

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕЛЕНІ ПЕТРУШКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОГЕЛЮ ТА АНТИОКСИДАНТІВ

О.П. Прісс, А.С. Кулик

Установлено, що використання гідрогелю та антиоксидантів сприяє продовженню тривалості зберігання зелені петрушки на 40–55 діб, дозволяє знизити кількість відходів у середньому на 2,48%, рівень нестандартної продукції на 8,99%, а вихід товарної продукції після зберігання зелені петрушки збільшити на 26,72%. Показано, що застосування живильного розчину з антиоксидантами дозволяє максимально зберегти біологічну цінність зелені петрушки після зберігання.

Ключові слова: зберігання, петрушка, гідрогель, антиоксиданти, товарна якість, хлорофіли, вітамін С, опади, температура.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕЛЕНИ ПЕТРУШКИ ПРИ ХРАНЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОГЕЛЯ И АНТИОКСИДАНТОВ

О.П. Присс, А.С. Кулик

Установлено, что использование гидрогеля и антиоксидантов способствует продлению сроков хранения зелени петрушки на 40–55 суток, позволяет снизить количество отходов в среднем на 2,48%, уровень нестандартной продукции на 8,99%, а выход товарной продукции после хранения зелени петрушки увеличить на 26,72%. Показано, что использование питательного раствора с антиоксидантами позволяет максимально сохранить биологическую ценность петрушки после хранения.

Ключевые слова: хранение, петрушка, гидрогель, антиоксиданты, товарное качество, хлорофиллы, витамин С, осадки, сумма активных температур.

QUALITATIVE INDEXES OF PARSLEY DURING STORAGE WITH THE USE OF HYDROGEL AND ANTIOXIDANTS

O.P. Priss, A.S. Kulik

Effect of usage of hydrogel and antioxidants for green vegetables storage is considered in the article. The use of this method allows extending the duration of parsley storage by 40...55 days, it enables reduction of wastes in average by 2,48%, level of non-standard produce by 8,99% and increase of post-storage marketable

outcome of parsley by 26,72%. The influence of temperature and rainfall on commodity quality after storage was investigated. It was shown, that strong influence on marketability of parsley has the sum of active temperatures and rainfall, as the coefficient of correlation makes from -0,71 to 0,99. It was found that the use of the given method of storage with cooling allows detaining the processes of chlorophyll destruction and vitamin C and saving the maximum biological value of parsley after storage.

Keywords: *storage, parsley, hydrogel, antioxidants, marketable quality, rainfall, chlorophyll, vitamin C, sum of active temperatures.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Зелені овочі – доступні та багаті корисними макро- і мікроелементами продукти, і це зумовлює високий попит на них серед споживачів упродовж усього року [1; 2]. Однак для безперебійного постачання населенню цієї продукції виникає потреба у її зберіганні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми зберігання зеленних овочів присвячено велику кількість наукових праць [3–6], що пов'язано зі складністю їх зберігання [7; 8]. Одним із нових способів зберігання зелених овочів, який сприяє мінімальним втратам їх товарної якості та біологічної цінності, є зберігання з використанням гідрогелю та антиоксидантів [9]. Крім способу зберігання, істотним чинником, який визначає лежкість зелених овочів, є метеорологічні умови періоду вегетації [10]. Зважаючи на обмежену кількість досліджень взаємозв'язку лежкості зелених овочів та умов вирощування, також доцільно проаналізувати вплив погодних умов на тривалість зберігання, вихід товарної продукції та якість зелені петрушки з використанням гідрогелю та антиоксидантів.

Мета статті – дослідження впливу погодних умов на формування якості зелені петрушки та збереженість якісних показників при використанні живильного середовища з додаванням антиоксидантів під час зберігання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися у 2011–2013 рр. на базі лабораторії технології первинної обробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ «Агротехнології та екології» Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя та агропідприємств Мелітопольського району Запорізької області. Агротехніка на дослідних ділянках загальноприйнята для зони сухого степу. Щоденні метеорологічні дані за період досліджень зібрані на Мелітопольській метеостанції. На зберігання закладали зелень петрушки осіннього зрізу сортів Оскар і Новас, що відповідає вимогам ДСТУ 6010: 2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови».

