

12. Grunty. Klasyfikatsiia gruntiv za stupenem vtorynoi solontsiuvatosti [Soils. Classification of soils according to the degree of secondary salinity]. (2000). *DSTU 3866-99 from 16 April 1999*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

13. Pro normatyvy ekoloho-bezpechnoho zroshennia, osushennia, upravlinnia polyvamy ta vodovidvedenniam [About norms of ecologically safe irrigation, drainage, management of irrigations and drainage]. *Postanova Kabminu – Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2020*, No. 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-%D0%BF#Text>.

14. Hryhorieva, L.I. (2016). Yakist zroshuvanoi vody: pidkhody do rozrobky radioviino-hihiienichnykh kryteriiv [Irrigation water quality: approaches to the development

of radio-hygienic criteria]. *Zbirnyk naukovykh prats ODA-TRla – Collection of Scientific Works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality*, 2 (9), 6–11 [in Ukrainian].

15. Zhyhailo, O.L. (2011). Kontrol zabrudnennia vazhkymy metalamy bahatorichnykh trav na zroshuvanykh zemliakh Odeshchyny [Control of heavy metal pollution of perennial grasses on irrigated lands of Odesa region]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 8, 155–161 [in Ukrainian].

16. Melnyk, M.A. et al. (2020). *Ekoloho-ahrokhimichnyi stan silskohospodarskykh zemel Khersonskoi oblasti, problemy i shliakhy vyrishennia [Ecological and agrochemical condition of agricultural lands of Kherson region, problems and solution]*. Kherson: OLDI-Plius [in Ukrainian].

УДК 631.4:631.67

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.4>

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛОКАЛЬНИХ ВИЯВІВ ГАЛОГЕНЕЗУ В ҐРУНТАХ ЗА УМОВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

ДРОЗД О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-4856-8589

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

АФНАСЬЄВ Ю.О. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-8499-9389

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

Постановка проблеми. Засолення і солонцюватість ґрунтів є однією з основних загроз глобальній продовольчій безпеці та досягненню Цілей сталого розвитку (далі – ЦУР), про що зазначено у звіті про стан світових ґрунтових ресурсів (FAO та ITPS, 2015). Галогенні ґрунти (salt-affected soils) поширені у понад 100 країнах світу, площа їх розповсюдження оцінюється приблизно у 1 млрд. га [21], проте доступні статистичні дані щодо їх динаміки і глобального масштабу поширення потребують постійного уточнення. За ініціативи FAO створено глобальну карту засолених і солонцевих ґрунтів (GSSmap) із метою оновлення глобальної інформації та загальнодержавних даних про засолені і солонцюваті ґрунти для їх подальшого моніторингу [17]. Серед основних причин поширення таких ґрунтів – аридні кліматичні умови, засоленість ґрунотворних порід і неякісний менеджмент за зрошення [5; 21]. За даними GLASOD, у світі близько 76 млн. га ґрунтів, засолення і солонцюватість яких зумовлені антропогенними чинниками. Щорічне збільшення площ зрошуваних земель (за різними даними) на 0,3–1,5 млн га зумовлює стійку тенденцію до зростання територій галогенних ґрунтів. Однак продуктивність зрошуваних земель у світі

поступово знижується, не дивлячись на витрати для подолання іригаційної деградації, які щорічно зростають [5; 21].

У Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року визначено, що розвиток зрошення має базуватись виключно на новій техніко-технологічній основі, зокрема впровадженні сучасних ресурсо- та енергоефективних, а також екологічно безпечних способів зрошення. У більшості випадків інфраструктура для систем зрошення потребує великих капіталовкладень, проте способи краплинного зрошення мають істотні переваги для впровадження на більшості територій [10]. Наразі в Україні площі краплинного зрошення мають стійку тенденцію до щорічного зростання [13].

Дедалі більше виробництво овочевої продукції в Україні з використанням краплинного зрошення зосереджується на дрібних приватних господарствах та землеволодіннях окремих суб'єктів господарювання. Такі землекористування є динамічними, часто поширені на землях немеліоративного фонду, що ускладнює точне визначення їх площ і поточного еколого-агромеліоративного стану, а отже, впливає на об'єктивність даних щодо реального поширення процесів іригаційної деградації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кліматичні зміни визначають майбутній розвиток екосистем і є одним з основних факторів зміни природних систем. Це призводить до необхідності пристосування технологічних процесів для підтримання надання ґрунтами екосистемних послуг. Оцінювання впливу кліматичних змін на умови природного вологозабезпечення України показує стійку тенденцію погіршення [4; 14; 16; 18]. Як наслідок, в умовах степу ефективно землеробство без зрошення стало практично неможливим [2; 13], сформувався загроза прогресувального опустелювання земель.

