

ОВЧАРЕНКО О.О., РУДАС В.А., ЩЕРБАК Н.Л.✉, КУЧУК М.В.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,  
Україна, 03680, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 148

✉ natalia@icbge.org.ua, (050) 383-72-52

ОТРИМАННЯ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.),  
ЩО МІСТЯТЬ АНТИЗМІСТОВНУ ПОСЛІДОВНІСТЬ ГЕНА ПРОЛІНДЕГІДРОГЕНАЗИ

**Мета.** Метою роботи було отримання трансгенних рослин картоплі районуваних в Україні сортів, у яких проходить експресія дволанцюгового РНК-супресора проліндегідрогенази, що призводить до зменшення деградації проліну і підвищення його концентрації в рослині. **Методи.** Для отримання трансгенних рослин використовували опосередкований *Agrobacterium tumefaciens* метод генетичної трансформації міжвузлів асептичних рослин картоплі бінарним вектором рVi2E, що містив інвертований повтор з двох копій першого екзону гена проліндегідрогенази та ген стійкості до канаміцину (*nptII*).

**Результати.** В результаті проведених експериментів було отримано стійкі до канаміцину трансгенні лінії рослин картоплі сортів Desiree, Білоруська 12 та Слов'янка. Трансгенну природу отриманих рослин було підтверджено за допомогою ПЛР з праймерами, специфічними до першого екзону гена проліндегідрогенази та *nptII* гена. **Висновки.** Запропоновані умови генетичної трансформації та вибраний агробактеріальний штам дозволяють із високою ефективністю отримувати трансгенні рослини як модельного сорту Desiree, так і сортів Білоруська 12 та Слов'янка, які становлять практичний інтерес для вирощування в Україні.

**Ключові слова:** трансгенні рослини, картопля (*Solanum tuberosum* L.), стійкість до стресів, пролін.

Через зміни кліматичних умов толерантність рослин до стресових факторів, особливо до критичних температур та осмотичного стресу, набуває особливої актуальності. Генетична трансформація дозволяє отримувати рослини з необхідними властивостями на основі вже наявних, цінних із погляду сільськогосподарських характеристик, генотипів. Тому методи генетичної інженерії широко використовують для створення рослин із кращими адаптаційними характеристиками та підвищеною стійкістю до стресових факторів [1–3]. За адаптації рослин до

дії стресових факторів важлива роль належить амінокислоті проліну, який є важливим компонентом низькомолекулярної антиоксидантної системи рослини. Вміст проліну в рослинних клітинах відчутно зростає в умовах посухи, засолення та інших стресових факторів, які ініціюють зневоднення рослини [4, 5]. Тому один із підходів отримання рослин із підвищеною стійкістю до дії стресових факторів ґрунтується на створенні трансгенних ліній із підвищеним вмістом проліну. Для реалізації цієї ідеї був використаний підхід, заснований на явищі РНК-інтерференції, а саме використанні у векторі антизмістовної послідовності гена проліндегідрогенази. Проліндегідрогеназа контролює деградацію проліну, тому зниження активності ферменту веде до підвищення вмісту проліну у рослині. У ряді досліджень було показано, що підвищення стійкості до низки стресових факторів можливе за отримання трансгенних рослин, у яких утворюється дволанцюговий РНК-супресор проліндегідрогенази, створений на основі ділянки відповідного гена *Arabidopsis thaliana* (dsRNA suppressor ProDH1). Завдяки тому, що під час створення генетичної конструкції був використаний невеликий фрагмент кДНК гена арабідопсису, гетерологічна експресія цього гена не призводить до повного нокауту гена проліндегідрогенази, що веде до помірного накопичення проліну і дозволяє отримувати рослини з нормальною морфологією. Згідно з опублікованими даними, вже були отримані рослини арабідопсису, тютюну, соняшнику, пшениці та кукурудзи з цим геном [1, 6–11]. У цих рослин було помічено підвищення стійкості до заморозків, посухи [12], забруднення важкими металами та загального засолення. Наразі нам не траплялися публікації, в яких би запропонований механізм підвищення концентрації проліну використовували для рослин картоплі (*Solanum tuberosum* L.). Отримання рослин картоплі української селекції, стійких до дії стресових факторів, дає можливість підвищити вро-

© ОВЧАРЕНКО О.О., РУДАС В.А., ЩЕРБАК Н.Л., КУЧУК М.В.

жайність та рентабельність вирощування цього важливого для України сільськогосподарського виду.

