

## Нанотехнології в овочівництві України

Н. В. Воробйова, О. В. Кухнюк, Р. І. Прудкий

Уманський національний університет садівництва м. Умань, Україна  
Corresponding author. E-mail: vorob2807@gmail.com; oksana.kuh@ukr.net

Paper received 10.08.18; Accepted for publication 16.08.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-03>

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень з нанотехнології та її вплив на біометричні показники, урожайність і якість рослин селери черешкової і шпинату городнього залежно від дії нанопрепарату гідрогелю у формі гелю, таблеток і гранул в Україні. Встановлено, що використання гелю сприяло збільшенню висоти рослин, площі листків, маси надземної частини рослин, отриманню вищої товарної врожайності у селери сорту Аніта до 43,5 т/га, у сорту Паскаль – 39,8 т/га, у шпинату сорту Монарх – 36,8 т/га. Визначено вміст показників хімічного складу зелені і доведено, що різні форми гідрогелю не впливали негативно на зміну хімічного складу овочевих рослин.

**Ключові слова:** ґрунт, селера черешкова, шпинат городній, гідрогель, врожайність, якість.

**Вступ.** Забезпечення населення якісними екологічно-безпечними харчовими продуктами, в тому числі з мінімальним вмістом радіонуклідів, завжди було пріоритетом державної політики України. В умовах погіршення екології, коли посилюється негативна дія середовища, саме овочі сприяють підтриманню здоров'я людини та підвищенню імунітету організму. Овочі цінують не тільки за вміст цінних поживних речовин і хімічних елементів, а й за сприяння кращому засвоєнню продуктів харчування [8-10].

Одним з важливих факторів обґрунтування доцільності вирощування овочевих рослин у конкретному регіоні є відповідність екологічним вимогам, до яких входить стан та якість ґрунту, його поліпшення, біологічні особливості рослин, тощо [1]. На сьогодні найбільшу небезпеку несуть довгоіснуючі радіонукліди: цезій-137 (Cs-137), стронцій-90 (Sr-90) і трансуранові елементи [2, 3, 5-7].

**Короткий огляд публікацій.** Дефіцит вологи в Україні з року в рік стає більш відчутнішим для овочів. Обмежені водні ресурси призвели до необхідності поповнювати дефіцит вологи в ґрунті за допомогою зрошення. Тим не менш, через високі витрати на зрошення, було зроблено спробу знайти рішення, спрямоване на зниження використання води. Одним із способів досягнення цієї мети в овочівництві є внесення полімерних речовин у ґрунт або гідрогелю. За рахунок застосування гідрогелю накопичувалася значна кількість вологи у ґрунті, яка поступово використовувалася рослинами. Завдяки слаборозвиненій кореневій системі овочеві рослини є вимогливими до води і у разі її нестачі їх продуктивні органи накопичують шкідливі елементи і мають гіршу якість [2].

За підрахунками вчених, рослини використовують тільки 10 % опадів, 20 % просочуються у підземні води, а 70 % – випаровується з поверхні ґрунту, яка покривається кіркою. Проблема можна розв'язати також за застосування гідрогелю. Гідрогель – спеціально розроблена речовина для внесення в ґрунт. Гранули гідрогелю зменшуються в розмірі, утворюючи порожнечі, поліпшуючи тим самим аерацію ґрунту, фізичні характеристики і глинистий ґрунт стає більш пухким, а піщаний – більш структурованим [3, 10, 11].

**Мета.** Метою роботи передбачалося встановити агроекологічну оцінку, визначити вплив різних форм

гідрогелю, видового і сортового складу на фоні забруднення ґрунтів радіонуклідами.

**Матеріали і методи.** Дослідження з використанням різних форм гідрогелю проведено в Уманському НУС з шпинатом і селерою. Дослідження виконано за загальноприйнятими методиками, які включали фенологічні спостереження, облік густоти рослин, біометричні вимірювання, визначення урожайності й якості продукції. Хімічний аналіз зелені здійснювали у фазі технічної стиглості. Визначали вміст: сухих розчинних речовин (ДСТУ 7804:2015), аскорбінової кислоти (ДСТУ 7803:2015), цукрів (ДСТУ 4954:2008), нітратів (ДСТУ 4948:2008). Ступінь забезпеченості рослин елементами живлення визначали у верхніх шарах ґрунту [4].