Зрошення є одним із потужних чинників порушення природних трендів розвитку і функціонування ґрунту та часто призводить до виникнення негативних ефектів, що створюють загрозу гармонійному розвитку екосистем і реалізації ґрунтових екосистемних послуг [9; 14]. Аналіз літературних джерел показує, що за дотримання необхідних вимог краплинне зрошення має низку переваг [7; 13]. Проте серед причин, які зумовлюють ризик деградації ґрунтів за краплинного зрошення, є недотримання технологічних норм поливу; невідповідність нормативам якості зрошувальної води; близьке до поверхні залягання мінералізованих підґрунтових вод; застосування краплинного зрошення мінералізованими водами на ґрунтах, сформованих на засолених ґрунтоутворних породах або на ґрунтах, де вияви іригаційної деградації були зумовлені застосуванням інших способів поливів (дощування) у попередні роки.

Спрямованість та інтенсивність змін ґрунтових властивостей залежать від хімічного складу зрошувальної води, вихідних ґрунтово-екологічних умов та тривалості зрошення [7; 15]. Серед показників ґрунту, що зазнають найбільшого впливу за краплинного зрошення водами несприятливої якості, є катіонно-аніонний склад водного розчину та склад ґрунтового поглинального комплексу. Локальне накопичення солей у ґрунті, яке за короткий час може досягти значних або й класифікаційно значущих величин, особливо за використання мінералізованих вод, є одним із найбільш істотних недоліків краплинного зрошення [6; 7; 19]. У багатьох країнах світу застосування для краплинного зрошення вод із підвищеною мінералізацією є основною причиною галогенезу, зокрема його локальних лінійних виявів як у багаторічних насадженнях [14; 20; 21], так і під час вирощування просапних культур [3; 7; 12; 19].

Солі зв'язують поживні речовини, підвищують осмотичний потенціал ґрунту, знижують потенціал реалізації регульованих та підтримуваних екосистемних послуг ґрунту, що зумовлює пригнічення росту рослин, обмежує врожайність сільськогосподарських культур, а отже, знижує потенціал реалізації ґрунтом постачальної екосистемної послуги. Втрати врожаю в посушливих регіонах через засолення ґрунтів сягають від 18–23% до 43% [14].

Локальне зволоження зумовлює строкатість та просторову диференціацію ґрунтових показників в низці «поливна стрічка – рядок культури – межа

контуру зволоження – міжряддя». Зважаючи на постійну тенденцію до розширення площ краплинного зрошення у різних гідрогеологічних умовах, це посилює строкатість та неоднорідність ґрунтового покриву великих масивів.

Мета статті – дослідити диференціацію локальних виявів галогенезу в чорноземах південних за краплинного зрошення у різних гідрогеологічних умовах.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2015–2020 рр. у Снігурівському районі Миколаївської області у виробничих умовах приватних господарств та землеволодіннях окремих суб'єктів господарювання. Об'єктами досліджень були чорноземи південні важкосуглинкові (Chernozems Calcic), зрошувані краплинним способом. Зрошення здійснювалося водами з розподільних каналів Інгулецької зрошувальної системи з мінералізацією 1,9 – 2,1 г/дм³, тип солей сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий. За агрономічними критеріями (ДСТУ 2730 – 94) вода обмежено придатна для зрошення за небезпекою засолення і осолонцювання (2 клас); за екологічними критеріями (ДСТУ 7286: 2012) – придатна для зрошення (1 клас).

Досліджувані об'єкти представлено ділянками з рівнем залягання підґрунтових вод менше 2 м та 3–5 м. Підґрунтові води переважно сульфатного натрієво-магнієвого складу з мінералізацією 2,5–3,0 г/дм³. Усі досліджувані ділянки використовувались для вирощування овочевих культур. Для уточнення ареалів солевиявлення в польових умовах застосовували безпілотний літальний апарат [14]. У межах досліджуваних ділянок вибрано ключові точки спостережень та проведено відбір ґрунтових зразків у 4 основних зонах: поливної стрічки, рядка культур, на межі контуру зволоження та незрошувального міжряддя, що дозволило оцінити варіювання параметрів показників у межах контура зволоження щодо міжряддя. Відбір ґрунтових зразків проводили ручним буром суцільною колонкою з шарів ґрунту 0–25 см, 25–50 см, 50–75 см, 75–100 см. Польові дослідження проводили у період максимального солевиявлення у ґрунтах з урахуванням строку збирання врожаю сільськогосподарських культур згідно з чинними нормативами щодо проведення сольової зйомки й обстеження еколого-меліоративного стану земель та технологій вирощування овочевих культур за умов краплинного зрошення [11].