Завданням цієї роботи була генетична трансформація картоплі конструкцією рВі2Е та отримання трансгенних рослин, у яких проходить гетерологічна експресія супресора гена проліндегідрогепази, що призводить до зменшення деградації проліну і підвищення його концентрації в рослині.

### Матеріали і методи

У роботі були використані сорти картоплі Desiree, Білоруська 12 та Слов'янка, отримані з колекційного фонду Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ. Асептичні рослини цих сортів вирощували *in vitro* за 16 годинного фотоперіоду та освітленості 4000 Лк на агаризованому живильному середовищі із макро- та мікроелементами за Мурасіге та Скугом [13]. Для генетичної трансформації картоплі використовували *A. tumefaciens* штамп LBA 4404, який містив бінарний вектор рВі2Е, з послідовністю інвертованого повтору з двох копій першого екзону гена проліндегідрогепази арабідопсису за контролю 35S промотора та селективний ген *npt II*, що надає рослині стійкості до канаміцину, за контролю промотора нопалінсинтази (рис. 1). Конструкція рВі2Е була люб'язно надана к. б. н. А.В. Кочетовим, Інститут цитології та генетики, СВ РАН, Новосибірськ, Росія.

Для трансформації були використані міжвузля асептичних 3–5 тижневих рослин картоплі. Експланти інкубували на агаризованому середовищі МСК (середовище МС доповнене 0,5 мг/л БАП та 2 мг/л 2,4-Д) протягом 4–5 діб.

Суспензію *A. tumefaciens* нарощували за 27–28°C на рідкому середовищі LB, доповненому рифампіцином у концентрації 50 мг/л і кар-

беніциліном у концентрації 100 мг/л. Після досягнення суспензією оптичної густини OD<sub>600</sub>=0.5–0.6, бактерію осаджували центрифугуванням, після чого осад ресуспендували в розчині 10 мМ MgSO<sub>4</sub>. Інокуляцію експлантів суспензією *A. tumefaciens* проводили протягом 8–10 хвилин, після чого експланти переносили на середовище МСК. Співкультивування проводили на розсіяному світлі за 23°C протягом двох діб. Після цього експланти переносили на середовище МСР (середовище МС, доповнене 1 мг/л зеатину та 0,5 мг/л ГА<sub>3</sub>), до якого також додавали цефатоксим у концентрації 500 мг/л та канаміцин – 100 мг/л.

Зелені калюси, що утворювалися на селективному середовищі, відокремлювали і надалі пересаджували кожні 14 діб до формування пагонів. Укорінення рослин проводили на середовищі МС, доповненому 0,1 мг/л НОК та 100 мг/л канаміцину.

Для доведення наявності перенесених генів в отриманих стійких до канаміцину рослинах картоплі аналізували сумарну рослинну ДНК, екстраговану ЦТАБ-методом [14]. Як позитивний контроль для реакції ампліфікації використовували плазмідну ДНК вектора рВі2Е. Реакційна суміш містила 100 нг сумарної рослинної ДНК, сольовий буфер (10 мМ Tris-HCl, рН 9,0, 1,5 мМ MgCl<sub>2</sub>, 50 мМ KCl, 0,01 % Трипон X-100), по 200 мкМ кожного з дезоксинуклеотидтрифосфатів, по 0,2 мкМ кожного з праймерів та 1 одиницю Taq-полімерази. Реакцію ампліфікації проводили з використанням праймерів, специфічних до гена *nptII*:

5'-ССТГААТГААСТССАГГАСГАГГСА-3'  
 5'-СТСТАГАТССАГАТСССГСТСАГААГ-3';  
 та першого екзону гена проліндегідрогепази:  
 5'-ААСАААСТГГАТССГГСГАТСТТАС-3'  
 5'-ГАГАТГТТГГТСТАГАТТТГГСАГ-3'.

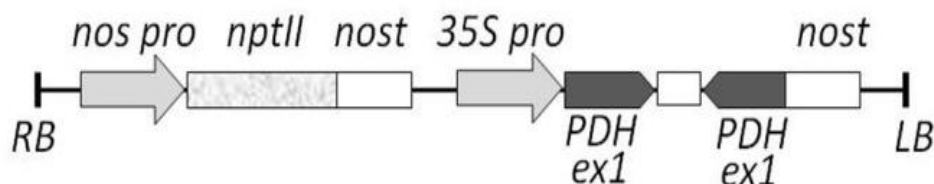


Рис. 1. Схематичне зображення Т-ДНК бінарного вектору рВі2Е: 35S pro – промотор вірусу мозаїки цвітної капусти; nos pro – промотор гена нопалін синтази; nost – термінатор гена нопалін синтази; PDH ex1 – послідовність першого екзону гена проліндегідрогепази; nptII – ген неоміцинофосфотрансферази II.

