

<https://doi.org/10.61308/GKAG9926>

Влияние на методите на сушене върху химичния състав при моркови

Десислава Тодорова^{1*}, Моника Кабаджова¹, Николай Димитров²

¹Институт по земеделие – Кюстендил, 2500, Селскостопанска академия – София, България

²Институт по криобиология и хранителни технологии – София, 1407, Селскостопанска академия – София, България

*E-mail: desi_todorovaiz@abv.bg

Десислава Тодорова ORCID ID: 0000-0002-6731-3330

Резюме: Морковът (*Daucus carota* L.) е един от важните кореноплодни зеленчуци, богати на биоактивни съединения като каротеноиди и други функционални компоненти, имащи значителни здравословни свойства. Консумацията на моркови и продуктите от тях се увеличава устойчиво, поради признаването му като важен източник на естествени антиоксиданти с множество хранителни и здравословни ползи. Каротеноидите, полифенолите и витамините, съдържащи се в моркова, действат като антиоксиданти, антикарциногени и имуностимулатори. Изследванията са насочени предимно към химичния състав и ароматния профил на пресни моркови. Един от основните методи за съхранение на моркова е сушенето. Настоящото изследване е проведено при четири метода на сушене на моркови от седем сорта, като целта му е насочена към отразяване промените на основни химични показатели при процеса на сушене. Установи се, че каротеноидите са най-много при сушене на слънце. Лиофилизацията като метод на сушене оказва най-силно положително влияние върху съдържанието на антоциани. Сушените на слънце и лиофилизираните кореноплоди съдържат най-много аскорбинова киселина.

Ключови думи: моркови; рандеман; каротеноиди; антоциани; аскорбинова киселина; редуциращи захари

Effect of drying methods on the chemical composition of carrots

Desislava Todorova^{1*}, Monika Kabadzhova¹, Nikolay Dimitrov²

¹Institute of Agriculture – Kyustendil, 2500, Agricultural Academy – Sofia, Bulgaria

²Institute of Cryobiology and Food Technologies – Sofia, 1407, Agricultural Academy – Sofia, Bulgaria

*E-mail: desi_todorovaiz@abv.bg

Desislava Todorova ORCID ID: 0000-0002-6731-3330

Citation: Todorova, D., Kabadzhova, M., & Dimitrov, N. (2025). Effect of drying methods on the chemical composition of carrots. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 62(5) 59-65 (Bg).

Abstract: Carrot (*Daucus carota* L.) is one of important root vegetables rich in bioactive compounds such as carotenoids and other functional components having significant health properties. Consumption of carrots and its products is steadily increasing due to its recognition as an important source of natural antioxidants with numerous nutritional and health benefits. The carotenoids, polyphenols and vitamins present in the carrot act as antioxidants, anti-carcinogens and immunostimulators. Research has focused primarily on the chemical composition and flavor profile of fresh carrots. One of the main ways to store carrots is to dry them. The present study was conducted on four methods of drying carrots of seven varieties, and its aim was to reflect the changes of basic chemical parameters during the different drying process. Carotenoids were found to be the most when dried in the sun. Lyophilization as a drying method has the strongest positive influence on the anthocyan content. Sun-dried and lyophilized roots contain the most ascorbic acid.

Keywords: carrots; randemann; carotenoids; anthocyan; ascorbic acid; reducing sugars

ВЪВЕДЕНИЕ

Качеството на зеленчуците е сложен комплекс от параметри, които определят тяхната годност за консумация в прясно състояние, преработка или съхранение за определен период от време, без влошаване на стоковите и потребителските им свойства. Оценката на пресните зеленчукови продукти се извършва както по външен вид и консистенция, така и по хранителна и биологична стойност, обусловена от съдържанието на въглехидрати, витамини, флавоноиди, минерални вещества. Защитното действие на плодовете и зеленчуците се приписва на наличието на биоактивни съединения с ползи за здравето. Тези съединения включват каротеноиди, фитостероли, глюкозинолати и други. Някои каротеноиди като провитамин А, са широко известни и има нарастващ интерес към ролята им на антиоксиданти (Bohm et al., 2002).