У пробах ґрунту визначали сольовий склад методом водної витяжки (ДСТУ 7908, ДСТУ 7909, ДСТУ 7943 – ДСТУ 7945 та ДСТУ 8346); уміст увібраних катіонів (ДСТУ 7604, ДСТУ 8345); уміст CaCO₃ за МВВ 31 – 497058 – 021–2005. Достовірність отриманих даних оцінювали із застосуванням програми «Statistica 10.0». Оцінювання потенціалу продукційної екосистемної послуги ґрунтів здійснювали за розробленою нами раніше методикою [9].

Результати досліджень. У ґрунтах із близьким рівнем залягання підґрунтових вод (до 2 м) в умовах краплинного зрошення у разі перезволоження ґрунту в результаті перевищення рекомендованих зрошувальних норм може відбуватися періодичне

підтоплення ґрунтів. У таких гідрогеологічних умовах ґрунтові води безпосередньо впливають на ґрунтовий профіль. Відбуваються інтенсивні процеси засолення і осолонцювання, що і має місце на досліджуваних землях. У ґрунтах досліджуваних ділянок візуально не спостерігалось лінійного вияву процесу засолення поверхневого шару та розподілу зон зволоження, що свідчить про змикання контурів за перевищення зрошувальних норм. Уміст водорозчинних солей у шарі 0–50 см коливався в межах 0,22–0,33%, становлячи в середньому 0,28%, у їх якісному складі переважали сульфати натрію. Диференціації у вертикальному та горизонтальному напрямках на зони більшого чи меншого вияву процесів соленакопичення не відмічено (рис. 1). Вміст токсичних солей у шарі 0–50 см становив близько 0,1%, а з глибиною поступово збільшується з 0,12% до 0,30%, що відповідає слабкому ступеню засолення ґрунту. Відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 0–0,5 (незадовільний задовільний стан ґрунту), рН ґрунтового розчину 0–100 см шарі ґрунту 8,0–8,3.

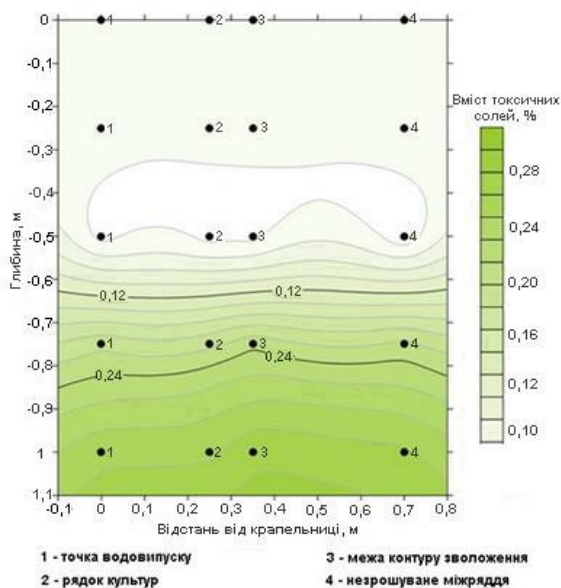


Рис. 1. Розподіл токсичних солей у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод ≥ 2 м

У складі ґрунтового поглинального комплексу в шарі 0–50 см в зоні поливної стрічки і рядка культури вміст поглинутих катіонів Na+K був у межах 4,7–5,1%. На умовній межі контуру зволоження в окремих точках спостереження спостерігалось збільшення вмісту увібраних Na+K у 0–25 см шарі ґрунту до 5,2%, а у шарі 25–50 см до 6,2%. У міжрядді вміст увібраних Na+K у шарах ґрунту 0–25 см та 25–50 см у середньому становив 6,3% та 6,8% відповідно. Оцінка ступеня солонцюватості показала, що ґрунти є переважно середньосолонцюватими в усіх досліджуваних точках (рис. 2).