Зелень петрушки розфасовували у пучки по 150 г та вкладали стеблами в поліетиленові пакети розміром 80×30 мм, попередньо

наповнені розчинами гідрогелю. Гідрогель – це гранули особливого полімеру, які поглинають до 250 разів більше води ніж їх власна маса, а потім віддають її рослинам у міру необхідності. Для запобігання втратам поживних речовин петрушки, у розчин гідрогелю вводили композицію з антиоксидантів іонолу та хлорофіліпту. Іонол є антиоксидантом, дозволений як харчова добавка. Хлорофіліпт становить собою натуральний препарат із листя евкаліпту, який містить суміш хлорофілів *a* і *b*, що мають антиоксидантну та бактерицидну активність [9]. Температура зберігання $1 \pm 0,5$ °С, відносна вологість повітря $95 \pm 3\%$. За контроль брали зелень петрушки, що зберігалася в холодильнику за тих самих умов.

Вихід товарної продукції після зберігання визначали, керуючись ДСТУ 6010:2008 та рекомендаціями з досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва [11]; вміст хлорофілів і каротиноїдів визначали шляхом екстрагування пігментів ацетоном із наступним визначенням їх оптичної густини [12]; вміст аскорбінової кислоти за відновленням реактиву Тільманса [13]. Математичну обробку результатів досліджень виконували за В.Ф. Мойсейченком [14].

Під час дослідження виявили вплив погодних умов на формування якості зелені петрушки та збереженість якісних показників при використанні живильного середовища з додаванням антиоксидантів під час зберігання.

Агрокліматичний район півдня України за ресурсами води характеризується як посушливий [15]. Сума активних температур (САТ) періоду вегетації зелені петрушки в середньому за 2011–2013 рр. становила 3782° С, тобто вони були близькими до середньо багаторічних (табл.1). Більш високі температури зафіксовані у 2012 році, коли САТ періоду вегетації перевищував показники 2013 року на 800° С. Такі відхилення сприяли активному нарощуванню листової маси та збільшенню кількості зрізів врожаю (табл.1).

Таблиця 1

Гідротермічні умови періоду формування зелені петрушки

Рік	Строки зрізання зелені	Сума активних температур, °С	Кількість опадів, мм	ГТК
2011	25.10	3400,1	322,1	0,95
2012	25.10	4181,5	175,3	0,42
2013	18.10	3765,7	265,6	0,78

Метеорологічні показники істотно вплинули на тривалість зберігання зелені петрушки. Так, зелень, зібрана восени 2012 року,

контрольних варіантів зберігалася 35–45 діб залежно від сорту, зелень же отримана 2011 та 2013 року – 30–40 діб (табл. 2).

Таблиця 2

Товарна якість зелені петрушки осіннього збору після зберігання, % (2011-2013 рр.), $M \pm m$, $n=5$

Рік	Сорт	Варіант обробки	Тривалість зберігання, діб	Продукція, %		
				стандартна	нестандартна	абсолютний відхід
2011	Оскар	Контроль	40	72,02±3,67	9,30±2,47	2,05±1,25
		0,25Хл+1АГ	80	77,34±2,9*	5,79±1,69*	0,17±0,09*
	Новас	Контроль	30	71,24±1,69	10,07±0,63	2,06±1,49
		0,25Хл+1АГ	75	76,62±0,85*	6,57±0,76*	0,14±0,12*
	НІР ₀₉₅			2,99	2,03	1,18
2012	Оскар	Контроль	45	75,08±3,2	6,85±2,11	2,04±1,8
		0,024І+0,25Хл+1АГ	100	82,1±0,93*	2,17±0,77*	0,50±0,43*
	Новас	Контроль	35	74,12±1,83	8,82±1,47	1,03±0,85
		0,024І+0,25Хл+1АГ	90	79,73±2,74*	1,85±0,72*	3,19±2,64*
	НІР ₀₉₅			2,77	1,27	2,44
2013	Оскар	Контроль	40	70,16±2,88	8,89±1,22	4,35±2,39
		0,024І+0,25Хл+1АГ	80	78,78±1,51*	4,39±1,49*	0,58±0,28*
	Новас	Контроль	32	69,5±1,37	10,26±0,67	3,35±1,32
		0,024І+0,25Хл+1АГ	75	77,26±1,95*	5,09±1,44*	0,64±0,53*
	НІР ₀₉₅			1,24	1,84	1,85

