

ВЛИЯНИЕ СВЧ-ВАКУУМНОЙ СУШКИ НА СВОЙСТВА ЛИСТЬЕВ КОРИАНДРА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

© 2022. Виктор Иванович Пахомов¹, Сергей Валерьевич Брагинец²,

Олег Николаевич Бахчевников³✉

^{1,2,3}Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия,

³oleg-b@list.ru

Аннотация. Зеленые листья кориандра (*Coriandrum sativum* L.) являются источником питательных веществ. Их новым применением является использование в качестве добавки с антиоксидантными свойствами в кормах для аквакультуры. β -каротин является основным антиоксидантным компонентом листьев, поэтому важно изучить его сохранность при сушке. Перспективным методом обезвоживания листьев является СВЧ-вакуумная сушка. Цель исследования – изучить кинетику процесса СВЧ-вакуумной сушки листьев кориандра и выявить закономерности изменения содержащегося в них β -каротина в процессе сушки и при последующем хранении. Исследования выполнены на опытной установке для СВЧ-вакуумной сушки мощностью 800 Вт при максимальной температуре нагрева 55°C, при давлении воздуха 60 кПа. При сушке влажность листьев за 10 мин снизилась с 74,8 до 10,2 %. Высокая скорость сушки от 28,5 до 30,8 %/мин наблюдалась при влажности листьев до 23 %, после достижения которой резко снижалась. Лучшее сохранение β -каротина в листьях кориандра наблюдалась при СВЧ-вакуумной сушке, после которой его содержание составило 55,1 % от исходного, в то время как после СВЧ-сушки – 53,4 %, а после конвективной – 33,4 %. Листья кориандра, высушенные СВЧ-вакуумной сушкой, имеют лучшую сохранность β -каротина при хранении в течение 6 месяцев по сравнению с листьями, высушенными конвективной сушкой.

Ключевые слова: кориандр, листья, сушка, СВЧ-сушка, вакуум, удаление влаги, β -каротин.

Введение. Кориандр (*Coriandrum sativum* L.) – это ценная культура, обладающая скороспелостью и значительным содержанием ценных питательных веществ. В качестве пищевого продукта используют его зеленые листья [1]. Листья кориандра имеют очень высокое содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) и каротиноидов (предшественники витамина А) [2]. Среднее значение содержания каротиноидов составляет 62 мг/100 г, в том числе β -каротина – 6 мг/100 г [3]. Исследования листьев кориандра выявили их высокую антиоксидантную активность [3, 4]. Было

установлено, что высокая антиоксидантная активность обусловлена значительным содержанием каротиноидов, причем, β -каротин был идентифицирован как основной антиоксидантный компонент [4, 5].

Новым применением листьев кориандра является их использование в качестве кормовой добавки [2, 4, 6, 7], в том числе в кормах для аквакультуры.

Листья кориандра имеют высокую влажность – 84-88 % [2, 3], поэтому их сушат до достижения влажности 10-12 % различными способами [8, 9, 10]: с использова-

нием солнечной [9, 11], конвективной сушки [12, 13]. Недостатком первого способа является низкая производительность, а второго - разрушение в процессе сушки значительной части содержащегося в растениях β -каротина в результате действия повышенной температуры [14]. Для устранения этих недостатков предложен способ СВЧ-сушки зеленых растений, позволяющий снизить температуру и продолжительность обработки [14, 15, 16]. Однако, СВЧ-сушка обеспечивает эффективное обезвоживание сырья только при условии своевременного удаления водяного пара. При этом естественная вентиляция не может в полной мере обеспечить выполнение этого условия [17, 18]. Поэтому рационально совмещать СВЧ-сушку зеленых листьев с действием вакуума [17], что позволит эффективно отводить водяной пар и осуществлять ее при более низкой температуре, что предположительно позволит увеличить сохранность β -каротина.

Цель исследования – изучить кинетику процесса СВЧ-вакуумной сушки листьев кориандра и выявить закономерности изменения содержащегося в них β -каротина в процессе сушки и при последующем хранении.