**Результати і їх обговорення.** Екологічний і радіоекологічний моніторинг дозволяє контролювати рівень забруднення радіонуклідами води, повітря, ґрунтів, овочів. За результатами радіоекологічних досліджень рослинних продуктів харчування, які здійснені ДУ „Черкаський обласний лабораторний центр МОЗ України” доведено, що овочі накопичують радіонукліди у межах норми. Вміст мікроелементів у гранично допустимих кількостях є корисним як для рослин, так і для людини, однак надмірна їх кількість у тій чи іншій мірі шкідлива. Тому, для овочевих рослин важливо не допускати нагромадження важких металів у продукції. Задля цього ми визначали вміст їх у овочах (табл. 1).

Визначено, що у овочевій продукції концентрація Cs-137 та Sr-90 не перевищувала показників, регламентованих гігієнічним нормативом „Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді”. У овочевій продукції, що перевірена на вміст Cs-137 і Sr-90 перевищень рівня вмісту радіонуклідів понад допустиму норму не виявлено.

Одержані результати підтверджують, що не зареєстровано перевищень у вмісті радіонуклідів у овочах. Спостерігалася загальна тенденція до стабілізації основних радіонуклідів у ґрунті та овочевій продукції. Фактичні показники на 20–100 рівнів є нижчими від нормативних. Дані таблиці свідчать, що вміст радіонуклідів залежно від форми гідрогелю та глибини взяття ґрунтової проби перебуває у межах Cs-137 2,5–5,9 Бк/кг і більш високий вміст радіонуклідів

спостерігається за внесення таблеток на меншій глибині – 6 Бк/кг, а за застосування гелю і гранул на бі-

льшій глибині – 5,9 і 3,5 Бк/кг на глибині 20–40 см (табл. 2).

**1. Вміст радіонуклідів у овочах**

Овочеві рослини	Черкаський район				Канівський район				Уманський район			
	Cs-137 Бк/кг		Sr-90 Бк/кг		Cs-137 Бк/кг		Sr-90 Бк/кг		Cs-137 Бк/кг		Sr-90 Бк/кг	
	фактично	норма	фактично	норма	фактично	норма	фактично	норма	фактично	норма	фактично	норма
Часник	2,60	40	0,62	20	2,71	40	0,65	20	-	-	-	20
Цибуля	2,70	40	0,48	20	2,50	40	0,44	20	2,52	40	0,63	20
Селера	2,48	40	0,56	20	2,61	40	0,61	20	2,76	40	0,58	20
Морква	2,54	40	0,42	20	2,68	40	0,54	20	2,62	40	0,44	20
Капуста	2,83	40	0,46	20	3,00	40	0,60	20	2,91	40	0,59	20
Помідор	2,10	40	0,44	20	2,51	40	0,55	20	2,14	40	0,56	20
Огірок	2,65	40	0,49	20	3,20	40	0,65	20	2,58	40	0,48	20
Шпинат	2,70	40	0,69	20	2,84	40	0,75	20	2,64	40	0,64	20

**2. Вміст радіонуклідів у ґрунті залежно від форми гідрогелю та глибини взяття проби в умовах Уманського НУС**

Форма гідрогелю	Шар ґрунту, см	Вміст радіонуклідів у ґрунті, Бк/кг			
		Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232
Контроль	0–20	4,7	345	-	33
Контроль	20–40	3,9	288	-	27
Гель	0–20	3,6	366	18	29
Гель	20–40	5,9	594	29	48
Гранули	0–20	2,5	315	-	20
Гранули	20–40	3,5	715	-	28
Таблетки	0–20	6,0	651	-	50
Таблетки	20–40	3,2	343	-	26

Примітка: Контроль – без гідрогелю

З метою встановлення впливу видового і сортового складу овочів та синтетичних препаратів на зменшення кількості важких металів у продукції проведено дослідження на селері і шпинаті. Біометричні вимірювання показали, що висота рослин селери залежно від сорту коливалась від 27,9 до 34,8 см. Зафіксовано тенденцію до зменшення висоти рослин за використання гідрогелю у формі таблеток. За внесення в ґрунт гранул та гелю рослини істотно збільшувалися у висоті (рис. 1).

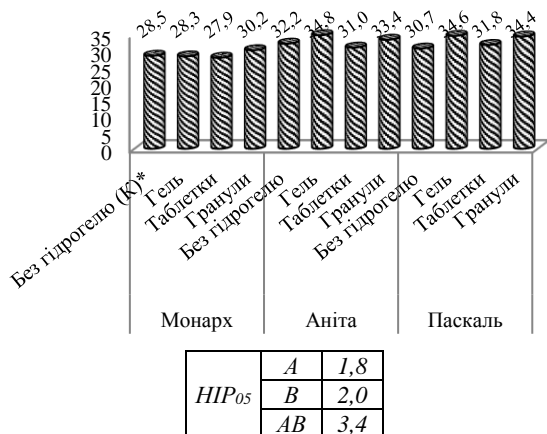


Рис. 1. Висота рослин шпинату городнього і селери черешкової залежно від сорту та форми гідрогелю, см (середнє за 2015–2017 рр.)

