

**КОМІСАРЕНКО А. Г., МИХАЛЬСЬКА С. І.** ✉

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,  
Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17, ORCID: 0000-0003-2081-4055,  
0000-0002-6644-5921

✉ [mykhalskasvitlana@gmail.com](mailto:mykhalskasvitlana@gmail.com), (050) 380-65-15

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАЩАДКІВ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН *TRITICUM AESTIVUM* L. ІЗ ЧАСТКОВОЮ СУПРЕСІЄЮ ГЕНА ПРОЛІНДЕГІДРОГЕНАЗИ

**Мета.** Дослідити рівень толерантності до водного дефіциту насінневих поколінь (Т1 і Т4) генетичної зміненої пшениці озимої з частково пригніченою експресією гена проліндегідрогенази (*ProDH*) на основі аналізу фізіолого-біохімічних показників та господарських характеристик рослин. **Методи.** Визначення показників структури врожаю та вмісту вільного L-проліну (Pro). **Результати.** Досліджено рівень Pro та проаналізовані основні елементи продуктивності в нащадків трансгенних рослин та їх вихідних форм за нормального і недостатнього водопостачання. **Висновки.** Т1 і Т4 біотехнологічні рослини за умов норми / стресу акумулювали більше Pro, ніж вихідні генотипи. Рівень цієї амінокислоти в трансгенних проростках за оптимальних умов культивування перевищував показники вихідних форм у середньому в 1,8 рази. За дії водного дефіциту його вміст підвищувався в 2,2 та 2,3 рази, за відношенням до нормального водопостачання. У нетрансгенних варіантах рівень Pro, за аналогічних умов вирощування, був нижчим у 1,9 і 2,0 рази, порівняно з рослинами Т1 та Т4. За оптимального водного режиму аналізовані рослини не істотно відрізнялися за показниками продуктивності. Посуха приводила до їх зниження, проте з менш вираженою різницею. Вищою врожайністю характеризувались нащадки біотехнологічних рослин.

**Ключові слова:** озима пшениця, трансгенні рослини, пролін, осмотичність, структурний аналіз врожаю.

В останні десятиліття особливе занепокоєння викликає стрімке зростання динаміки потепління, яке супроводжується відсутністю опадів, що негативно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур [1]. Тому отримання нових сортів зернових злаків з покращеним генетичним фоном, які будуть більш толерантні до екологічних стресів, є однією із найбільш пріоритетних і складних задач селекції. У зв'язку з цим будь-яка нова інформація, що сто-

сується різних аспектів генетики та фізіології злаків, сприятиме поглибленню теоретичних знань про біологічний об'єкт, з одного боку, та пришвидшить селекційний процес, з іншого.

Створення нових сортів сільськогосподарських рослин з підвищеною стійкістю до абіотичних чинників можливе завдяки використанню методів біотехнології, і, зокрема, генетичної інженерії [2]. Введення в геном реципієнта невеликого числа гетерологічних генів є швидким підходом до поліпшення толерантності рослин [3]. Сьогоднішні інженерні стратегії полягають у передачі одного чи декількох генів, які кодують або біохімічні шляхи, або кінцеві точки сигнальних шляхів. Ці генні продукти забезпечують певний захист проти екологічних стресів як безпосередньо, так і опосередковано [4].

Особливу увагу приділено напрямкам та можливостям використання в інженерії рослин генів, які контролюють метаболізм L-проліну (Pro). На сьогодні час отримано ряд важливих наукових результатів у галузі трансформації генами метаболізму Pro багатьох культурних рослин [5, 6]. В основному інтерес зосереджений на ролі проліну в осмотичній регуляції та підвищенні здатності рослин протистояти зневодненню клітин, викликаному засоленням, посухою або екстремальними температурами [7]. Широке використання проліну як молекули адаптера стресу вказує на те, що він відіграє фундаментальну біологічну роль у реакції на стрес [8].

Приводить до підвищення вмісту L-проліну і, як результат, рівня толерантності рослин до абіотичних стресів, може часткове пригнічення експресії гена проліндегідрогенази. Перспективним для цього є використання векторних конструкцій, в яких елементи, що утворюють дволанцюговий РНК-супресор, розташовані як обернений повтор двох екзонів та інтрону гена *ProDH Arabidopsis thaliana*. Пригнічення експресії гена катаболізму проліну в генети-

© КОМІСАРЕНКО А. Г., МИХАЛЬСЬКА С. І.