Хранителната стойност на кореноплодите от моркови се определя от съдържанието на компоненти на химичния състав като сухо вещество, аскорбинова киселина, каротин и др., а стойността им се определя и от способността да се съхраняват дълго време (Pusik et al., 2021). Неслучайно, морковите първоначално са използвани за медицински цели и постепенно е започнало използването им като храна. Каротеноидите и антоцианините са основните антиоксидантни пигменти, открити в моркова. Широко разпространеният оранжев морков е с високо съдържание на α - и β -каротин и е богат източник на провитамин А, а лилавият морков е богат на антоциани (Yadav, 2020).

Химичният състав на кореноплодите се определя както от биологичните особености на сорта, така и от почвено-климатичните условия и агротехническите мероприятия на отглеждане. Съдържанието и съотношението на различните вещества, състава и свойствата се променят под въздействието на околната среда, както и на всички етапи на органогенезата, т.е. химичният състав на кореноплодите е неустойчив и може да варира в широки

граници (Azam et al., 2013; Verma et al., 2014). Срокът на прибиране и периодът на съхранение на продукцията зависят от региона, производителя и сорта. Ако се вземат мерки за минимизиране на загубите по време на тези етапи, за поддържане на оптимални изисквания за температура и влажност, дългосрочното съхранение на морковите ще бъде успешно. Успешна алтернатива за продължително съхранение на морковите е тяхното сушене.

Захарите са основен източник на енергия във вегетарианските диети, поради което е необходимо проследяване на техните промени в динамика при съхранение и преработка (Rodríguez-Sevilla et al., 1999). Съдържанието на каротини се увеличава по време на растежа. Кореноплодите от големи моркови съдържат $158,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ каротеноиди, докато корените от малки и млади моркови съдържат $94,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Lachmann et al., 2002). Някои витамини са устойчиви на топлина, докато други са термолабилни. Витамин С, известен също като аскорбинова киселина, е водоразтворим витамин, съдържащ се в плодовете и зеленчуците. Той е антиоксидант, който е много важен за човешкото хранене и правилното функциониране на тялото. Витамин С не може да се синтезира в човешкото тяло, затова е основен компонент при диетите (Igwe et al., 2013). През последните години някои изследвания показват промени в съдържанието на витамин С в пресни и сготвени храни. Загубата на витамин С се влияе от редица фактори - разтворимост във вода, излагане на въздух (окисление), излагане на светлина (UV), топлина, киселинни и алкални разтвори, загуби при съхранение и т.н. (Hussain et al., 2014).

През 2023 г. в България са произведени общо 9 707 t моркови от 446 ha реколтирани площи (Byuletin 437). В световен мащаб производството на моркови е далеч по-голямо, като водещи страни са Китай, Узбекистан, САЩ, Турция и др.

Настоящото изследване има за цел да анализира основни параметри на химичния състав на седем сорта моркови при различни методи на сушене и да се установи оптималният

метод, като препоръка, базирайки се на запазване на биологичната им стойност.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в Институт по земеделие – Кюстендил през 2023-2024 г. Морковите са отгледани на висока равна лека с размери 2x1 m при редова сеитба. Грижите през вегетацията включваха редовни поливки, разрохкване на почвата около растенията, мониторинг за болести и неприятели. В опита са засети седем сорта моркови: Atomic Red, Cosmic purple, Purple sun, Rondo, Nantes, Karotela и Mix. Продукцията е прибрана поэтапно, като при всеки сорт са правени биометрични измервания и химични анализи.

Използвани са четири метода на сушене: на слънце (върху мрежи с рамки), на сянка (върху метални мрежести скари), в сушилни (с горещ въздух, с топлинна мощност от 1500 W) и чрез лиофилизация (Nacheva et al., 2012), извършена чрез лиофилизатор „Hochvakuum-TG - 16.50“. Процесът на лиофилизация протича в три фази – замразяване на морковите при температура -25°C , отвеждане на водата при $-25/-35^{\circ}\text{C}$ под дълбок вакуум и доизсушаване, чрез нагриване под дълбок вакуум, при положителни температури от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$.

Първите три метода са приложени в Института по земеделие – Кюстендил, а четвъртият – в Института по криобиология и хранителни технологии – София. При четирите метода на сушене морковите са предварително почиствани от примеси, измивани, измервани и нарязвани с дебелина между 0.5 cm и 0.7 cm. Не е прилагана предварителна обработка преди сушене.

