26	32	38
НІР <sub>0,05</sub>	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,2

### Висновки

Для всіх досліджуваних сортів кунжуту індійського (*Sesamum indicum*) оптимальні умови проростання формувалися за нейтральної реакції середовища (рН 6,5–7,5) та мінімального рівня засолення (NaCl до 50 мг/л). У зазначеному діапазоні забезпечувалися найвищі показники енергії проростання і лабораторної схожості насіння (94–98 %), а частка морфологічних аномалій не перевищувала 1–3 %, що свідчить про нормальний перебіг ростових і диференціаційних процесів на ранніх етапах онтогенезу.

Кислотний стрес (рН 3,0–3,5) чинить на рослини кунжуту більш деструктивний вплив порівняно із сольовим. За умов критичного закислення середовища схожість насіння знижувалася у 5–8 разів, а розвиток проростків супроводжувався масовими некротичними ураженнями меристематичних тканин. Натомість сольовий стрес спричиняв переважно поступове пригнічення ростових процесів унаслідок осмотичного та іонного дисбалансу, при цьому життєздатність насіння навіть за максимального рівня засолення (NaCl 550 мг/л) зберігалася на рівні 34–45 % залежно від генотипу.

Показники маси та довжини проростків виявилися більш чутливими індикаторами стресового навантаження порівняно з лабораторною схожістю. За екстремальних значень рН і концентрацій NaCl лінійний ріст пригнічувався на 70–85 %, що супроводжувалося високою частотою морфологічних і тератологічних порушень, зокрема склоподібністю тканин, деформаціями гіпокотилля, аномаліями формування сім'ядоль.

За результатами комплексної оцінки сорт 'Гусар' визначено як найбільш кислотостійкий генотип. Він забезпечував найвищі показники схожості та морфологічної якості проростків за рН 3,0, що свідчить про його перспективність для вирощування на кислих ґрунтах.

Найвищий рівень солестійкості продемонстрував сорт 'Надія', який за концентрації NaCl 550 мг/л формував проростки, довжина яких перевищувала показники інших сортів на 130 %, а також характеризувався мінімальною частотою морфологічних аномалій. Це дозволяє розглядати цей генотип як найбільш перспективний для вирощування в умовах засоленних і солонцюватих ґрунтів.

Сорт 'Боярин' виявився найбільш чутливим до дії як кислотного, так і сольового стресів, що проявлялося різким зниженням схожості, пригніченням ростових процесів та високою частотою морфологічних порушень. Отримані результати свідчать про обмежену екологічну пластичність цього генотипу та його низьку адаптивність до екстремальних умов середовища.

### Використана література

1. Ведмедева К. В., Білозуб А. С., Махова Т. В. Кластеризація колекції кунжуту за морфологічними ознаками. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2025. № 38. С. 18–27. <https://doi.org/10.36710/ІОС-2025-38-02>
2. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування продуктивності кунжуту під впливом агроприймів вирощування в посушливих умовах степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. Вип. 28. С. 151–159. <https://doi.org/10.36710/іос-2019-28-15>