### Результати та обговорення

Незважаючи на значну кількість робіт із генетичної трансформації картоплі, залишаються певні складнощі під час отримання трансгенних рослин комерційно важливих сортів цієї культури. Більшість робіт виконано на сортах Atlantic, Desiree, Superior, Taedong Valley [15], і тому все ще залишається актуальним оптимізація методик для сортів, вирощування яких є актуальним в Україні. Вектор, який ми використали в роботі, містить послідовність інвертованого повтору з двох копій першого екзону гена проліндегідрогенази, що призводить до зменшення деградації проліну і підвищення його концентрації в трансгенній рослині.

Етапи регенерації рослин на селективному середовищі після проведеного співкультивування з *A. tumefaciens*, що містить вектор pBi2E, представлені на рис. 2.

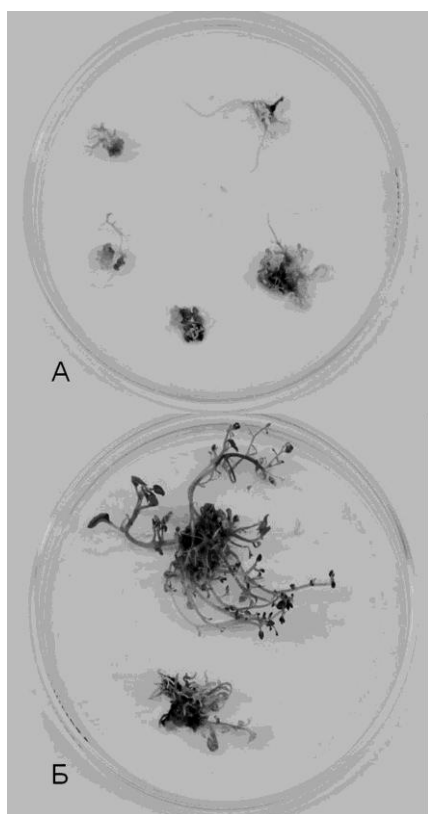


Рис. 2. Регенерація пагонів картоплі на селективному середовищі, що містить 100 мг/л канаміцину, після двох (А) та чотирьох (Б) місяців культивування.

У досліді через 4–6 тижнів на окремих експлантах утворювалася компактна зелена калусна тканина. Через 3–4 місяці з останньої регенерували пагони. За досягнення пагонами

довжини 2–5 см їх можна було відділити від калусної тканини, після чого їх переносили в окремі пробірки, де продовжували селекцію. Ефективність трансформації становила приблизно 12 %. За літературними даними, ефективність трансформації залежить від генотипу сорту і, зазвичай, може коливатися в межах 5–10 %, іноді досягаючи 80 % на модельних сортах [16].

Під час проведення експерименту з генетичної трансформації картоплі ми використовували контроль – експланти, для яких не проводили співкультивування з агробактерією. Частина експлантів переносили на середовище МСР без селективного агента. Такі експланти, використані як позитивний контроль, активно регенерували, випереджаючи ті, які були оброблені агробактерією і знаходилися на середовищі з селективним агентом. Але всі рослини, які регенерували з контрольних експлантів, загинули після того, як були висаджені на живильне середовище, доповнене канаміцином у концентрації 100 мг/л, тоді як рослини, отримані після проведеного співкультивування експлантів з агробактерією, вкорінювалися на селективному середовищі (рис. 3).



Рис. 3. Рослини картоплі сорту Слов'янка на середовищі з канаміцином: 1 – негативний контроль – рослина вихідного сорту; 2–5 трансформовані рослини.

Інша частина необроблених агробактерією експлантів, яка була одразу висаджена на середовище МСР з канаміцином, загинула, що свідчить про ефективність обраної селективної концентрації. Ми не спостерігали міжсортової відмінності у чутливості до селективного агента.

Проведений молекулярно-біологічний аналіз за допомогою ПЛР з праймерами, специфічними до гена *nptII*, підтвердив наявність цього гена в геномі відібраних ліній картоплі, а саме: 1 лінії сорту Desiree, 5 ліній сорту Білоруська 12 та 2 ліній сорту Слов'янка (рис. 4А).