Определен е рандеманът на морковите, който показва съотношение между теглото на свежата и сушената продукция с влажност 10-14%. Изследвани са каротеноидите mg/100 g (спектрофотометрично) при сортовете с оранжево оцветяване – Karotela, Rondo и Nantes, и антоцианите mg/100 g (спектрофотометрично, рН-диференциален метод) при

сорта с виолетово оцветяване – Purple sun. Количествата на каротеноидите и антоцианите са определени в Университета по хранителни технологии – Пловдив, по методика на катедра „Органична химия и неорганична химия“. В допълнение са изследвани аскорбиновата киселина – по реакцията на Тилманс, mg/% и редуциращите захари – по метода на Шоорл (Schoor), mg/10 ml.

При статистическата обработка на данните е определено стандартното отклонение (SD) чрез Standard Deviation Calculator (EclixTech).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Рандеман

Най-нисък среден рандеман е отчетен при лиофилизацията, което най-вероятно се дължи на спецификата ѝ като метод на сушене. Несъществена е разликата между сушенето на сянка и в сушилни. Сушенето на слънце заема междинно положение с 15,1 % рандеман (Табл. 1).

Анализът на данните относно реакцията на всеки сорт към метода на сушене показва, че сушенето на слънце е най-рентабилно при сортове Karotela и Rondo, а на сянка – за Atomic Red и Karotela. Сортовете Cosmic purple, Purple sun и Rondo имат най-голям рандеман при дехидратация в сушилни. Сортовете моркови с виолетово оцветяване на кореноплодите имат най-голям рандеман при лиофилизация.

Съдържание на каротеноиди

Каротеноидите са растителни органични пигменти, които се съдържат в жълто-, червено-, оранжево- и зеленооцветените плодове и зеленчуци. От Таблица 2 е видно, че количеството на пигментите варира в широки граници (от 4,65 до 45,80 mg/100 g). Жълто-червените пигменти имат най-високо съдържание в морковите при сушене на слънце, което се наблюдава и при два от трите изследвани сорта. При сорт Karotela най-малко каротеноиди има в сушените на сянка – 5,95 mg/100

Таблица 1. Рандеман, %**Table 1.** Randeman, %

Сорт / Variety	Вид сушене/ Type of drying			
	На слънце / In sun	На сянка/ in shade	В сушилня/ In a dryer	Лиофилизация/ By lyophilization
Atomic Red	12,3	18,8	13,4	-
Nantes	14,3	14,0	14,0	12,7
Cosmic purple	14,5	15,2	17,1	16,0
Karotela	18,8	16,5	14,4	12,7
Purple sun	15,0	14,5	16,4	15,8
Rondo	16,4	14,5	18,7	13,2
Mix	14,2	14,7	13,7	14,5
Средно	15,07	15,47	15,39	14,15
SD	2,0426	1,676	2,0260	1,508

Таблица 2. Каротеноиди, mg/100 g**Table 2.** Carotenoids, mg/100 g

Вид сушене/ Type of drying	Сорт/ Variety		
	Karotela	Rondo	Nantes
свежи/ fresh	7,73	4,65	6,73
на слънце/ in sun	45,80	30,20	41,65
на сянка/ in shade	5,95	7,52	42,14
в сушилня/ in a dryer	27,15	16,31	25,99
лиофилизация/ by lyophilization	25,51	21,09	25,95

g. При другите два сорта свежите моркови са с по-ниско съдържание на каротеноиди. Сушенето на моркови влияе положително върху съдържанието на органичния пигмент, повишавайки неговото съдържание в зависимост от избрания метод. Лиофилизацията повишава съдържанието на каротеноиди с 230,0% при сорт Karotela, с 307,0% при сорт Nantes и с 353,5% при Rondo, в сравнение със свежата маса.

Съдържание на антоциани

Съдържанието на антоциани е изследвано само при сорт Purple sun, при който в свежата маса е 33,82 mg/100 g и в зависимост от вида на сушене варира от 35,20 до 174,13 mg/100 g.

Най-съществено влияние върху виолетовите пигменти оказва лиофилизацията като метод, където морковите като краен продукт съдържат 174,13 mg/100 g антоциани или над 5 пъти в сравнение със свежата маса. При сушене в сушилня количеството на антоцианите е 112,85 mg/100 g, на слънце - 72,36 mg/100 g, а на сянка 35,20 mg/100 g, като тази разлика, в сравнение със свежата маса е незначителна.

