

УДК: 631.527

ТОЛЕРАНТНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН ДО ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТІВ

Фрига Андрій, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 1 курсу ОП «Агрономія»,

Науковий керівник: Бондар Людмила Пилипівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри садівництва, виноградарства, біології та хімії
Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна

Засолення ґрунтів залишається однією з найважливіших екологічно-агрономічних проблем сучасності. За оцінками ФАО, площа ґрунтів, уражених різними формами засолення, перевищує сотні мільйонів гектарів, що робить питання їх моніторингу і відновлення пріоритетним для забезпечення продовольчої безпеки у світі [1].

В Україні концентрація проблемних територій спостерігається в південних регіонах — у степовій зоні та на зрошуваних ділянках Лісостепу, зокрема в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. Вторинне засолення, яке пов'язане з господарською діяльністю (переважно неконтрольованим або надмірним зрошенням та відсутністю адекватного дренажу), часто прогресує швидше і вимагає негайних агротехнічних заходів [2].

Класифікація засолення традиційно поділяє його на первинне (натуральне) та вторинне (антропогенне). Первинне засолення формується внаслідок природних гідрогеологічних процесів у посушливих регіонах, тоді як вторинне виникає в результаті змін водного режиму через зрошення, погане управління водними ресурсами та інші види антропогенної діяльності; останнє може призвести до швидкої деградації родючих шарів ґрунту і значних втрат урожаю [2].

Рослини реагують на засолення двофазово: спочатку настає осмотична фаза, що обмежує доступ води і гальмує ріст молодих органів, а пізніше — іонна фаза, пов'язана з накопиченням токсичних іонів (перш за все Na^+ і Cl^-), що погіршує функції дорослих листків та прискорює їх старіння. Цю двофазну модель реакції детально описано у класичному огляді з молекулярних та фізіологічних механізмів толерантності рослин [3].

Надлишок розчинних солей у кореневому середовищі створює три ключові типи стресу: осмотичний (обмеження водопостачання), іонний (токсичність Na^+/Cl^-) та порушення харчування (блокування поглинання катіонів, зокрема K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}). У результаті спостерігаються зниження темпів росту, зменшення фотосинтетичної активності та передчасне старіння надземної біомаси [4].

Фізіологічні та біохімічні механізми стійкості включають накопичення осмолітів (пролін, гліцин-бетаїн, низькомолекулярні цукри), які допомагають підтримувати клітинний тургор при високому осмотичному тиску; посилення антиоксидантного захисту (супероксиддисмутаза,

каталаза, пероксидаза, а також низькомолекулярні антиоксиданти) для нейтралізації активних форм кисню; та іонний гомеостаз — обмеження надходження Na^+ у цитоплазму та його сепарація у вакуолі [3,4].

Молекулярні системи, що відповідають за іонний гомеостаз, включають набори іонних транспортерів і pomp, зокрема НКТ-сімейство (яке бере участь у регуляції Na^+ у вжeksiлемі/сресі), вакуольні NHX Na^+/H^+ антипортери (що сприяють секвестрації Na^+ у вакуолі) та системи SOS (Salt Overly Sensitive), які координують експорт Na^+ із клітини. Значну роль у визначенні толерантності відіграють природні алелі цих генів, які можуть підвищувати стійкість окремих сортів до солі [5].

Антиоксидантний апарат рослин при солевому стресі зазнає індукції — активуються ферменти та системи, що знешкоджують активні форми кисню, зменшуючи ліпідну пероксидацію та інші ушкодження клітинних структур. Такі зміни детально описуються у сучасних дослідженнях з фізіології стресу [4].

Засолення справляє виражений негативний вплив на фотосинтез: знижується вміст хлорофілу, порушується робота фотосинтетичних комплексів (особливо фотосистеми II), змінюються параметри фотохімічної ефективності та знижується швидкість CO_2 -фіксації. Останні експериментальні роботи показують, що навіть помірні рівні NaCl призводять до статистично значущого зниження показників PSII та хлорофільного вмісту у пшениці та інших зернових культурах.

Серед культур спостерігаються чіткі відмінності у толерантності: ячмінь і сорго загалом демонструють найвищу стійкість, кукурудза та бавовник — помірно-підвищену, пшениця і соняшник — середню, тоді як бобові (соє, горох, квасоля, люцерна) — найбільш чутливі. Вибір культури та сорту для вирощування на солонцюватих ділянках є важливим елементом адаптаційної стратегії [2].

Агротехнічні заходи управління солями ґрунту включають: забезпечення ефективного дренажу, планування та контроль зрошення (з використанням відповідної якості води та розрахунком вимоги до промивання ґрунту – leaching requirement), промивання кореневої зони для виведення надлишку солей, а також застосування кальцієвих добрив (гіпсування) у випадках солонцювання. Практичні керівництва наголошують на необхідності розрахунку коефіцієнта промивання (leaching fraction) та регулярного контролю електропровідності води і ґрунтового розчину при впровадженні таких заходів.

Біологічні підходи включають застосування мікоризних грибів та промоторних ризобактерій, які підвищують доступність води і мікроелементів, стимулюють розвиток кореневої системи та пом'якшують іонну токсичність. Метадані і огляди показують, що арбускулярні мікоризи помітно поліпшують ріст і стійкість рослин при впливі солей.

Селекція та біотехнології: сучасні підходи об'єднують класичну селекцію з маркер-асоційованим відбором і трансгенними технологіями для інтеграції алелей, що підвищують ефективність Na^+ -екструзії або вакуольного секвестрації. Випадкові та цілеспрямовані модифікації генетичного фону вже показали перспективні результати у підвищенні врожайності на солонцюватих ґрунтах в експериментальних умовах [5,3].

Екологічні наслідки засолення виходять за межі агровиробництва: деградація ґрунтів знижує біорізноманіття, погіршує структуру ґрунту та водоутримувальні властивості, що в

сукупності сприяє процесам опустелювання в уразливих регіонах. Управління засоленими територіями вимагає комплексного підходу, що поєднує технічні, біологічні та соціально-економічні заходи [1,2].

Таким чином, толерантність рослин до засолення — комплексна ознака, яка визначається фізіологічними, біохімічними, морфологічними та генетичними чинниками. Практичні рекомендації включають поєднання селекційних рішень, цільової біотехнології, впровадження біопрепаратів та агротехнічних методів управління водним режимом і дренажем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FAO. Global map of salt-affected soils. Rome: FAO, 2021. URL: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-map-of-salt-affected-soils/en/> (дата звернення: 11.09.2025).
2. Балюк С. А., Назаренко О. В. Засолення ґрунтів та заходи боротьби з ним. Харків: ННЦ «ІГА», 2018. 184 с.
3. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 2008;59:651–681.
4. Пономаренко С. В. Фізіологія стресу рослин. Київ: Либідь, 2016. 320 с.
5. Lu C. Et al. Salt stress inhibits photosynthesis and destroys photosynthetic apparatus. 2023. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10054032/> (дата звернення: 11.09.2025).