чно модифікованих рослин відбувається на стадії транскрипції в результаті утворення коротких siRNA [6, 9].

Успішний результат отримано при застосуванні такої конструкції на рослинах соняшника та кукурудзи, які в підсумку накопичували більше Pro і відрізнялися підвищеною осмотичністю. Крім того цим рослинам була властива перехресна стійкість до водного дефіциту і сульфатно-хлоридного засолення [10]. Також показано підвищення рівня Pro в проростках трансгенних рослин кукурудзи при низьких рівнях хлоридного засолення [11]. Тотожна властивість була характерною і для генетично змінених рослин пшениці [6].

На сьогодні вже досліджено структуру та функції генів метаболізму L-проліну та отримано трансгенні рослини різних видів, які характеризуються поліпшеними якісними та кількісними ознаками, порівняно з нетрансформованими, як за нормальних умов вирощування, так і в умовах абіотичних стресів. Однак створені генетично модифіковані рослини потребують подальшого дослідження в наступних поколіннях і не тільки в контрольованих лабораторних умовах, за яких вплив кожного зі стресових факторів окремо вже добре вивчено, а й в природних умовах, де живі організми піддаються їх спільній дії, що може впливати на загальний стан, розвиток та продуктивність рослин [12]. Отримання насінневих поколінь трансгенних рослин пшениці озимої та випробування їх в умовах *in vivo*, де вони будуть зазнавати множинних стресів, які можуть пригнічувати захисні ефекти вбудованого гена, дасть змогу визначити їх рівень стійкості до абіотичного стресу, що є актуальним напрямом досліджень.

У зв'язку з цим, метою нашої роботи було дослідження рівня толерантності до ґрунтової посухи у нащадків рослин трансгенної пшениці з частково пригніченою експресією гена *ProDH*, на основі аналізу фізіолого-біохімічних показників та господарських характеристик.

### Матеріали і методи

Вихідним матеріалом для досліджень слугували рослини пшениці озимої сортів та генотипів: Володарка, Достаток, УК 209h, УК 322/17, а також створені на їх основі й отримані в результаті розмноження, перше і четверте насіннєві покоління біотехнологічних рослин з інтегрованим дволанцюговим РНК-супресором гена *ProDH*.

Аналіз рівня стійкості нащадків трансгенних рослин визначали в умовах осмотичного стресу *in vitro* та в умовах посухи *in vivo*. У першому випадку використовували жорсткі дози непроникаючого осмотику маніту (0,8 М); в іншому – в умовах вегетаційного дослідження у фазу виходу рослин у трубку штучно моделювали водний дефіцит, шляхом зниження поливу до 30 % повної вологості ґрунту (ПВ).

Вміст вільного L-проліну в досліджуваних рослинах визначали в умовах норми / стресу за модифікованою методикою Чинарда [13]. Елементи господарської продуктивності нащадків трансгенних рослин та їх вихідних форм досліджували за нормальних умов вирощування та дії водного дефіциту. Відбір зразків для структурного аналізу врожаю здійснювали у період повної стиглості зерна в 3-кратній повторності. Експериментально отримані дані обробляли методами математичної статистики.

### Результати та обговорення

При застосуванні будь-якої біотехнології завжди необхідним результатом є успадкування нової ознаки в поколіннях. Особливо це актуально при отриманні стресостійких рослин, тому що трапляються випадки порушення мейозу і елімінації набутої характеристики [10]. Також об'єктивність оцінки стійкості передбачає поєднання методів *in vitro* і *in vivo*. Оскільки в першому випадку можна виключити / додати стресові навантаження та дозувати концентрації стрес моделюючих компонентів, в іншому дослідити вплив стресового чинника на різних стадіях вегетації рослин. Культивування за дії водного дефіциту дозволить встановити рівень осмотолерантності рослин, який залежить від функціональності трансгена та пов'язати його зі змінами вмісту Pro, що відобразиться на показниках врожайності культури.