3. Ведмедева К. В., Білозуб А. С., Кобзева Д. О. Прояв господарських ознак у зразків кунжуту з різним забарвленням насіння. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. Вип. 28. С. 132–139. <https://doi.org/10.36710/ioc-2022-33-04>
4. Писаренко П. В., Тараненко С. В., Тараненко А. О. Вибір, обґрунтування та характеристика індикаторів біологічного різноманіття ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 1. С. 20–23. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2013/01/20.pdf>
5. Драган М. І., Грищенко Р. Є., Любчич О. Г. та ін. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур у кислому середовищі. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2007. Вип. 2. С. 83–88.
6. Маренюк О. Б., Корнійчук О. В., Дорошук В. О. Основні результати та перспективи селекції ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 35–45. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnnytstvo202089-03>
7. Бугайов В. Д., Мамалига В. С., Горенський В. М., Максимов А. М. Оцінка та створення вихідного матеріалу для селекції люцерни посівної в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2014. Т. 15. С. 153–156. URL: <https://utgis.org.ua/journals/index.php/Factory/article/view/326>
8. Любченко І. О. Створення вихідного матеріалу рижю ярого стійкого до стресових чинників за використання біотехнологічних методів : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 / УНУС. Умань, 2018. 165 с.
9. Liu J., Guo W. Q., Shi D. C. Seed germination, seedling survival, and physiological response of sunflowers under saline and alkaline conditions. *Photosynthetica*. 2010. Vol. 48, No. 2. P. 278–286. <https://doi.org/10.1007/s11099-010-0034-3>
10. Guo R., Shi L., Ding X. et al. Effects of saline and alkaline stress on germination, seedling growth, and ion balance in wheat. *Agronomy Journal*. 2010. Vol. 102, No. 4. P. 1252–1260. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0022>
11. Січняк О. Л., Оснач М. Г. Генетичні особливості стійкості кукурудзи до різних типів засолення. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання) : матеріали X Міжнародної наукової конференції (19 березня 2021 р.)*. Умань, 2021. С. 232–234.
12. Калініна Н., Кабузенко С. Солестійкість кукурудзи різних генотипів та вплив на неї регуляторів росту. *Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти* : матеріали II Міжнародної конференції (м. Львів, 18–21 серпня 2004 р.). Львів : СПОЛОМ, 2004. С. 148.
13. Деркач І. В., Романюк Н. Д. Вплив засолення ґрунтів на рослинні організми. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2016. № 3–4. С. 91–106.
14. Li R., Shi F., Fukuda K. Interactive effects of salt and alkali stresses on seed germination, germination recovery, and seedling growth of a halophyte *Spartina alterniflora* (Poaceae). *South African Journal of Botany*. 2010. Vol. 76, Iss. 2. P. 380–387. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.01.004>
15. Zhao Y., Lu Z., He L. Effects of saline-alkaline stress on seed germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2014. Vol. 173, Iss. 7. P. 1680–1691. <https://doi.org/10.1007/s12010-014-0956-5>
16. Lynch J. M. Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell & Environment*. 1980. Vol. 3, Iss. 4. P. 255–259. <https://doi.org/10.1111/1365-3040.ep11581824>
17. Вожегов С. Г., Цілинко М. І., Зоріна Г. Г. Моделювання насінневої продуктивності сортів рису в умовах Півдня України. *Agrology*. 2019. Vol. 2, Iss. 1. P. 51–58. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14018>
18. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогрив П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.
19. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. 2-ге вид., випр. і допов. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2016. 128 с. <https://doi.org/10.21498/978-966-924-577-9>
20. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 4138:2002. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
21. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови : ДСТУ 2240-93. Київ : Держстандарт України, 1994. 73 с.
22. Вода для застосування у лабораторіях. Специфікація та методи випробування : ДСТУ ISO 3696:2003 (ISO 3696:1987, IDT). Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

## References

1. Vedmedieva, K. V., Bilozub, A. S., & Makhova, T. V. (2025). Clusterization of sesame collection by morphological characters. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 38, 18–27. <https://doi.org/10.36710/ioc-2025-38-02> [In Ukrainian]
2. Poliakov, O. I., & Nikitenko, O. V. (2019). Formation of sesame productivity under the influence of agricultural techniques under dry steps of Ukraine. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 28, 151–159. <https://doi.org/10.36710/ioc-2019-28-15> [In Ukrainian]

3. Vedmedieva, K. V., Bilozub, A. S., & Kobzieva, D. O. (2019). Manifestation of economic symptoms in sesame samples with different seed colors. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops of NAAS*, 28, 132–139. <https://doi.org/10.36710/ioc-2022-33-04> [In Ukrainian]
4. Pysarenko, P. V., Taranenko, S. V., & Taranenko, A. O. (2013). Selection, substantiation, and characteristics of soil biodiversity indicators. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 20–23. <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2013/01/20.pdf> [In Ukrainian]
5. Drahan, M. I., Hryshchenko, R. Ye., Liubchych, O. H., Larina, S. V., & Didenko, L. S. (2007). Sowing properties of agricultural crop seeds in acidic environment. *Collection of Scientific Papers of the NSC "Institute of Agriculture of UAAS"*, 2, 83–88. [In Ukrainian]
6. Mareniuk, O. B., Korniiichuk, O. V., & Doroshchuk, V. O. (2020). Main results and prospects of spring barley breeding under conditions of increased soil acidity. *Feeds and Feed Production*, 89, 35–45. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-03> [In Ukrainian]
7. Buhaiov, V. D., Mamalyha, V. S., Horenskyi, V. M., & Maksimov, A. M. (2014). Evaluation and creation of source material for alfalfa breeding under conditions of increased soil acidity. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, 15, 153–156. <https://utgis.org.ua/journals/index.php/Factory/article/view/326> [In Ukrainian]
8. Liubchenko, I. O. (2018). *Creation of source material of spring false flax resistant to stress factors using biotechnological methods* (Candidate's thesis). Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine. [In Ukrainian]
9. Liu, J., Guo, W. Q., & Shi, D. C. (2010). Seed germination, seedling survival, and physiological response of sunflowers under saline and alkaline conditions. *Photosynthetica*, 48(2), 278–286. <https://doi.org/10.1007/s11099-010-0034-3>
10. Guo, R., Shi, L., Ding, X., Hu, Y., Tian, S., Yan, D., Shao, S., Gao, Y., Liu, R., & Yang, Y. (2010). Effects of saline and alkaline stress on germination, seedling growth, and ion balance in wheat. *Agronomy Journal*, 102(4), 1252–1260. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0022>
11. Sichniak, O. L., & Osnach, M. H. (2021). Genetic features of maize resistance to different types of salinity. In *Breeding and Genetic Science and Education (Pariievi Readings)* (pp. 232–234). Uman National University of Horticulture. [In Ukrainian]
12. Kalinina, N., & Kabuzenko, S. (2004). Salt tolerance of maize of different genotypes and the influence of growth regulators on it. In *Plant Ontogenesis in Natural and Transformed Environment. Physiological, Biochemical and Ecological Aspects*. (p. 148). SPOLOM. [In Ukrainian]
13. Derkach, I. V., & Romaniuk, N. D. (2016). Influence of soil salinity on plant organisms. *Scientific Notes of TNPU named after V. Hnatiuk. Series: Biology*, 3–4, 91–106. [In Ukrainian]
14. Li, R., Shi, F., & Fukuda, K. (2010). Interactive effects of salt and alkali stresses on seed germination, germination recovery, and seedling growth of a halophyte *Spartina alterniflora* (Poaceae). *South African Journal of Botany*, 76(2), 380–387. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.01.004>
15. Zhao, Y., Lu, Z., & He, L. (2014). Effects of saline-alkaline stress on seed germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 173(7), 1680–1691. <https://doi.org/10.1007/s12010-014-0956-5>
16. Lynch, J. M. (1980). Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell & Environment*, 3(4), 255–259. <https://doi.org/10.1111/1365-3040.ep11581824>
17. Vozhehov, S. H., Tsilinko, M. I., & Zorina, H. H. (2019). Modeling seed productivity of rice varieties under conditions of Southern Ukraine. *Agrology*, 2(1), 51–58. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14018> [In Ukrainian]
18. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2005). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Diia. [In Ukrainian]
19. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology of examination of plant varieties of ornamental, medicinal, essential oil and forest groups for suitability for dissemination in Ukraine* (2nd ed., rev.). Korzun D. Yu. <https://doi.org/10.21498/978-966-924-577-9> [In Ukrainian]
20. *Seeds of agricultural crops. Methods for quality determination: DSTU 4138:2002*. (2003). Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
21. *Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Specifications: DSTU 2240-93*. (1994). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
22. *Water for laboratory use. Specification and test methods: DSTU ISO 3696:2003 (ISO 3696:1987, IDT)*. (2005). Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]