Примітка: *відмінності достовірні порівняно з контролем при $p < 0,05$.

За нашими даними, вихід стандартної продукції зелені петрушки після зберігання також залежить від погодно-кліматичних умов вирощування.

Кореляційний аналіз показав сильний позитивний зв'язок ($r = 0,88 \dots 0,99$) між рівнем стандартної продукції та сумою активних температур під час вирощування. Також встановлено сильний зворотний зв'язок між виходом стандартної продукції та кількістю опадів і ГТК, коефіцієнт кореляції $r = -0,71 \dots 0,98$.

За результатами досліджень зелені петрушки сортів Оскар і Новас після зберігання контрольних варіантів зелені, вихід стандартної продукції коливався в межах $69,5 \dots 75,08\%$ (з урахуванням природної втрати маси). У варіантах із використанням гідрогелю та антиоксидантів вихід товарної продукції на ту саму добу зберігання у середньому за три роки досліджень склав $98,46\%$ – для сорту Оскар, $99,56\%$ – для сорту Новас відповідно. Таким чином, використання гідрогелю та антиоксидантів дозволяє не лише подовжити тривалість зберігання на 40–55 днів, незважаючи на такий негативний чинник, як надмірна зволоженість, але й підвищити вихід товарної продукції порівняно з контролем у середньому на $23,38 \dots 30,06\%$.

Після аналізу даних табл. 2 можна стверджувати, що кількість нестандартної продукції для контрольних варіантів зелені петрушки у роки з більшою кількістю опадів зросла на $1,67\%$ для сорту Новас та $2,44\%$ для сорту Оскар, порівняно з 2012 роком, який характеризувався значно нижчою зволоженістю, ніж 2011 та 2013 роки.

Коефіцієнт кореляції між рівнем опадів та кількістю нестандартної продукції $r = 0,99$. Однак, незважаючи на такий тісний взаємозв'язок у дослідних варіантах за три роки досліджень на 30... 45 добу зберігання появи нестандартної продукції не відзначилось. Тоді як у контрольних варіантах кількість нестандартної продукції склала в середньому $8,25\%$ для сорту Оскар і $9,72\%$ для сорту Новас відповідно.

Між рівнем відходів після зберігання та кількістю опадів у період вегетації для контрольних варіантів взаємозв'язку не виявлено, що суперечить даним деяких учених [16; 17]. Можливим поясненням цього факту є те, що як дефіцит вологи, так і її профіцит, негативно позначаються на якості овочів під час зберігання [18]. Тому, цілком ймовірно, що кількість опадів у період вегетації зелені петрушки жодним чином не вплинула на кількість абсолютного відходу після зберігання, однак суттєво вплинула на її хімічний склад [19]. Використання гідрогелю та антиоксидантів дозволило знизити

кількість поживклої та загнилої зелені на 1,03...4,35% залежно від сорту й року спостережень.

Одним із проявів метаболічних процесів протягом зберігання в зелені петрушки є трансформація пігментів. Пігментний комплекс у ній представлений хлорофілами і каротиноїдами. Хлорофіл підвищує рівень кисню, прискорює азотний обмін, що сприяє швидкому відновленню пошкоджених тканин і повноцінному живленню здорових. Як біологічно-активна речовина (БАР) хлорофіл позитивно впливає на організм людини [20]. Каротиноїди інактивують вільнорадикальне окислення й попереджають виникнення атеросклерозу, серцевих захворювань, підвищують імунітет, а лютеїн і зеаксантин поліпшують функціонування сітківки ока й нейтралізують пошкодження від ультрафіолетового опромінення [21].