Для оцінки експресії інтегрованого гена, насіння рослин (Т1, Т4 та їх вихідних форм) пророщували *in vitro* за нормальних умов культивування. Після чого 1-тижневі проростки переносили на живильне середовище з додаванням маніту. Перед зміною умов у зразках рослинного матеріалу вимірювали рівень вільного L-проліну. На 7-добу вирощування в умовах модельованого водного дефіциту в трансгенних варіантів, які демонстрували підвищений рівень стійкості аналізували вміст Pro, оцінюючи коливання відносно контролю, культивованого в стресових умовах (рис. 1).

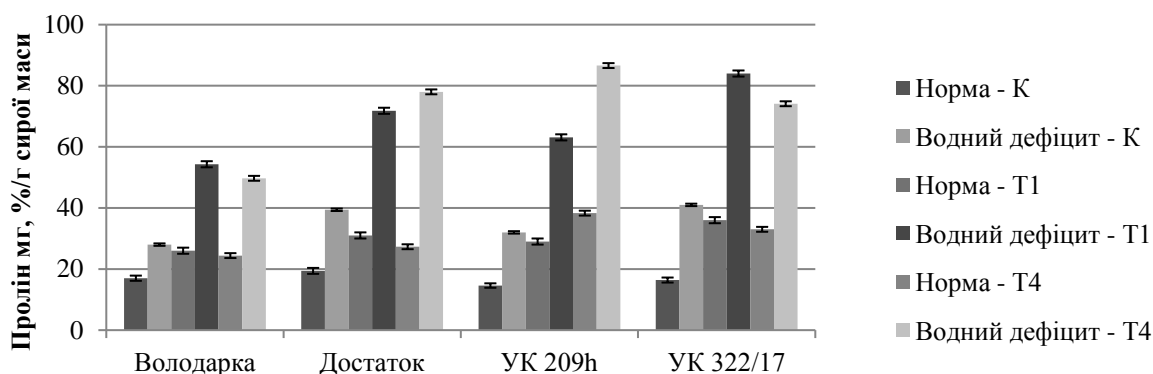


Рис. 1. Вміст вільного L-проліну в нащадків трансгенних рослин та їх вихідних форм за умов нормально-го вирощування та водного дефіциту.

У рослин вихідної форми за оптимальних умов вирощування вміст вільного L-проліну варіював у межах від  $14 \pm 2,3$  до  $19 \pm 1,5$  мг, %/г сирової маси. За недостатнього водозабезпечення його рівень зростав у середньому в 2,1 рази, в залежності від аналізованого генотипу. У сортів пшениці підвищення вмісту Pro було меншим на 30 %. Рівень цієї амінокислоти в трансгенних проростках за нормальних умов культивування перевищував показники вихідних форм у середньому в 1,8 рази і коливався від  $24,4 \pm 2,2$  до  $38,3 \pm 3,1$  мг, %/г сирової маси. В умовах осмотичного стресу життєздатність генетично змінених, як і контрольних варіантів також поєднувалась із збільшенням Pro. Так, у T1 і T4 проростків пшениці за умов дії водного дефіциту рівень проліну підвищувався відповідно в 2,2 та 2,3 рази, у відношенні до нормального водопостачання. Тоді як у нетрансгенних варіантів вміст Pro, за аналогічних умов культивування, був нижчим в 1,9 і 2,0 рази щодо T1 і T4 біотехнологічних рослин пшениці. Отже, перевага за вмістом вільного L-проліну була на боці трансгенних варіантів за обох тестованих умов культивування і стосувалася всіх аналізованих біотехнологічних рослин.

Коливання акумуляції Pro в генетично модифікованих рослин може бути пов'язано як із трансгеном, так і з тим, що після дії стресових чинників на організм відбувається зміна гормонального статусу рослин. При цьому дещо зменшуються потреби організму у воді, що приводить до гальмування росту. Обмін речовин переводиться в режим відносного спокою, енергетичні процеси перемикаються на підтримку цілісності рослини, відновлення і репарацію

пошкоджень. Також, з огляду на роль Pro в передачі сигналу після стресових впливів, можливе його переміщення в інші органи рослин. Щодо вихідного генотипу, то збільшення вмісту вільного L-проліну у рослин може відбуватися в результаті як зростання його синтезу, так і в наслідок деградації пролін-містких структур клітини [10].