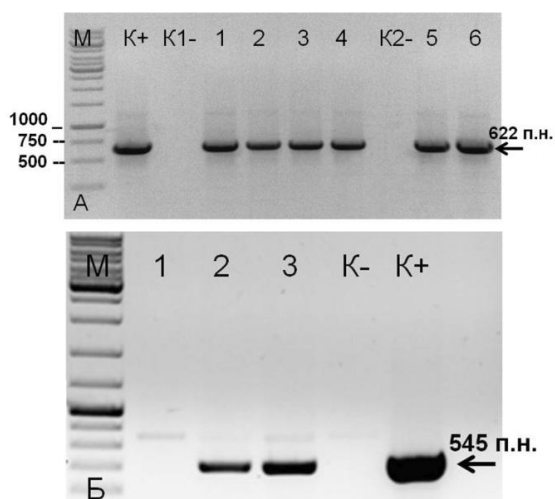


Рис. 4. Електрофореграма результатів аналізу за допомогою ПЛР тотальної ДНК рослин картоплі, отриманих після трансформації вектором pBi2E, з використанням праймерів до *nptII* (А) гена та послідовності першого екзону гена проліндегідрогенази (Б): М – маркер 1 kb Plus DNA Ladder (Gibco BRL); К+ – позитивний контроль ДНК плазмиди pBi2E; К- – негативний контроль ДНК нетрансформованої рослини картоплі Білоруська 12 (К1-) та Слов'янка (К2-); 1–3 – ДНК рослин-регенерантів картоплі Білоруська 12, стійких до канамицину; 5–6 – ДНК рослин-регенерантів картоплі Слов'янка, стійких до канамицину.

Також був проведений аналіз за допомогою ПЛР, який підтвердив наявність послідовності екзону гена проліндегідрогенази в геномі трансгенних рослин картоплі (рис. 4Б). В одній із проаналізованих ліній продукт ампліфікації цієї послідовності був відсутній.

Отже, в результаті проведених експериментів із генетичної трансформації були отримані трансгенні рослини картоплі сортів Desiree, Білоруська 12 та Слов'янка. Отримані лінії містять послідовність дволанцюгового РНК-супресора проліндегідрогенази, що, згідно з опублікованими даними, призводить до зменшення деградації проліну і підвищення його концентрації в рослині. Потенційно такі рослини мають бути більш стійкими до дії стресових факторів, і тому надалі ми плануємо провести дослідження адаптаційних характеристик отриманих трансгенних рослин картоплі в умовах осмотичного та температурного стресу.

## Висновки

У результаті проведених експериментів було отримано трансгенні лінії рослин картоплі сортів Desiree, Білоруська 12 та Слов'янка, в яких проходить експресія дволанцюгового РНК-супресора проліндегідрогенази, що призводить до зменшення деградації проліну і підвищення його концентрації в рослині. Запропоновані умови генетичної трансформації та вибраний агробактеріальний штам дозволяють із високою ефективністю отримувати трансгенні рослини як модельного сорту Desiree, так і сортів Білоруська 12 та Слов'янка, які становлять практичний інтерес для вирощування в Україні.

## Література

1. Колодяжная Я.С., Титов С.Е., Кочетов А.В. и др. Оценка солеустойчивости растений табака *Nicotiana tabacum*, несущих антисмысловой супрессор гена пролиндегидрогеназы. *Генетика*. 2006. Т. 42, № 2. С. 278–281.
2. Колодяжная Я.С., Куцоконь Н.К., Левенко Б.А., Сютикова О.С., Рахметов Д.Б., Кочетов А.В. Трансгенные растения, толерантные к абиотическим стрессам. *Цитология и генетика*. 2009. № 2. С. 72–93.
3. Kochetov A.V., Shumny V.K. Transgenic plants as genetic models for studying functions of plant genes. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2017. Vol. 7, No. 4. P. 421–427. doi: 10.1134/S207905971704005.
4. Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция. *Физиология растений*. 1999. Т. 46, № 2. С. 321–336.
5. Духовский П., Юкнис Р., Бразайтите А. и др. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессов. *Физиология растений*. 2003. Т. 50, № 2. С. 165–173.
6. Nanjo T., Kobayashi M., Yoshida Y. et al. Antisense suppression of proline degradation improves tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Lett*. 1999. 461. P. 205–210. doi: 10.1016/S0014-5793(99)01451-9.
7. Колодяжная Я.С., Титов С.Е., Кочетов А.В. и др. Трансформанты табака, экспрессирующие антисмысловую последовательность гена пролиндегидрогеназы, проявляют устойчивость к тяжелым металлам. *Генетика*. 2007. Т. 43, № 7. С. 994–998.
8. Tishchenko O.M., Komisarenko A.G., Mykhalska S.I. et al. *Agrobacterium*-mediated transformation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) *in vitro* and *in planta* using *Lba4404* strain harboring binary vector pBi2E with dsRNA-suppressor of proline dehydrogenase gene. *Cytol. Genet*. 2014. Vol. 48. P. 218–226. doi: 10.3103/S0095452714040094.