Еколого-агромеліоративний стан обстежених територій краплинного зрошення з близьким рів-

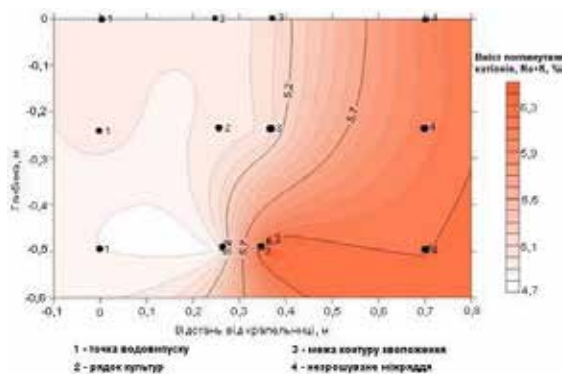


Рис. 2. Вміст поглинутих Na+K, % у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод ≥ 2 м

нем залягання підґрунтових вод за досліджуваними показниками оцінюється як незадовільний. Оцінювання потенціалу реалізації ґрунтами продукційної екосистемної послуги виявило їх незадовільний рівень на більшості подібних територій.

У ґрунтах із рівнем залягання підґрунтових вод 3–5 м за тривалого періоду використання ґрунтів в овочевій сівозміні (5 років) у шарі ґрунту 0–25 см в зоні поливної стрічки і рядка культури вміст токсичних солей коливався від 0,04% до 0,12%, становлячи в середньому на досліджуваній ділянці 0,08%. Склад солей сульфатно- та хлоридно-гідрокарбонатний магнієво-натрієвий. Із глибиною спостерігається тенденція до поступового зниження вмісту токсичних солей (до 0,05%), а їх склад переважно хлоридно-гідрокарбонатний натрієво- і магнієво-кальцієвий (рис. 3).

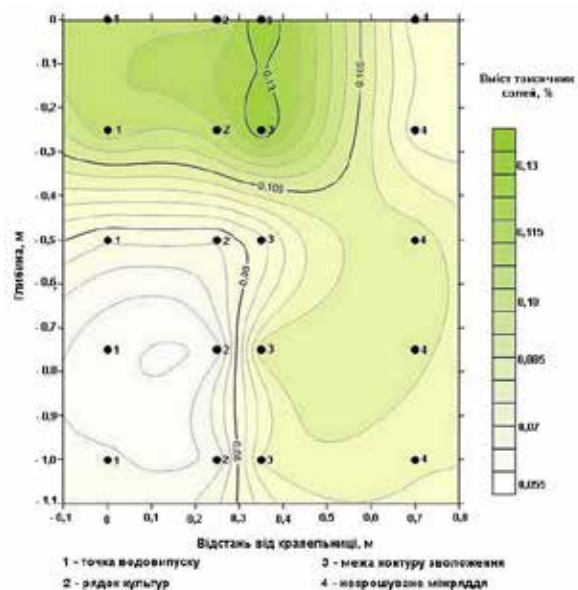


Рис. 3. Розподіл токсичних солей у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод 3–5 м

pH ґрунтового розчину у верхньому шарі ґрунту 7,7–7,9 із тенденцією поступового збільшення з глибиною, що відповідає збільшенню вмісту гідрокарбонатів кальцію. Таким чином, у зоні поливної стрічки і рядка культури ґрунтовий профіль до глибини 0–100 см є незасоленим, відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 1,2–1,7 свідчить про задовільний стан ґрунту. На межі контуру зволоження у верхньому 0–25 см шарі ґрунту зазначено збільшення вмісту токсичних солей до 0,13–0,19% (у середньому 0,17%), що свідчить про вияви слабкого ступеня засолення ґрунту. Порівняно з аналогічним шаром ґрунту зони поливної стрічки і рядка культури у складі водного розчину ґрунту на межі контуру зволоження у різних точках спостереження збільшився вміст хлорид-іону в 3–5 разів (із 0,35–0,55 мекв/100 г ґрунту до 0,99–2,75 мекв/100 г ґрунту) та водорозчинного натрію в 1,5–2 рази (з 0,62–0,95 мекв/100 г ґрунту до 1,32–1,57 мекв/100 г ґрунту). Склад солей переважно сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий. pH ґрунтового розчину у верхньому шарі ґрунту 7,6–7,8 з тенденцією поступового збільшення з глибиною. З глибиною вміст токсичних солей поступово знижується до 0,08%, що свідчить про відсутність засолення нижніх шарів ґрунту, у складі солей переважають гідрокарбонати кальцію. Відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 0,8–1,5 (задовільний стан ґрунту). У міжрядді верхня (0–100 см) частина ґрунтового профілю є незасоленою, вміст токсичних солей – у межах 0,05–0,09% із тенденцією поступового неістотного збільшення з глибиною, що є властивим для досліджуваного типу ґрунтів. У складі солей переважають гідрокарбонати та сульфати кальцію. pH ґрунтового розчину 6,9–7,6. Спостерігається зростання показника відношення вмісту Ca/Na до 1,3–2,5 (задовільний стан). Уміст карбонатів кальцію у верхньому шарі ґрунту досліджуваної ділянки в різних точках контуру зволоження в межах 0,9–1,2%, ґрунти є низькобуферними до процесу вторинного осолонцювання.