Слід відмітити, що за довготривалого культивування в умовах стресу рослини контрольної групи гинули, а трансгенні варіанти продовжували рости і розвиватись. Це беззаперечно є результатом підвищеного рівня їх осмотостійкості, яке можливе завдяки збільшенню вмісту Pro, що відбувається не тільки за рахунок його синтезу, а й за часткової супресії гена проліндегідрогенази.

Для встановлення залежності, пов'язаної з рівнем експресії генів катаболізму проліну і стрес-стійкості рослин досліджували показники продуктивності нащадків T1 і T4 біотехнологічних рослин пшениці та їх вихідних форм за умов оптимального і недостатнього водозабезпечення, штучно створюваного у критичний період вегетації. Порівнювали також відмінності в структурі врожаю між насіннєвими поколіннями трансгенних рослин, вихідним матеріалом яких були сорти та гібриди пшениці. Для цього всі досліджувані рослини (трансгенні і нетрансгенні) спочатку вирощували за умов нормального водозабезпечення – 70 % ПВ. Потім половину з них піддавали 1-тижневому осмотичному стресу, шляхом зниження вологості ґрунту до 30 % ПВ. Після чого відновлювали полив до періоду повної стиглості зерна (табл.).

Таблиця. Показники структури урожайності рослин вихідних форм (К) та нащадків генетично змінених (Т1 і Т4) рослин пшениці озимої за умов достатнього вологозабезпечення (70 % ПВ) та водного дефіциту (30 % ПВ)

Сорт/Генотип		КЗГК, шт.	МЗГК, г	МЗР, г	МТЗ, г
		Норма (70 % ПВ)			
Володарка	К	40,1±1,3	1,7±0,06	2,8±0,2	42,4±0,4
	Т1	46,8±1,5	2,0±0,04	3,6±0,5	42,7±0,2
	Т4	43,3±1,0	1,9±0,02	3,1±0,4	43,9±0,5
Достаток	К	42,7±1,9	1,8±0,06	3,7±0,2	42,2±0,2
	Т1	51,0±1,4	2,4±0,04	4,2±0,3	47,0±0,7
	Т4	48,0±1,3	2,1±0,03	4,0±0,4	43,8±0,4
УК 209h	К	48,6±1,5	2,2±0,1	4,2±0,2	45,3±0,7
	Т1	53,6±1,6	2,7±0,03	4,6±0,3	50,4±0,8
	Т4	50,0±1,4	2,5±0,04	4,4±0,1	50,0±1,1
УК 322/17	К	47,4±1,2	2,3±0,05	4,8±0,4	48,5±0,7
	Т1	51,2±0,6	2,6±0,07	5,5±0,1	50,8±1,1
	Т4	49,2±1,5	2,4±0,02	5,1±0,2	48,8±0,8
Водний дефіцит (30 % ПВ)					
Володарка	К	34,6±2,2	1,2±0,1	1,6±0,2	34,7±0,5
	Т1	41,3±1,5	1,6±0,07	2,2±0,5	38,7±0,9
	Т4	39,3±1,09	1,4±0,03	2,0±0,6	35,6±0,2
Достаток	К	37,3±1,4	1,6±0,04	2,8±0,6	42,9±0,4
	Т1	46,4±1,8	2,2±0,09	3,7±0,5	47,5±0,6
	Т4	42,1±1,6	1,9±0,07	3,2±0,4	45,1±0,7
УК 209h	К	40,8±1,2	1,8±0,04	2,7±0,8	44,1±1,1
	Т1	48,5±2,3	2,3±0,05	3,9±0,6	47,4±0,7
	Т4	46,3±1,8	2,2±0,1	3,4±0,4	47,5±1,0
УК 322/17	К	42,0±1,3	1,9±0,04	3,0±0,7	45,2±0,4
	Т1	47,8±1,9	2,4±0,03	3,9±0,3	50,2±0,9
	Т4	46,2±2,4	2,2±0,09	3,6±0,6	47,6±1,0

Для визначення врожайності порівнювали наступні показники: кількість зерна у головному колосі (КЗГК), маса зерна з головного колосу (МЗГК), маса зерна з рослини (МЗР) та маса тисячі зерен (МТЗ).