9. Воронова С.С., Гончарук А.Г., Бавол А.В., Дубровная О.В. Генетическая трансформация мягкой пшеницы с использованием векторных конструкций содержащих гены метаболизма пролина. *Вісн. Укр. тов.-ва генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13, № 1. С. 28–33.
10. Moiseeva Y.M., Velikov V.A., Volokhina I.V., Gusev Yu.S., Yakovleva O.S., Chumakov M.I. *Agrobacterium*-mediated transformation of maize with antisense suppression of the proline dehydrogenase gene by an in planta method. *British Biotechnol. J.* 2014. Vol. 4, No. 2. P. 116–125.
11. Михальская С.И., Сергеева Л.Е., Матвеева А.Ю., Коберник Н.И., Кочетов А.В., Тищенко Е.Н., Моргун В.В. Повышение содержания свободного пролина в осмотолерантных трансгенных растениях кукурузы с двухцепочечным РНК-супрессором гена пролиндегидрогеназы. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46. № 6. С. 482–489. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2014\\_45\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2014_45_6_5) (дата звернення: 1.03.2018).
12. Сергеева Л.Е., Дыкун М.О., Бронникова Л.И. Реакции клеточных структур кукурузы на действие жестких осмотических стрессов. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 2. С. 178–182.
13. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plantarum*. 1962. Vol. 15, No. 3. P. 473–497. doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.
14. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 1990. Vol. 12. P. 13–15.
15. Kikuchi A., Huynh H.D., Endo T., Watanabe K. Review of recent transgenic studies on abiotic stress tolerance and future molecular breeding in potato. *Breeding science*. 2015. Vol. 65. P. 85–102. doi: org/10.1270/jsbbs.65.85.
16. Han E.-H., Goo Y.-M., Lee M.-K., Lee S.-W. An efficient transformation method for a potato (*Solanum tuberosum* L. var. Atlantic). *J. Plant Biotechnol.* 2015. Vol. 42. P. 77–82. doi: 10.5010/JPB.2015.42.2.77.