UDC 633.853.34:581.142:581.522.4

**Kononenko, L. M.\***, **Mykhailovyn, Yu. M.**, **Prykhodko, V. O.**, & **Poltoretska, N. M.** (2026). Evaluation of sesame varietal resistance to acidic and saline stress at early ontogenetic stages. *Advanced Agritechnologies*, 14(1). <https://doi.org/10.47414/na.14.1.2026.362019> [In Ukrainian]

*Uman National University, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine,*  
*\*e-mail: lidiyakononenko@ukr.net*

**Aim.** To assess the response of different sesame varieties to simulated conditions of acidic and saline stress in order to identify the most adaptive genotypes for cultivation under climate change and adverse soil factors. **Methods.** The study was conducted in 2021–2025 at Uman National University using laboratory model systems of acidic stress (pH 3.0–9.0) and saline stress (NaCl 50–550 mg/l). The objects of research were five Ukrainian sesame varieties: ‘Ilona’, ‘Nadiia’, ‘Boiaryn’, ‘Husar’, and ‘Kadet’. Germination energy, laboratory germination, morphometric parameters of seedlings (mass, length), and frequency of morphological deformations were evaluated. **Results.** A pronounced dependence of seed quality and growth processes on medium reaction and salinity was established. Optimal germination conditions for all varieties were observed at pH 6.0–7.5 and minimal NaCl content, where germination reached 92–98% and morphological anomalies did not exceed 1–3%. Acidic stress (pH 3.0–3.5) caused a critical (5–8-fold) reduction in germination, widespread morphological abnormalities, and growth inhibition of 70–85%. Saline stress led to a gradual decline in parameters, with seed viability at 550 mg/l NaCl maintained at 34–45% depending on the variety. Significant genotypic differences were revealed. The variety ‘Husar’ exhibited the highest acid tolerance and stability of germination under extremely low pH. The variety ‘Nadiia’ showed maximum salt tolerance, ensuring the highest germination and seedling mass under high NaCl concentrations. The variety ‘Boiaryn’ was the most sensitive to both types of stress. **Conclusions.** Medium reaction is the decisive factor in early sesame ontogenesis. Acidic stress exerts a more destructive effect than saline stress. Seedling length, mass, and morphological integrity are the most informative criteria of stress resistance. ‘Husar’ is recommended as an acid-tolerant genotype, ‘Nadiia’ as salt-tolerant, while ‘Boiaryn’ demonstrates limited ecological plasticity.

**Keywords:** *medium pH; laboratory germination; germination energy; morphometric parameters; varietal resistance; abiotic stress; genotype adaptability; early ontogenesis; morphological deformations; salt tolerance; acid tolerance.*

*Надійшла / Received 04.03.2026*

*Погоджено до друку / Accepted 27.03.2026*

*Опубліковано онлайн / Published online 28.05.2026*