Аналіз табличних даних показав, що за умов задовільного вологозабезпечення Т1 і Т4 рослини пшениці та їх вихідні форми не суттєво відрізнялися за показниками врожаю. Також незначною була різниця і за висотою головного пагона, в межах 4–6 см. Хоча серед нащадків біотехнологічних рослин кращі результати за елементами продуктивності мали рослини Т1. Серед них слід відзначити рослини сорту Достаток та генотипу УК 209 h, які за рядом показників, зокрема за кількістю і масою зерна з головного колоса та масою тисячі зерен випереджали нетрансгенні форми. У Т1 рослин генотипу УК 322/17 спостерігались відмінності за МЗР, вона становила 115 % від відповідного вихідного генотипу, хоча маса тисячі зерен була однаковою.

Після осмотичного стресу відбувалось зниження показників урожайності для всіх дос-

ліджуваних рослин, у порівнянні з нормальними умовами вирощування, проте у вихідних генотипів воно було більш істотним. Зернова продуктивність колосу головного пагону у них складала 70–88 %, порівняно з варіантом 70 % ПВ, тоді як у Т1 і Т4 – 80–92 % та 73–92 %, відповідно. Щодо маси тисячі зерен то більш вираженим зниженням характеризувались вихідні форми (81–96 %), у трансгенних рослин воно було не суттєвим, а в рослин сорту Достаток взагалі не було виявлено змін відносно виповненості зерна.

Проте реакція рослин на зміни умов культивування була неоднозначною. Так за оптимальних умов вирощування перевага у масі зерна з головного колоса була характерною для Т1 УК 209h, проте за МЗР переважали трансгенні рослини першого покоління генотипу УК 322/17. В умовах посухи рослини цих генотипів не відрізнялись за аналізованими показниками врожаю. Однак у рослин генотипу УК 322/17, різниця за показником МЗР за дії посухи, порівняно з варіантом 70 % ПВ, збільшилася і становила для Т1 – 130 %, а Т4 – 120 % від відповід-

ної вихідної форми. Маса 1000 зерен у рослин Т1 і Т4 перевищувала її значення у нетрансгенних варіантів на 11–5 %.

Отже, посуха приводила до зниження всіх показників врожаю як у вихідних генотипів, так і в нащадків трансгенних рослин, проте з менш вираженою різницею, за обох умов вирощування. Вищою врожайністю характеризувались генетично змінені рослини. Це може бути пов'язане із більшим вмістом у них проліну, який відіграє провідну роль у підвищенні стійкості рослин до абіотичного стресу та подоланні його наслідків. Рослини, що розрізняються за стійкістю, суттєво відрізняються за швидкістю фізіологічних і структурних перебудов [14]. А від здатності швидко реагувати і пристосовуватись до дії стресу залежить продуктивність рослин [8]. Різна чутливість досліджуваних об'єктів до дії перенесеного стресу відображається і на ростових параметрах рослин, зокрема на довжині стебла (рис. 2).

Із рисунка видно, що трансгенні рослини випереджали в рості вихідні генотипи. В середньому ця різниця для сортів озимої пшениці становила 9,9 см. Тоді як для генотипів вона була меншою на 2 см. Більші відмінності спостерігалися для рослин сорту Достаток і генотипу УК 322/17 і складала 110 % від відповідних вихідних форм. Очевидно, що підвищений вміст вільного Pro, як осмотично активної органічної речовини, в Т1 і Т4 рослин сприяє утриманню води в їх клітинах, а зменшення швидкості росту нерідко пов'язують зі зменшенням вмісту води в тканинах організму.

Для забезпечення стабільності врожаю за дії абіотичних стресів важливим є вибір метабо-

лічних стратегій, які будуть сприяти отриманню стійких форм шляхом інтеграції в геном культурних рослин рекомбінантних молекул ДНК, здатних контролювати процеси на генетичному рівні, а стабільне успадкування привнесеної ознаки в наступних поколіннях може бути корисним для застосування у селекційних програмах щодо створення сортів пшениці з підвищеною толерантністю до осмотичного стресу.