Методика. Кориандр был выращен в Ростовской области России в 2021 г. Свежие листья влажностью 80-83 % были собраны в июне 2021 г. Перед сушкой их влажность составляла 74,8 %. Содержание β -каротина в зеленых листьях до начала сушки составляло 6,62 мг/100 г. Непосредственно перед сушкой листья кориандра измельчали до размера частиц 7-10 мм. Более крупный, чем обычно, размер частиц листьев после измельчения обоснован их использованием в качестве кормовой добавки.

Эксперименты проведены на опытной установке для СВЧ-вакуумной сушки. Сушку выполняли при неизменной потребляемой мощности СВЧ-генератора 800 Вт, стандартной частоте излучения 950 МГц и максималь-

ной температуре нагрева 55°C. В сушильной камере опытной установки создали и поддерживали пониженное атмосферное давление, равное 60 кПа. Масса порции листьев, высушиваемых в опытной установке в ходе одного опыта, составляла 100 г.

Влажность листьев определяли стандартным методом полного высушивания. Для этого образцы измельченных листьев кориандра массой 10 г выдерживали в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 24 ч до стабилизации массы [19, 20]. Массу образцов определяли с точностью до 0,01 г.

Скорость сушки определяли как изменение влажности сырья за определенный промежуток времени. Удельную энергоемкость сушки определяли как расход энергии на испарение 1 кг влаги.

В процессе сушки температуру нагрева частиц листьев определяли оптическим пирометром [21]. Содержание β -каротина определяли, используя метод HPLC (хроматографии в тонком слое сорбента) [22, 23] и выражали как отношение его массы к 100 г сухого вещества листьев. Высушенные измельченные листья кориандра хранили в закрытом отапливаемом помещении в непрозрачных пластиковых пакетах при температуре 18-20°C в продолжении 6 месяцев (180 дней) – с июня по декабрь 2021 г. Через каждые 30 дней из них брали пробы и определяли содержание β -каротина. Для сравнения определяли содержание β -каротина в измельченных листьях кориандра, хранившихся в тех же условиях, но высушенных СВЧ-сушкой при температуре 55°C и конвективной сушкой при температуре 70°C [24, 25].

Результаты. В процессе СВЧ-вакуумной сушки влажность листьев кориандра за 10 мин снизилась с 74,8 до 10,2 % (рис. 1).

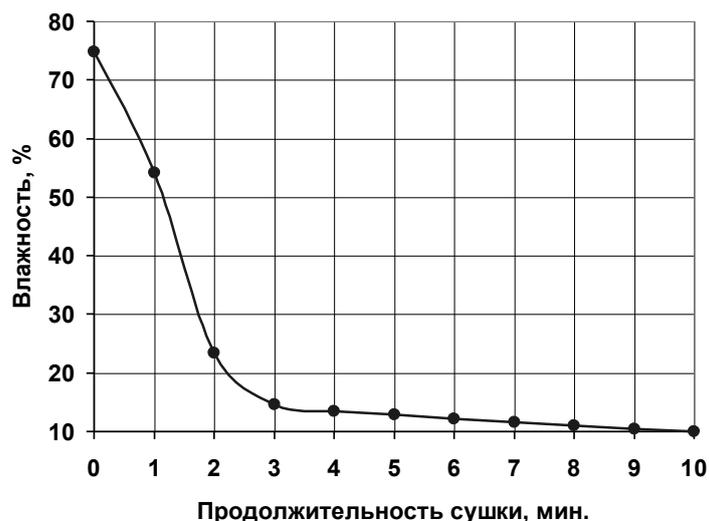


Рис. 1. Изменение влажности листьев кориандра в процессе СВЧ-вакуумной сушки
 Fig. 1. Change of moisture content in coriander leaves in the process of microwave-vacuum drying

СВЧ-вакуумная сушка требует значительно меньше времени, чем конвективная. В отличие от конвективной сушки при СВЧ-вакуумной сушке процесс обезвоживания происходит неравномерно. Установлено, что большая часть содержащейся в листьях влаги была

удалена в первые 4 мин процесса сушки, после чего влажность снижалась менее интенсивно.