Съдържание на аскорбинова киселина

Установи се, че витамин С значително намалява при сушене, независимо от метода (Фиг. 1). Това потвърждава резултатите, получени от Hussain et al. (2014), според които суровите моркови съдържат 5,8%, а след тер-

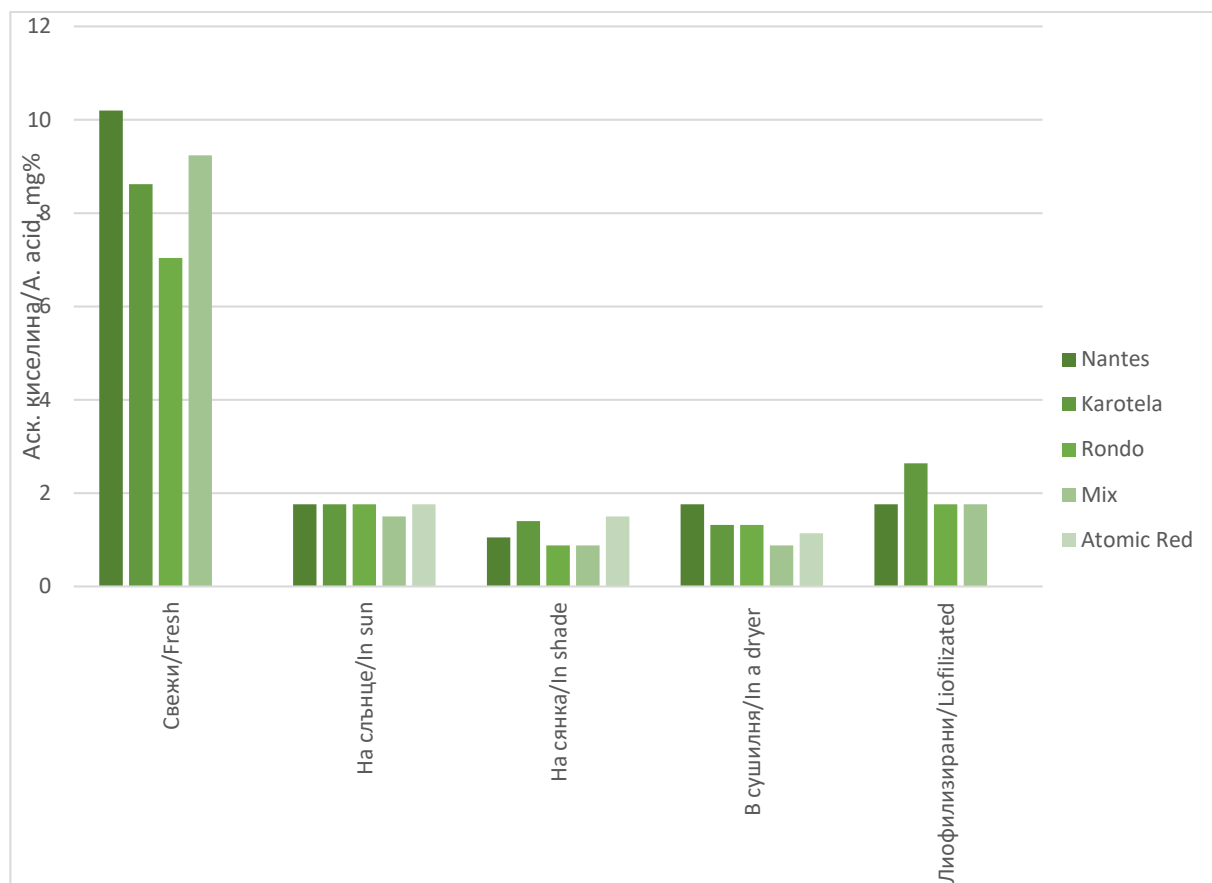
мична обработка съдържанието на витамин С е 2,6%. В настоящото изследване пресните моркови, в зависимост от сорта съдържат от 7,04 до 10,2 mg/% аскорбинова киселина. Тези количества намаляват неколкостранно след сушене, като най-голяма разлика е регистрирана при сушене на сянка. Съдържанието на аскорбинова киселина в сушените на слънце моркови е относително постоянна величина, независимо от сорта. Сушените на слънце и лиофилизираните кореноплоди съдържат най-много витамин С. С най-малки количества на аскорбинова киселина са морковите, сушени на сянка, което предполага, че слънчевата светлина влияе положително върху показателя.