### Висновки

Культивування вихідних форм та нащадків біотехнологічних рослин пшениці озимої за дії водного дефіциту дозволило проаналізувати рівень їх чутливості до перенесеного стресу та пов'язати його зі змінами вмісту вільного L-проліну та зерновою продуктивністю.

Трансгенні варіанти мали перевагу в акумуляції Pro за обох аналізованих умов вирощування. Рівень цієї амінокислоти в генетично змінених проростках за оптимального вологозабезпечення перевищував показники вихідних форм у середньому в 1,8 рази. За дії водного дефіциту його вміст підвищувався в 2,2 та 2,3 рази, за відношенням до нормального водопостачання. У нетрансгенних рослин вміст Pro, за аналогічних умов вирощування, був нижчим в 1,9 і 2,0 рази, стосовно Т1 і Т4. За оптимального водного режиму досліджувані варіанти рослин не істотно відрізнялися за показниками врожайності. Посуха приводила до їх зниження, проте у трансгенних рослин вони були менш виражені та достовірно вищі. Також вони характеризувалися більшими параметрами висоти стебла.

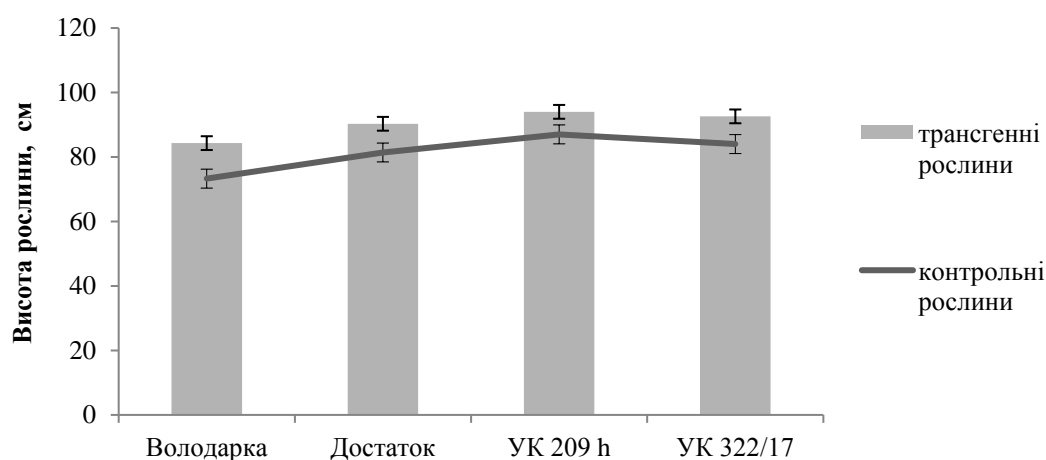


Рис. 2. Висота стебла у рослин пшениці озимої після дії осмотичного стресу.