У шпинату сорту Монарх кращі показники за висотою рослин були за використання гранул – 30,2 см. У селери сорту Аніта краще зарекомендували себе гелю та гранули – 34,8 см і 33,4 см відповідно. У сорту Паскаль вищими були рослини за застосування гелю та гранул – 34,6 та 34,4 см відповідно і переважали контроль на 3,7–3,9 см.

Аналізуючи біометричні параметри рослин можна відмітити, що застосування гідрогелю у різних його формах збільшувало площу листка у досліджуваних сортів. Визначення площі листка показало, що у шпинату сорту Монарх більшою вона була під впливом таблеток – 66,6 см<sup>2</sup>. У селери сорту Аніта даний показник мав менші значення, але кращі результати показало застосування гранул – 61,4 см<sup>2</sup>. У селери сорту Паскаль більша площа листка формувалася за використання гранул і таблеток – відповідно 63,3 та 63,4 см<sup>2</sup>/рослину. Обчислення загальної площі листків шпинату і селери залежно від сорту та форми гідрогелю перед збиранням врожаю показало, що більшим цей показник був у шпинату сорту Монарх за внесення таблеток – 16,9 тис. м<sup>2</sup>/га, що істотно переважало контроль на 1,8 тис. м<sup>2</sup>/га. Листковий індекс у досліджуваних видів і сортів за використання різних форм гідрогелю був у межах 1,3–1,7, що свідчить про невелике перекриття ґрунту. Більше значення показника спостерігалось у шпинату сорту Монарх за застосування таблеток – 1,7. Вищий показник чистої продуктивності фотосинтезу одержано за використання гелю та гранул у сорту Монарх 1,5–1,9 г/м<sup>2</sup>/добу, Аніта – 1,8–2,1 г/м<sup>2</sup>/добу, Паскаль – 1,8–2,0 г/м<sup>2</sup>/добу.

Встановлено, що використання різних форм гідрогелю значно впливало на масу рослини та рівень урожайності. Маса надземної частини у шпинату сорту Монарх була більшою за використання гелю – 341,5 г, що на 29,2 г істотно вище за контроль, у сорту Аніта – 417,6 г, що істотно перевищувало контроль на 105,3 г. У сорту Паскаль вищі значення за цим показником також одержано з використанням гелю – 381,7 г, що на 69,4 г перевищувало контроль.

Вища урожайність спостерігалася за використання гелю. Так, у шпинату сорту Монарх урожайність була на рівні 36,8 т/га, що на 4,1 т/га істотно вище за конт-

роль, у сорту Аніта – 43,5 т/га (+10,8 т/га до контролю), у сорту Паскаль – 39,8 т/га (+7,1 т/га до контролю) (табл. 3).

Деяко нижчу врожайність одержано за використання гранул і у сорту Монарх вона досягнула рівня 36,1 т/га, у селери сорту Аніта та Паскаль – 41,6 і 39,1 т/га, що забезпечило істотне підвищення відповідно на 3,4, 8,9 та 6,4 т/га у порівнянні до контролю. Нижчу вро-

жайність шпинату і селери отримано за використання таблеток. Так, у сортів селери Паскаль і Аніта вона становила відповідно 38,1 та 39,9 т/га, що істотно вище за контроль на 5,0 і 7,0 т/га. У шпинату сорту Монарх величина даного показника на 0,5 т/га поступалася контролю і відповідала рівню 32,2 т/га ( $HIP_{05}=1,9$ ).