Редуциращи захари

Като компонент със съществено значение за плодовете и зеленчуците, редуцира-

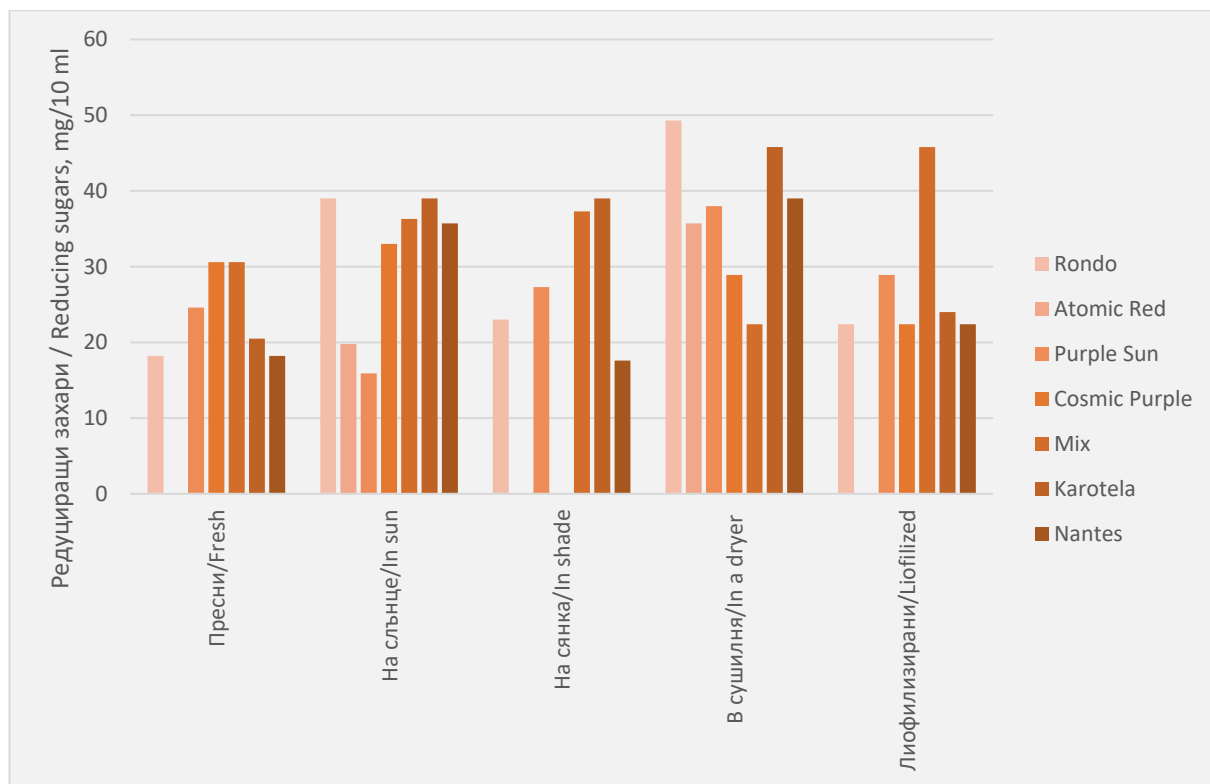
щите захари променят значително количеството при различните методи на сушене, в сравнение със свежия продукт. При пресните моркови най-много редуциращи захари се съдържат в сорт Cosmic Purple и Mix – 30,6 mg/10 ml (Фиг. 2). Сушенето на слънце оказва положително влияние върху захарното съдържание при всички сортове, с изключение на Purple Sun, при който е регистрирано намаление с 35,4 %. Сушените на сянка кореноплоди също съдържат повече редуциращи захари, отколкото пресните, като разликата е най-значителна при сорт Karotela, която е с 90 % повече, в сравнение с пресните моркови. При него стойностите на изследвания показател са еднакви при сушене на слънце и на сянка – 39 mg.