Дослідженню динаміки пігментного комплексу в зелені петрушки присвячено низку вітчизняних та зарубіжних праць [22–24]. Наразі відсутні способи зберігання зелених овочів, які б вирішували питання стабілізації пігментного комплексу з метою отримання рослинної продукції високої біологічної цінності.

Запропонований спосіб дозволяє зберегти на більш високому рівні такі БАР, як вітамін С, хлорофіли і каротиноїди (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст БАР у зелені петрушки осіннього збору, $M \pm m$, $n=5$

Сорт	Варіант	Вміст вітаміну С, мг/100 г		Вміст хлорофілів, мг/100 г		Вміст каротиноїдів, мг/100 г	
		1**	2**	1**	2**	1**	2**
Оскар	Контроль	144,40	85,18± 2,37	238,82	182,04 ±8,06	56,98	44,94± 1,16
	I+Хл+АГ	±3,73	101,29 ±2,25*	±13,27	200,89 ±1,88*	±4,37	52,19± 2,32*
Новас	Контроль	154,26	68,60± 1,44	269,73	160,01 ±9,10	64,04	41,55± 1,35
	I+Хл+АГ	±7,41	89,72± 3,10*	±9,65	195,19 ±2,83*	±1,57	51,25± 0,63*
НІР ₀₉₅		7,27	3,30	12,27	9,66	6,00	5,82

Примітка 1. * відмінності достовірні порівняно з контролем

Примітка 2. **1 – до зберігання, 2 – після зберігання

Вміст вітаміну С на початку зберігання у середньому за роки досліджень склав 144,40 мг/100 г для сорту Оскар та 154,26 мг/100г для сорту Новас відповідно. У процесі зберігання він поступово знижувався, причому у варіанті, який зберігався без використання гідрогелю, аскорбінова кислота витрачалася більш інтенсивно, і на кінець зберігання її вміст склав 49...55% від початкової кількості залежно від сорту, у той час, як у дослідному зразку з додаванням антиоксидантної композиції I + Хл – на 9...15% більше.

Вміст хлорофілів і каротиноїдів знижувався протягом зберігання. На кінець зберігання зелені петрушки контрольних варіантів вміст хлорофілів склав 59...76% від початкової кількості, у зелені петрушки, яка зберігалась із використанням гідрогелю та антиоксидантів, на 12...13% вище залежно від сорту. Збереженість каротиноїдів на кінець зберігання у дослідних зразках була на 12,1...15,7% вищою, ніж у контрольних, залежно від сорту.

Висновки. Тривалість зберігання зелені петрушки обернено пропорційно залежить від кількості опадів, які випали за період вегетації, та прямо пропорційно від суми активних температур періоду вегетації. Також виявлено тісний зворотний взаємозв'язок між кількістю опадів та виходом товарної продукції зелені петрушки після зберігання $r = -0,71...0,98$ та сильний позитивний зв'язок ($r = 0,88...0,99$) між рівнем стандартної продукції та сумою активних температур під час вирощування. Вплив такого негативного чинника, як надлишок опадів, можна знизити за рахунок використання під час зберігання гідрогелю та антиоксидантів. Цей спосіб дозволив подовжити тривалість зберігання зелені петрушки на 40–55 діб, а вихід товарної продукції після зберігання зелені петрушки збільшити до 82%. Використання вказаного способу зберігання дозволяє максимально стабілізувати біологічну цінність зелені петрушки. Збереженість вітаміну С у дослідних варіантах на кінець зберігання на 9...15, хлорофілів – на 12...13, а каротиноїдів – на 12,1...15,7% вища, ніж у контрольних.

Список джерел інформації / References

1. Manderfeld, M.M., Schafer, H.W., Davidson, P.M., Zottola, E.A., Isolation and identification of antimicrobial furocoumarins from parsley, *J. Food Protect.*, 1997, vol. 60, pp. 72-77.
2. Soysal, Y. 2004, Microwave drying characteristics of parsley, *Biosystems Engineering*, vol. 89, no 2, pp. 167-173.