**3. Товарна урожайність шпинату городнього і селери черешкової залежно від сорту та форми гідрогелю, т/га (середнє за 2015–17 рр.)**

Сорт (фактор А)	Форма гідрогелю (фактор В)	Урожайність продукції, т/га				± до контролю
		2015	2016	2017	Середнє за 2015–2017	
Монарх	Без гідрогелю (К)*	27,4	36,6	34,2	32,7	0
	Гель	32,6	37,2	40,5	36,8	+4,1
	Таблетки	30,5	31,6	34,4	32,2	-0,5
	Гранули	30,9	38,6	38,8	36,1	+3,4
Аніта	Без гідрогелю	32,2	41,9	38,9	37,7	+5,0
	Гель	39,7	47,3	43,4	43,5	+10,8
	Таблетки	38,3	39,4	42,1	39,9	+7,2
	Гранули	36,8	45,5	42,5	41,6	+8,9
Паскаль	Без гідрогелю	28,6	39,4	37,6	35,2	+2,5
	Гель	28,7	46,8	43,9	39,8	+7,1
	Таблетки	34,6	41,3	38,3	38,1	+5,4
	Гранули	36,2	39,8	41,2	39,1	+6,4
$HIP_{05}$	фактор А	1,7	1,4	1,9	-	
	фактор В	1,9	1,6	2,2	-	
	взаємодія АВ	3,3	2,7	3,8	-	

Примітка: К\* – контроль

Доведено, що фактори мали неоднаковий вплив на урожайність шпинату і селери і фактор А (сорт) визначав величину товарної урожайності на 24,0 %, фактор В (форма гідрогелю) – на 28,0 % та сумарна дія факторів А і В впливала на величину товарної врожайності з силою 48,0 % (рис. 3).

фактор В (форма гідрогелю) – на 28,0 % та сумарна дія факторів А і В впливала на величину товарної врожайності з силою 48,0 % (рис. 3).

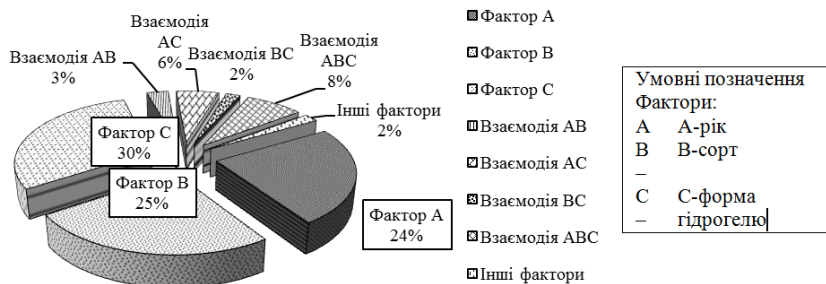


Рис. 3. Вплив факторів і їх взаємодії на формування товарної урожайності (середнє 2015–2017 рр.)

Встановлено, що застосування різних форм гідрогелю впливало на показники хімічного складу товарної зелені шпинату і селери. Вміст сухих розчинних речовин мав певні розбіжності і нижчий показник виявили у контролі (без застосування гідрогелю) – 12,9 %. У інших варіантах величина показника коливалася від 13,2 % у сорту Аніта за використання таблеток до 14,8 % за використання гелю у цього ж сорту. Під дією гідрогелю змінювався вміст хлорофілу (а+в) і меншим вмістом характеризувався сорт селери Аніта без застосування гідрогелю та сорт шпинату Монарх – відповідно 2,1 і 2,2 мл/л, тоді як під впливом різних форм гідрогелю синтез хлорофілу прискорювався, внаслідок чого його концентрація у товарній зелені збільшувалася. За вмістом цукрів варіанти

різнилися мало (2,4–2,8 %). У шпинату сорту Монарх усі форми гідрогелю сприяли підвищенню на 0,2–0,3 % вмісту цукрів, порівняно з контролем. У селери сорту Аніта, навпаки, використання гідрогелю викликало зменшення цукристості зелені на 0,2–0,3 %. Застосування різних форм гідрогелю на овочах і їх сортах сприяло зростанню вмісту вітаміну С на 20–50 мг/100 г сирової речовини. Вміст ефірних олій у товарній частині селери черешкової становив від 1,41 до 1,56 % і застосування гелю збільшувало їх вміст у сорту Аніта до 1,56 %.

**Висновки.** Встановлено, що поліпшення стану ґрунту за використання різних форм гідрогелю сприяє покращенню біометричних показників рослин, збільшенню маси надземної частини і урожайності сортів

шпинату городнього і селери черешкової. Вищу товарну врожайність шпинату і селери одержано за використання гідрогелю у формі гелю у селери сорту Ані-