У складі ґрунтового поглинального комплексу в шарі 0–25 см у зоні поливної стрічки і рядка культури вміст поглинутих катіонів Na+K був у межах 4,7–6,8% (в середньому 5,7%), а у шарі 25–50 см – 4,4–5,6% (у середньому 4,9%). На межі контуру зволоження в окремих очах спостереження спостерігалось збільшення вмісту увібраних Na+K у 0–25 см шарі ґрунту до 7,6%, але середній вміст усе ж становив 5,6%, а у підорному – 4,6%. У міжрядді вміст увібраних Na+K у шарах ґрунту 0–25 см та 25–50 см у середньому становив 5,1% та 4,1% відповідно. Оцінка ступеня солонцюватості показала, що ґрунти є переважно середньосолонцюватими (рис. 4).

Оцінювання потенціалу реалізації ґрунтами продукційної екосистемної послуги даних виявило їх задовільний рівень.

Висновки. Оцінювання виявів галогенезу в ґрунтах за умов краплинного зрошення в умовах овочевої сівозміни має особливості та складності. Зона зволоження кожного року не збігається, що зумовлено різницею схем посадки культур. Механічне перемішування ґрунту зони зволоження і міжрядь

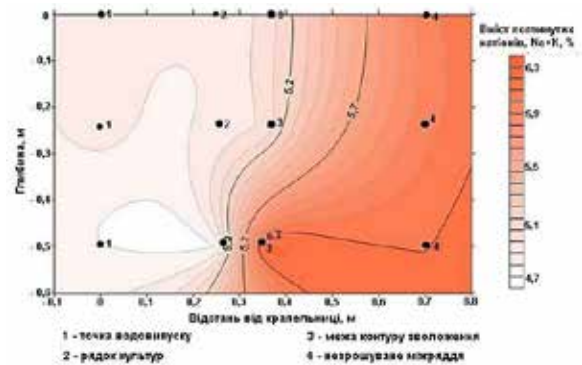


Рис. 4. Уміст поглинутих Na+K, % у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод 3–5 м

під час обробітку ґрунту в післяполивний період спричиняє нівелювання лінійних виявів галогенезу лише у верхньому (0–25 см) шарі ґрунту. У нижніх горизонтах деградаційні зміни протягом тривалого періоду використання ґрунту залишаються стійкими та мають тенденцію подальшого поширення, зважаючи на технологічні особливості вирощування овочевих культур. У таких умовах потенціал реалізації продукційної екосистемної послуги ґрунтів значно знижується. За умов застосування для краплинного зрошення вод підвищеної мінералізації можливі різні сценарії розвитку ґрунтових процесів. Це ускладнює урахування території реального поширення галогенних ґрунтів. Урегулювання питання екологічно безпечного зрошення особливо важливе в умовах загострення дефіциту водних ресурсів, тому край необхідним є обов'язкове застосування Нормативів екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 2 вересня 2020 р. № 766), що дозволить запобігти розвитку деградації ґрунтів у результаті нерационального використання водних ресурсів та незбалансованої сільськогосподарської діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Воеводина Л.А., Скрипич Ю.Ф. Влияние капельного орошения на засоление почв. *Научный журнал КубГАУ*. 2010. Вып. 64 (10). С. 21–41.
2. Вожегова Р.А. Зрошення – головний елемент сучасних агротехнологій в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2019, № 11. С. 67–74.
3. Воротинцева Л.І. ґрундово-меліоративні показники чорнозему звичайного за краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2016. Вип. 3. С. 62–68.
4. Інформаційно-аналітична довідка про стан водних ресурсів держави та особливості сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату. URL: <http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20дovidka%204.05.2020>
5. Медведєв В.В., Пліско І.В., Накісько С.Г., Тітенко Г.В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків: Стильна типографія, 2018. 168 с.