3. Brian C. Dais, Jose Porchia, Zain, E. M. Saad 1996, Vegetable containing storage bag and method for storing same, US Patent 5492705 A.

4. Ihab, M. Hekal, Chao Chen, Xiaoling Dong 2010, Methods for preserving fresh produce, US Patent 7851002 B2.

5. Abushqara Elias, Shalata Abed 2004, Extending the shelf life of harvested plant matter using alkanoyl-l-ascorbic acid esters, and synthesis thereof, WO Patent 2004093574 A1.

6. John, K. Hougham 1994, Method for processing leafy vegetables for extended storage, US Patent 5316778 A.

7. Иванова Т. Н. Технология хранения плодов, ягод и овощей : [учебное пособие] / Т. Н. Иванова, В. С. Житникова, Н. С. Левгерова. – Орел, 2009. – 203 с.

Ivanova, T. N., Zhitnikova, V. S., Levgerova, N. S. (2009), «Technology of storage of fruits, berries and vegetables: [manual]»[«Tehnologija hranenija plodov, jagod i ovoshhej : [uchebnoe posobie]», Orel, 203 p.

8. Зберігання і переробка продукції рослинництва / Г. І. Подпратов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. — К.: Мета, 2002. — 495 с.

Podpryatov, H. I., Skalets'ka, L. F., Sen'kov, A. M., Khylevych, V. S. (2002), «Storage and processing of plant growing production» [«Zberihannya i prerobka produktsiyi roslynnystva»], Meta, Kiev, 495 p.

9. Пат. 85031 України, МПК А 23 В 7/14. Спосіб підготовки зеленних овочів до зберігання / В. В. Калитка, О. П. Прісс, А. С. Кулик, В. Ф. Жукова; заявник і власник охоронного документа Таврійський державний агротехнологічний університет. – № u201305153; заявл. 22.04.2013; опубл. 11.11.2013, Бюл.№ 21.

Kalytka, V. V., Priss, O. P., Kulyk, A.S., Zhukova, V. F.2013, Method of preparation of green vegetables to storage, UA Patent 85031 [«Sposib pidhotovky zelennykh ovochiv do zberihannya»] zayavnyk i vlasnyk okhoronnoho dokumenta Tavriys'kyu derzhavnyu ahrotekhnolohichnyu universytet. - # u201305153; zayavl. 22.04.2013; opubl. 11.11.2013, Byul.# 21.

10. Brecht, JK, (1995), Physiology of lightly processed fruits and vegetables, HortScience, no 30, pp. 18-21.

11. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпратов, О. В. Завадська. – К.: НАУ, 2006. – 202 с.

Skaletska, L. F., Podpryatov, G.I., Zavadska, A.V. (2006) «Introduction to the scientific research of storage and processing of plant products» [«Osny naukovykh doslidzhen' zi zberihannya ta prerobky produktsiyi roslynnystva»] NAU, Kiev, 202 p.

12. Мусянко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М. М. Мусянко, Т. В. Паршикова, П. С. Славний. – К.: Фітосоціоцентр. – 2001. – 200 с.

Musienko, M.M., Parshikova, T.V., Slavniy, P.S. (2001) «Spectrophotometric methods in practice, physiology, biochemistry and ecology of

plants» [Spektrofotometrični metodi v praktitsi fiziologiyi, biohimiyi ta ekologiyi roslin], Fitosotsotsentr, Kiev, 200 p.

13. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства / В. М. Найченко. – К.: ФАДА ЛТД, 2001. – 211с.

Najchenko, V.M.(2001) «Practicum on technology storage and processing of fruits and vegetables with the basics of commodity» [Praktykum z tehnologii' zberigannja i pererobky plodiv ta ovociv z osnovamy tovaroznavstva] FADA LTD, Kiev, 211 p.

14. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Заверюха, В. Е. Ещенко. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

Moiseychenko, V.F., Trifonov, M. F., Zaveryukha, A.Kh., Eshchenko V.E. (1996) «Bases of scientific researches in agronomics» [«Osnovy nauchnyh issledovaniy v agronomii»] Kolos, Moscow, 336 p.