## References

1. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Syed M. A., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Kumar C. A., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*. 2021. Vol. 11 (2). P. 241. doi: 10.3390/agronomy11020241.
2. Khan M. S., Ahmad D., Khan M. A. Utilization of genes encoding osmoprotectants in transgenic plants for enhanced stress tolerance. *Electron J Biotechnol*. 2015. Vol. 18. P. 257–266. doi: 10.1016/j.ejbt.2015.04.002.
3. Hiei Y., Ishida Y., Komari T. Progress of cereal transformation technology mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Front Plant Science*. 2014. Vol. 5. P. 628. doi: 10.3389/fpls.2014.00628.
4. Joshi R., Anwar K., Das P., Sneha L. S.-P. Overview of Methods for Assessing Salinity and Drought Tolerance of Transgenic Wheat Lines. In *Wheat Biotechnology; Springer: New York, NY, USA*. 2017. Vol. 1679. P. 83–95. doi: 10.1007/978-1-4939-7337-8\_5.
5. Mykhalska S. I., Komisarenko A. G., Kurchii V. M. Genes of proline metabolism in biotechnology of increasing wheat osmotic stability. *Factors of experimentation evolution of organism*. 2021. Vol. 28. P. 94–99. doi: 10.7124/FEEO.v28.1382. [in Ukrainian]
6. Dubrovna O. V., Mykhalska S. I., Komisarenko A. G. Using of proline metabolism genes in plant genetic engineering. *Cytology and Genetics*. 2022. Vol. 56 (4). P. 361–378. doi: 10.3103/S009545272204003X. [in Ukrainian]
7. Slama I., Abdelly C., Bouchereau A., Flowers T., Savouré A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Ann Bot. Feb*. 2015. Vol. 115 (3). P. 433–447. doi: 10.1093/aob/mcu239.
8. Kolupaev Yu. E., Vainer A. A., Yastreb T. O. Proline: physiological functions and regulation of the content in plants under stress conditions Newsletter. *Kharkiv. nat. agrarian. un-tu. Ser. Biol*. 2014. Vol. 2 (32). P. 6–22. Retrieved from: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/9047>. [in Russian]
9. Morgun B. V., Tishchenko E. N. Molecular biotechnology to improve the resistance of cultivated cereals to osmotic stress. Kyiv : Logos, 2014. 219 s. [in Russian]
10. Sergeeva L. E., Mykhalska S. I., Komisarenko A. G. Modern biotechnologies for increasing plant resistance to osmotic stresses. Kyiv : Kondor, 2019. 160 s. [in Russian]
11. Moiseeva E. M., Agaponov D. A., Veshkov V. A. Elevated proline content in maize expressing a fragment of the proline dehydrogenase gene in antisense orientation. *Plant Physiology*. 2012. Vol. 59 (3). P. 457–460. [in Russian]
12. Mansour M. M. F., Ali E. F. Evaluation of proline functions in saline conditions. *Phytochemistry*. 2017. Vol. 140. P. 52–68. doi: 10.1016/j.phytochem.2017.04.016.
13. Andriushchenko V. K., Sayanova V. V., Zhuchenko A. A., Diyachenko N. I., Chilikina L. A., Drozdov V. V., Korochkina S. K., Cherep G. I., Medvedev V. V., Niutin Yu. I. The modification of proline estimation method for detection drought tolerant forms of genus *Lycopersicon* Tourn. *Izv. Akad. Nauk Mold. SSR*. 1981. Vol. 4. P. 55–60. [in Russian]
14. Bengough A. G., McKenzie B. M., Hallett P. D., Valentine T. A. Root Elongation, Water Stress, and Mechanical Impedance: A Review of Limiting Stresses and Beneficial Root Tip Traits. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62. P. 59–68. doi: 10.1093/jxb/erq350.

## KOMISARENKO A. G., MYKHALSKA S. I.

*Institute of Plant Physiology and Genetics of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 31/17*

RESEARCH OF DESCENDANTS OF TRANSGENIC PLANTS *TRITICUM AESTIVUM* L. WITH PARTIAL SUPPRESSION OF THE PROLINE DEHYDROGENASE GENE

**Aim.** To investigate the level of tolerance to water deficit of seed generations (T1 and T4) of genetically modified winter wheat with partially suppressed expression of the proline dehydrogenase gene (*ProDH*) based on the analysis of physiological and biochemical indicators and economic characteristics of plants. **Methods.** Determination of indicators of crop structure and content of free L-proline (Pro). **Results.** The level of Pro was studied and the main elements of productivity in the offspring of transgenic plants and their original forms under normal and insufficient water supply were analyzed. **Conclusions.** T1 and T4 biotechnological plants under normal/stress conditions accumulated more Pro than the original genotypes. The level of this amino acid in genetically modified seedlings under optimal cultivation conditions exceeded the initial forms by an average of 1.8 times. Under the influence of water deficit, its content increased by 2.2 and 2.3 times, in relation to normal water supply. In non-transgenic variants, the level of Pro, under similar growing conditions, was lower by 1.9 and 2.0 times, compared to T1 and T4 plants. Under the optimal water regime, the analyzed wheat variants did not differ significantly in terms of productivity. Drought led to their decrease, but the offspring of biotechnological plants were characterized by a less pronounced difference, as well as a higher yield.

**Keywords:** winter wheat, transgenic plants, proline, osmotic resistance, structural analysis of yield.