6. Мелашич Т.А. Ефективність заходів запобігання процесу осолонцювання темно-каштанового ґрунту в умовах краплинного зрошення слабо мінералізованими водами під час вирощування цибулі ріпки. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. Вип. 71. С. 119–121.

7. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, Р.С. Трускавецького. Херсон: Грін Д.С., 2015. 668 с.

8. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко, А.П. Шатковського, Л.Г. Усатої. Київ : ІВПІМ НААН. 2013. 44 с.

9. Оцінка екосистемних послуг засолених ґрунтів під впливом меліорації (методичні рекомендації) / за ред. С.А. Балюка, О.М. Дрозд. Харків : ФОП Бровін О., 2017. 128 с.

10. Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text>

11. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення / уклад.: С.А. Балюк, В.Я. Ладних, О.А. Носоненко. Харків. 2012. 20 с.

12. Ромащенко М., Шатковський А., Рябков С., Усата Л. Вплив краплинного зрошення на ґрунтові процеси. Пропозиція. 2014. <https://propozitsiya.com/ua/vpliv-kraplinnogo-zroshennya-na-gruntovi-procesi>

13. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Васюта В.В., Журавльов О.В., Усатий С.В., Усата Л.Г., Овчатова І.М. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату. *Меліорація і водне господарство*. № 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262>

14. Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим. 2017. 146 с.

15. Сафонова О.П., Мелашич А.В., Лозовицький П.С. Еволюція галогенезу в ґрунтах при глибокому рівні залягання ґрунтових вод в умовах Інгупецького зрошувального масиву. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 248–263.

16. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC. Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.

17. FAO 2020. Mapping of salt-affected soils: Technical specifications and country guidelines. Rome. FAO. 2020. 24 p. URL: <http://www.fao.org/3/ca9203en/CA9203EN.pdf>

18. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

19. Mei-xian Liu et al. Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal of*

Integrative Agriculture. 2012. Vol. 11(3). P. 502–511. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60036-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60036-7)

20. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. and Hayman, P. Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change*. 2020. 11(3): P. 901–915. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186>

21. Status of the world's soil resources. Rome. FAO. 2015. 648 p.

REFERENCES:

1. Voevodyna, L.A., & Skrypych, Yu.F. (2010). Vlyaniye kapelnogo orosheniya na zasolenye pochv [Influence of drip irrigation on soil salinity]. *Scientific journal KubSAU*, 64(10), 21-41 [in Russian].

2. Vozhehova, R.A. (2019). Zroshennia – holovnyi element suchasnykh ahrotekhnolohii v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Irrigation is the main element of modern agricultural technologies in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk aharnoї nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11, 67–74 [in Ukrainian].

3. Vorotyntseva, L.I. (2016). Hruntovo-melioratyvni pokaznyky chornozemu zvychainoho za kraplynnoho zroshennia [Soil reclamation indicators of common chernozem under drip irrigation]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 62-68 [in Ukrainian].

4. Informatsiino-analitychna dovidka pro stan vodnykh resursiv derzhavy ta osoblyvosti silskohospodarskoho vyrobnytstva v umovakh zmin klimatu [Information and analytical information on the state of water resources of the state and features of agricultural production in the conditions of climate change] URL: [http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20довідка%204.05.2020\[in Ukrainian\].](http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20довідка%204.05.2020[in%20Ukrainian].)

5. Medvediev, V.V., Plisko, I.V., Nakisko, S.H. & Titenko, H.V. (2018). *Dehradatsiia hruntiv u sviti, dosvid yii poperedzhennia i podolannia*. [Soil degradation in the world, experience of its prevention and overcoming]. Kharkiv: Stylish printing house [in Ukrainian].

6. Melashych, T.A. (2009). Efektyvnist zakhodiv zapobihannia protsesu osolontsiuvannia temno-kashtanovoho gruntu v umovakh kraplynnoho zroshennia slabo mineralizovanyimi vodamy pid chas vyroshchuvannia tsybuli ripky [Effectiveness of measures to prevent the process of salinization of dark chestnut soil in the conditions of drip irrigation with weakly mineralized waters during the cultivation of turnip onions]. *AgroChemistry and Soil Science*, 71, 119-121 [in Ukrainian].

7. Baliuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Truska- vetskyi, R.S. (Eds.). (2015). Melioratsiia gruntiv (systematyka, perspektyvy, innovatsii): kolektyvna monohrafiia [Land reclamation (systematics, prospects, innovations)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

8. Romashchenko, M.I., Shatkovskyi, A.P., & Usata, L.G. (2013). *Metodychni rekomendatsii z provedennia polovykh doslidzhen za kraplynnoho zroshennia* [Guidelines for conducting field research for drip irrigation] Kyiv: IVPiM NAAS of Ukraine Publ.[in Ukrainian].

9. Baliuk, S.A., & Drozd, O.M. (Eds.). (2017). *Otsinka ekosystemnykh posluh zasolenykh hruntiv pid vplyvom melioratsii* [Assessment of ecosystem services of saline soils under the influence of land reclamation]. Kharkiv: PE Brovyn O.V. [in Ukrainian].

10. Pro skhvalennia Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 serpnia 2019 r. № 688-r [On approval of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 14, 2019 № 688-r.]. (2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text> [in Ukrainian].
11. Baliuk, S.A., Ladnych, V.Ya., & Nosonenko, O.A. (Eds.). (2012). *Rekomendatsii shchodo obstezhennia ekoloho-melioratyvnoho stanu zemel v umovakh kraplynnoho zroshennia [Recommendations for the survey of ecological and reclamation of lands under drip irrigation]*. Kharkiv, 20 [in Ukrainian].
12. Romashchenko, M., Shatkovskiy, A., Riabkov, S., Usata, L. (2014). Vplyv kraplynnoho zroshennia na hruntovi protsesy [Influence of drip irrigation on soil processes]. *Propozitsiya – Offer*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vplyv-kraplynnoho-zroshennia-na-gruntovi-procesi> [in Ukrainian].
13. Romashchenko, M.I. et al. (2020). Stan i perspektyvy zastosuvannia mikro-zroshennia v umovakh zmin klimatu [Status and prospects of micro-irrigation application in the conditions of climate change]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262> [in Ukrainian].
14. FAO. (2015). *Rukovodstvo po upravlenniu zasolenymi pochvami. [Guidelines for the management of saline soils]* Rome [in Russian].
15. Safonova, O.P., Melashych, A.V., & Lozovytskyi, P.S. (2010). Evoliutsiia halohenezu v hruntakh pry hlybokomu rivni zaliahannia hruntovykh vod v umovakh Inhuletskoho zroshuvanoho masyvu [Evolution of halogenation in soils at a deep level of groundwater under conditions of the Ingulets irrigated massif]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 53, 248-263 [in Ukrainian].
16. Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (Eds.). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. [in English].
17. FAO 2020. Mapping of salt-affected soils: Technical specifications and country guidelines. (2020). URL: <http://www.fao.org/3/ca9203en/CA9203EN.pdf> [in English].
18. McCarthy, N. (2011). Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc., 42 – 47 [in English].
19. Mei-xian, Liu et al. (2012). Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(3), 502-511. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60036-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60036-7) [in English].
20. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. & Hayman, P. (2020). Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change*, 11(3), 901-915. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186> [in English].
21. Status of the world's soil resources. Rome. FAO. (2015). 648 [in English].

УДК 633.15:632.954:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.5>

ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ СТЕЛЛАР

ЗАБОЛОНА А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1634-3273

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ЗАБОЛОННИЙ О.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0069-1617

ДАЦЕНКО А.А. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4093-4177

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Потужність асиміляційного апарату рослин, тривалість його функціонування та чиста продуктивність фотосинтезу є головними чинниками, що визначають активність формування продуктивності посівів сільськогосподарських культур, тобто реалізація потенціалу сортів та гібридів сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються енергоємні й різноманітні за хімічним складом органічні сполуки [1–3].

Відомо, що формування фотосинтетичних показників залежить від біологічних особливостей вирощування культури, зовнішніх чинників, які на неї впливають, та агротехнологічних заходів [4]. Одним з основних агротехнологічних заходів, що суттєво впливає на рослинний організм, є застосування гербіцидів. Через високу фізіологічну активність гербіцидів можуть визначати спрямованість основних фізіолого-біохімічних процесів рослинного організму, зокрема й фотосинтетичних показників [5; 6].