15. Ляшенко Г.В. Пространственная изменчивость ресурсов влаги в Украине с учетом мезо- и микроклимата / Г. В. Ляшенко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2011. – №8. – С. 92-97.

Lyashenko, H.V. (2011), «Spatial variability of resources of moisture in Ukraine taking into account meso – and a microclimate», Ukrainian hydrometeorological magazine [«Prostranstvennaya yzmenchyvost' resursov vlahy v Ukrainy s uchetom mezo- y mykroklymata», Ukrainys'kyu hidrometeorolohichnyy zhurnal], pp. 92-97.

16. Yisheng Liu 1998, Chinese cabbage, China Agriculture Press, pp. 387–412.

17. Xiangyang Wang, John S. Bagshaw 2001, Postharvest Handling of Fresh, Proceedings of a workshop held in Beijing, People's Republic of China, 9–11 May.

18. Silva Erin 2013, Influence of Preharvest Factors on Postharvest Quality, Organic Agriculture, 20 August.

19. Shewfelt, RL (ed) 1993, Stress physiology: A cellular approach to quality. In Postharvest Handling: A System Approach, pp. 257–276, Academic Press, Inc., San Diego, CA.

20. Sharma, D and Kumar, S. S, Sainis, K B (2007), 'Antiapoptotic and immunomodulatory effects of chlorophyllin', Mol Immunol, Jan; 44(4):347-59.

21. Watzl, B, Leitzmann, C. (1999), 'Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln', Hippokrates Verlag, Stuttgart, 2. Aufl., 254 s.

22. Nikolaeva, S. L. (1984), 'Persistence of biologically active substances in the parsley and celery when storing them in the MA' [Sohranjaemost' biologicheski aktivnyh veshhestv v petrushke i sel'deree pri hranenii ih v MGS], PhD thesis, Leningrad, 175 p.

23. Yamauchi, N. and Watada, A. E. (1993), 'Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere', J Food Sci, 58,616–618, 637.

24. Philosoph-Hadas, S. Meir, S. Akiri, B. and Kanner, J. (1994), 'Oxidative defense systems in leaves of three edible herb species in relation to their senescence rates', J Agric Food Chem, 42, 2376–2381.

Прісс Олеся Петрівна, канд. с.-г. наук, доц., кафедра технології переробки та зберігання продукції сільського господарства, Таврійський державний агротехнологічний університет Адреса: пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Україна. Тел.: 050-322-94-50; e-mail: olesyapriss@mail.ru

Кулик Аліна Степанівна, асп., кафедра технології переробки та зберігання продукції сільського господарства, Таврійський державний агротехнологічний університет. Адреса: пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Україна. Тел.: 097-886-00-43; e-mail: alina_potapenko@ukr.net

Прісс Олеся Петрівна, канд. с.-х. наук, доц., кафедра технологии переработки и хранения продукции сельского хозяйства, Таврический государственный агротехнологический университет. Адрес: пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Украина. Тел.: 050-322-94-50; e-mail: olesyapriss@mail.ru

Кулик Алина Степановна, асп., кафедра технологии переработки и хранения продукции сельского хозяйства, Таврический государственный агротехнологический университет. Адрес: пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Украина. Тел.: 097-886-00-43; e-mail: alina_potapenko@ukr.net

Priss Olesya Petrovna, PhDs, associate professors; *Tavria State Agrotechnological University*, chair of technology of processing and storage of production of agriculture, B. Hmelnitskogo Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. Tel.: 050-322-94-50; e-mail: olesyapriss@mail.ru

Kulik Alina Stepanovna, graduate student; *Tavria State Agrotechnological University*, chair of technology of processing and storage of production of agriculture, B. Hmelnitskogo Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. Tel.: 097-886-00-43; e-mail: alina_potapenko@ukr.net

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. Р.Ю. Павлюк.
Отримано 15.03.2014. ХДУХТ, Харків.*