На рис. 2 показана кривая изменения скорости обезвоживания в ходе СВЧ-вакуумной сушки.

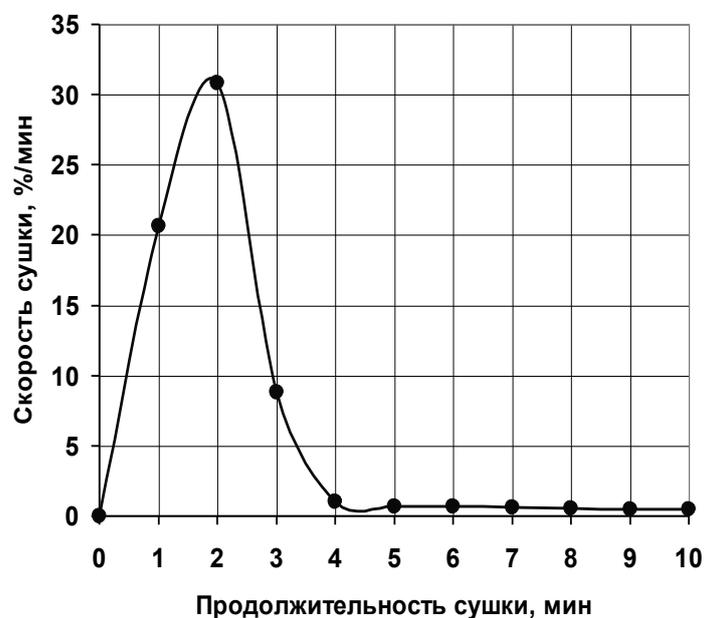


Рис. 2. Изменение скорости обезвоживания листьев кориандра в процессе СВЧ-вакуумной сушки
 Fig. 2. Change in drying rate of coriander leaves during microwave-vacuum drying

Скорость сушки быстро увеличивалась в начале процесса, через 2 мин после начала достигла максимума, затем в течение 2 мин быстро снизилась до 1,05 %/мин. В заключи-

тельный период сушки (4-10 мин) скорость обезвоживания медленно снижалась.

Влияние влажности листьев кориандра на скорость сушки показано на рис. 3.

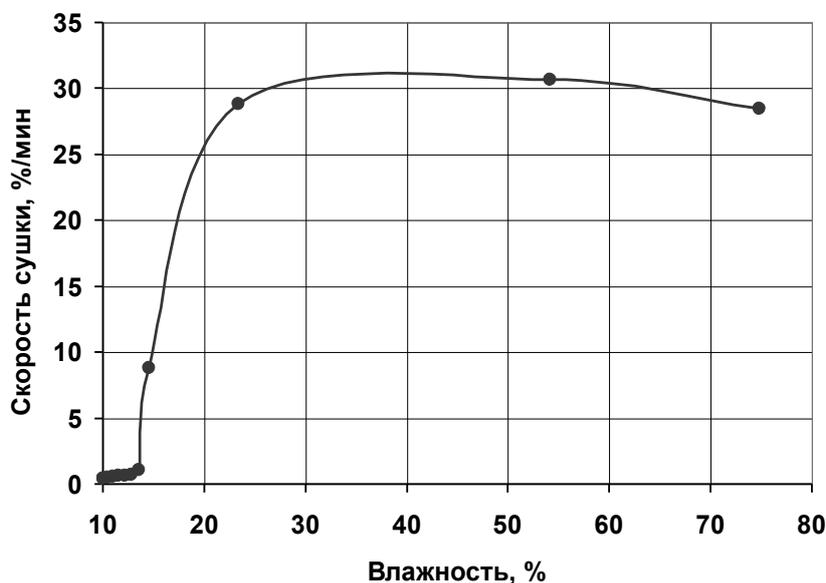


Рис. 3. Зависимость скорости СВЧ-вакуумной сушки листьев кориандра от их влажности
Fig. 3. Dependence of drying rate of coriander leaves in microwave-vacuum drying process on their moisture content

Высокая скорость сушки от 28,5 до 30,8 %/мин наблюдалась при высокой влажности листьев от 74,8 до 23,36 %. После достижения значения влажности 23,36 % скорость обезвоживания резко снижалась до достижения значения влажности 12,82 %. При дальнейшем снижении влажности скорость сушки остается почти постоянной. В проведенных

опытах расчетная удельная энергоемкость СВЧ-вакуумной сушки составила 3,91 кВт·ч/кг испаренной влаги.