## References

1. Kolodyazhnaya Ya.S., Titov S.E., Kochetov A.V., Komarova M.L., Romanova A.V., Koval' V.S., Shumny V.K. Evaluation of salt tolerance in *Nicotiana tabacum* plants bearing an antisense suppressor of the proline dehydrogenase gene. *Russian Journal of Genetics*. 2006. Т. 42, № 2. P. 212–214.
2. Kolodyazhna Ya.S., Kutsokon N.K., Levenko B.A., Syutikova O.S., Rakhmetov D.B., Kochetov A.V. Transgenic plants tolerant to abiotic stresses. *Tsitol Genet.* 2009. Vol. 43, No. 2, P. 72–81.
3. Kochetov A.V., Shumny V.K. Transgenic plants as genetic models for studying functions of plant genes. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2017. Vol. 7, No. 4. P. 421–427. doi: 10.1134/S2079059717040005.
4. Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. Proline under stress: biological role, metabolism, and regulation. *Russian Journal of Plant Physiology*. 1999. Vol. 46, № 2. P. 321–336.
5. Duchovskis P., Yuknis R., Brazaitite A., Zukauskaite I. Plant Response to Integrated Impact of Natural and Anthropogenic Stress Factors. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2003. Vol. 50, No. 2. P. 147–154. Translated from *Fiziologiya Rastenii*. 2003. Vol. 50, No. 2. P. 165–173.
6. Nanjo T., Kobayashi M., Yoshida Y. et al. Antisense suppression of proline degradation improves tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Lett.* 1999. 461. P. 205–210. doi: 10.1016/S0014-5793(99)01451-9.
7. Kolodyazhnaya Ya.S., Titov S.E., Kochetov A.V., Trifonova E.A., Romanova A.V., Komarova M.L., Koval V.S., Shumny V.K. Tobacco transformants expressing antisense sequence of proline dehydrogenase gene possess tolerance to heavy metals. *Russian Journal of Genetics*. 2007. Т. 43, № 7. С. 825–828.
8. Tishchenko O.M., Komisarenko A.G., Mykhalska S.I., Sergeeva L.E., Adamenko N.I., Morgun B.V., Kochetov A.V. *Agrobacterium*-mediated transformation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) *in vitro* and *in planta* using *Lba4404* strain harboring binary vector pBi2E with dsRNA-suppressor of proline dehydrogenase gene. *Cytol. Genet.* 2014. Vol. 48. P. 218–226. doi: 10.3103/S0095452714040094.
9. Voronova S.S., Goncharuk A.M., Baval A.V., Dubrovna O.V. Genetic transformation of bread wheat using vector constructs containing the genes of proline metabolism. *Visn of Ukr Society of geneticists and breeders*. 2015. Т. 13, № 1. С. 28–33.
10. Moiseeva Y.M., Velikov V.A., Volokhina I.V., Gusev Yu.S., Yakovleva O.S., Chumakov M.I. *Agrobacterium*-mediated transformation of maize with antisense suppression of the proline dehydrogenase gene by an in planta method. *British Biotechnol. J.* 2014. Vol. 4, No. 2. P. 116–125.
11. Mykhalska S.I., Sergeeva L.E., Matveyeva A.Yu., Kobernik N.I., Kochetov A.V., Tishchenko O.M., Morgun V.V. The elevation of free proline content in osmotolerant transgenic corn plants with dsRNA suppressor of prolinedehydrogenase gene. *Physiol. Rasteny i Genetica*. 2014. Vol. 46, № 6. P. 482–489. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2014\\_45\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2014_45_6_5) (Last accessed: 1.03.2018).
12. Sergeeva L.E., Dykun M.O., Bronnikova L.I. Reactions of corn cell cultures during hard osmotic stresses action. *Factors in experimental evolution of organisms*. 2017. Vol. 2. P. 178–182.
13. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plantarum*. 1962. Vol. 15, No. 3, P. 473–497. doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.
14. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 1990. Vol. 12. P. 13–15.
15. Kikuchi A., Huynh H.D., Endo T., Watanabe K. Review of recent transgenic studies on abiotic stress tolerance and future molecular breeding in potato. *Breeding science*. 2015. Vol. 65. P. 85–102. doi: org/10.1270/jsbbs.65.85.
16. Han E.-H., Goo Y.-M., Lee M.-K., Lee S.-W. An efficient transformation method for a potato (*Solanum tuberosum* L. var. Atlantic). *J. Plant Biotechnol.* 2015. Vol. 42. P. 77–82. doi: 10.5010/JPB.2015.42.2.77.

**OVCHARENKO O.O., RUDAS V.A., SHCHERBAK N.L., KUCHUK M.V.**

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of Natl. Acad. Sci. of Ukraine,  
Ukraine, 03680, Kyiv, Akad. Zabolotnogo str., 148, e-mail: natalia@icbge.org.ua*

**OBTAINING OF TRANSGENIC POTATO PLANTS (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) THAT CONTAIN ANTISENSE SEQUENCE OF PROLINEDEHYDROGENASE GENE**

**Aim.** The aim of our work was to obtain transgenic potato plants of Ukrainian varieties with the expression of a double-stranded RNA suppressor of proline dehydrogenase gene. We propose the decrease of proline degradation level and increase of overall proline concentration in obtained transgenic plants. **Methods.** The *Agrobacterium tumefaciens*-mediated method of genetic transformation to obtain transgenic plants of potato was used. Internodes of aseptic potato plants were transformed with a binary vector pBi2E containing an inverted repeats of two copies of proline dehydrogenase gene's first exon and the gene of neomycin phosphotransferase II (*nptII*). **Results.** As a result of experiments kanamycin resistant transgenic potato lines of Deseiree, Belarusian 12 and Slavianka varieties were obtained. The transgenic nature of the obtained plants was confirmed by PCR with primers specific to the first exon of proline dehydrogenase and to *nptII* genes. **Conclusions.** The optimized conditions of genetic transformation and used agrobacterial strain allow to obtain the transgenic plants of a model potato variety Désirée, as well as varieties Belorussian 12 and Slovyanka which are of practical interest for cultivation in Ukraine.

**Keywords:** transgenic plants, potatoes (*Solanum tuberosum* L.), stress resistance, proline.