та – 43,5 т/га, що істотно вище за контроль на 10,8 т/га, у сорту Паскаль – 39,8 т/га (+7,1 т/га) та у шпинату сорту Монарх – 36,8 т/га (+4,1 т/га).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов С.А. Радиоекологичні дослідження: навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 149 с.
2. Машченко М.П., Мечов Д.С., Мурашко В.О. Радиация гигиена. Х., 1999. 156с.
3. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення Черкаської області. Щорічна доповідь 2010 р. / За ред. В.В. Самотуги. Черкаси, 2010. 94 с.
4. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
5. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Форма №71. Черкаси, 2017. 35 с.
6. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов УССР, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии. Киев, 1991. 94 с.
7. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии. Сб. №2. Киев, 1992. 50 с.
8. FAOSTAT 2018: <http://faostat.fao.org> (дата звернення: 20.04.2018 р.).
9. Ben-Erik, Van Wyk (2013). Culinary herbs and spices of the world. University of Chicago Press, 2013. 321 p.
10. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Celeriac (*Apium graveolens L. var. rapaceum (Mill.) Gaud.*). Geneva, 2006-04-05. P. 23.
11. Edyta Kosterna, Anna Zaniewicz-Bajkowska, Robert Rosa, Jolanta Franczuk (2012). The effect of AgroHydroGel and irrigation celeriac yield and quality. Department of Vegetables Siedlce University of Natural Sciences and Humanities. Siedlce, Poland. P. 123-128.

#### REFERENCES

1. Ivanov, E.A. (2004). Radioecological research: teaching manual Lviv: Publishing Center of Ivan Franko National University of Lviv, 2004. 149 p. (in Ukrainian).
2. Mashchenko, M.P., Mechov, D.S., Murashko, V.O. (1999). Radiation Hygiene. Kh., 1999. 156 c. (in Ukrainian).
3. On ensuring sanitary and epidemiological well-being of the population of Cherkasy region. Annual report 2010 / Ed. V.V. Samotugi. Cherkasy, 2010. 94p. (in Ukrainian).
4. Bondarenko, G.L., Yakovenko, K.I. (2001). Methodology of experimental work in vegetable and melon. Kharkiv: Osнова, 2001. 369 p. (in Ukrainian).
5. Report on work on controlling environmental factors that affect human health. Form number 71. Cherkasy, 2017. 35 p. (in Ukrainian).
6. Dosimetric certification of settlements of the USSR, who were subjected to radioactive contamination after the Chernobyl accident. Kiev, 1991. 94 p. (in Ukrainian).
7. Dosimetric passporting of settlements of Ukraine exposed to radioactive contamination after the Chernobyl accident. Sat No. 2 Kiev, 1992. 50 p. (in Ukrainian).
8. FAOSTAT 2018: <http://faostat.fao.org> (the date of the beast: 20.04.2018).
9. Ben-Erik, Van Wyk (2013). Culinary herbs and spices of the world. University of Chicago Press, 2013. 321 p.
10. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Celeriac (*Apium graveolens L. var. rapaceum (Mill.) Gaud.*). Geneva, 2006-04-05. P. 23.
11. Edyta Kosterna, Anna Zaniewicz-Bajkowska, Robert Rosa, Jolanta Franczuk (2012). The effect of AgroHydroGel and irrigation celeriac yield and quality. Department of Vegetables Siedlce University of Natural Sciences and Humanities. Siedlce, Poland. P. 123–128.

#### Nanotechnology in Ukraine vegetable growing

N. V. Vorobova, O. V. Kukhniuk, R. I. Prudky

**Abstract.** The article states that the level of soil contamination with radionuclides don't exceed the critical standards and is actually 20-100 less in comparison with 90 years of the XX century. It has been proven that contamination with radionuclides depends on the structure and physical characteristics of the soil, as well as its acidity, the depth of sampling, and the like. It is proposed to continue systematic monitoring and control over the level of radioactive contamination of soil, vegetables and potatoes in order to reduce the content of radionuclides. The data of biometric parameters of celery and spinach plants under the influence of hydrogel in the form of gel, tablets and granules are given. In particular, the granules and gel had a greater influence on the plant heights and the diameter of the cuttings in Monarch, Anita and Pascal varieties, whereas a significant increase in leaf area occurred under the action of tablets and granules. It was found that the use of the gel significantly increased the mass of the aboveground part of the plants. High commercial yield was obtained with the use of gel: celery of the Anita variety – 43.5 t/ha, which in addition to the control yields 10.8 t/ha, Pascal – 39.8 t/ha (+7.1 t / ha), spinach of the Monarch variety – 36.8 t/ha (+4.1 t/ha). The indices of the chemical composition of commercial greens of spinach and celery varieties are determined depending on the use of various forms of hydrogel. It was established that different forms of hydrogel had different effects on the change in the biochemical composition of commercial greens of varieties.

**Keywords:** soil, celery, spinach, hydrogel, yield, quality.