При сорт Rondo най-високо съдържание на редуциращи захари има при сушените чрез дехидратация моркови – 49,3 mg/10 ml. При



Фигура 1. Съдържание на аскорбинова киселина, mg/%

Figure 1. Ascorbic acid content, mg/%



Фигура 2. Редуциращи захари, mg/10 ml

Figure 2. Reducing sugars, mg/10 ml

сортите Purple Sun, Karotela, Atomic Red и Nantes резултатите са аналогични – до 45,8 mg. Само при сорт Mix, където преобладават белите кореноплоди, съдържанието на редуциращите захари е най-ниско – 22,4 mg. Лиофилизацията като метод на сушене повишава количеството на изследваните захари при сортове Rondo, Purple Sun, Karotela, Nantes и Mix и ги понижава при сорт Cosmic Purple – с 32%.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Най-висок рандеман е получен при сушене на слънце на сорт Karotela и при сушене на сянка на сорт Atomic Red – 18,8%. Най-големи са загубите на суровина до получаване на краен продукт при лиофилизация.

Пресните моркови съдържат от 7,06 до 10,2 mg/% аскорбинова киселина, като количе-

ството ѝ се понижава под 2,0 % при всички методи на сушене, с изключение на Karotela, при който съдържанието е 2,64%.

Сушенето като метод, независимо от вида му, повишава съдържанието на антоциани в кореноплодите на сорт Purple sun от два до пет пъти, в сравнение със свежата продукция. Най-много каротеноиди се съдържат в морковите, сушени на слънце при трите изследвани сорта – Karotela, Rondo и Nantes.

Изследваните сортове моркови показват различна реакция спрямо методите на сушене по отношение на редуциращите захари. Съдържанието им е най-голямо при сорт Rondo, сушен в дехидрататор и най-малко – при Mix при същия вид сушене.

Благодарности

Статията е изготвена в рамките на научноизследователския проект „Изследване качествените параметри и икономическата

ефективност на плодове и зеленчуци в зависимост от методите на сушене“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“, съгласно договор КП-06-М66/4 – 15.12.2022г. и е докладвана на юбилейната научна сесия „Устойчиво и конкурентноспособно земеделие в условията на глобални климатични промени“, проведена през 2024 година в Института по царевичата – Кнежа, България.

ЛИТЕРАТУРА

- Azam, A., Khan, I., Mahmood, A., & Hameed, A.** (2013). Yield, chemical composition and nutritional quality responses of carrot, radish and turnip to elevated atmospheric carbon dioxide. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (13), 3237–3244. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6165>.
- Bohm, V., Putpitassari-Nienaber, N. L., Ferruzzi, M. G., & Schwartz, S. J.** (2002). Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of α -carotene, β -carotene, lycopene and zeaxanthin. *J. Agric. Food Chem.* 50, pp. 221-226.
- Byuletin 437 - Vegetable production in Bulgaria - harvest 2023**, MAF, otдел „Agrostatistika“, May 2024 (Bg).
- Hussain, M. I., Hamza, A., & Rashid, M. A.** (2014). Estimation of vitamin C in carrot before cooking and after cooking. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 4(4), 108-112.
- Igwemmar, N. C., Kolawole, S. A., & Imran, I. A.** (2013). Effect of heating on vitamin C content of some selected vegetables. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 2(11), 209-212.
- Lachmann, J., Orsák, M., & Pivec, V.** (2002). Content and composition of antioxidants of selected vegetables and their role in human nutrition. *Záhradnictví-Hort. Sci.* 121: 65-68. (Cz).
- Nacheva, I., Miteva, D., Todorov, Y., Loginovska, K., & Tsverkov, Tsv.** (2012). Modern high technology solutions for quality and long-term vegetable preservation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(2), 161–165.
- Pusik, L., Pusik, V., Bondarenko, V., Gaevaya, L., Kyruchina, N., Slobodyanyk, H., ... & Kononenko, L.** (2021). Investigation of carrot food value depending on sort peculiarities and its change at storage. *EU-REKA: Life Sciences*, (1), 17-24.
- Rodríguez-Sevilla, M. D., Villanueva-Suárez, M. J., & Redondo-Cuenca, A.** (1999). Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. *Food Chemistry*, 66(1), 81-85.
- Verma, R. S., Padalia, R. C., Chauhan, A.** (2014). Chemical composition variability of essential oil during ontogenesis of *Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoff m.) Arcang. *Industrial Crops and Products*, 52, 809–814. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.012>
- Yadav, P.** (2020). A Review on different types of carrot and its chemical compositions. *IOSR Journal Of Pharmacy*, Volume 10, Issue 5, Series. I (May 2020), 32-39.

Received: August, 11, 2025; Approved: September, 21, 2025; Published: October, 2025