Проведены экспериментальные исследования сохранности β-каротина в листьях кориандра непосредственно после сушки различными способами (табл. 1, рис. 4).

Таблица 1

Сохранность β-каротина в листьях кориандра после сушки различными способами

Способ сушки	Исходное содержание β-каротина, мг/100 г	Содержание β-каротина после сушки, мг/100 г	Содержание β-каротина после сушки по сравнению с исходным, %
Конвективная сушка при температуре 70°C	6,62	2,21	33,4
СВЧ сушка при температуре 55°C	6,62	3,54	53,4
СВЧ-вакуумная сушка при температуре 55°C	6,62	3,65	55,1



Рис. 4. Сохранность β -каротина в листьях кориандра после сушки различными способами
 Fig. 4. Preservation of β -carotene in coriander leaves after drying by different methods

Установлено, что в результате воздействия высокой температуры в процессе сушки содержание β -каротина в листьях кориандра значительно снижается по сравнению с исходным. Но влияние разных способов сушки на содержание β -каротина неодинаково. Лучшая сохранность β -каротина в листьях кориандра наблюдалась в результате СВЧ-вакуумной сушки, после которой его содержание составило 55,1 % от исходного, в то время как после СВЧ-сушки – 53,4 %, а после конвективной – 33,4 %.

Таким образом, способ СВЧ-вакуумной сушки обеспечивает значительно лучшую сохранность каротина, чем конвективная сушка. Существенные различия в сохранности β -каротина в листьях после СВЧ-вакуумной и СВЧ-сушки отсутствуют.

Результаты экспериментальных исследований по оценке влияния способа сушки на сохранность β -каротина в листьях кориандра при их длительном хранении приведены в табл. 2 и рис. 5.

Таблица 2

Результаты экспериментальных исследований сохранности β -каротина после сушки и при последующем хранении высушенных листьев кориандра

Способ сушки	Содержание β -каротина, %						
	Продолжительность хранения после сушки, мес.						
	0	1	2	3	4	5	6
Конвективная сушка при температуре 70°C	100	84.62	73.76	61.99	48.87	38.91	28.96
СВЧ-вакуумная сушка при температуре 55°C	100	85.21	77.26	66.58	61.64	57.26	54.25

Установлено, что существенных различий в сохранности β -каротина во время хранения в листьях, высушенных СВЧ-сушкой, по

сравнению с СВЧ-вакуумной сушкой – нет, поэтому на рисунке 5 экспериментальные данные по этому способу не показаны.

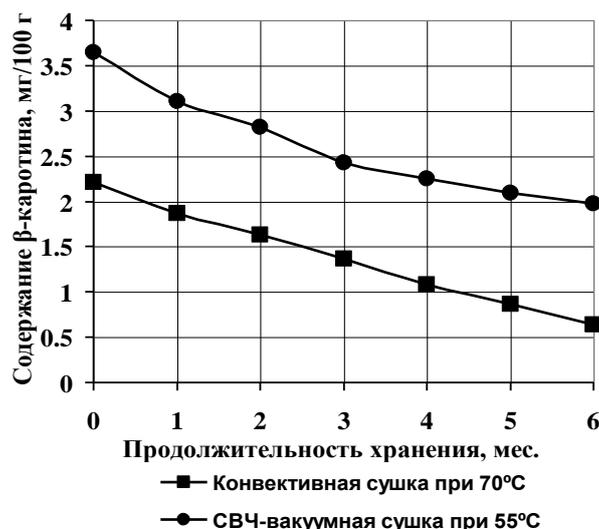


Рис. 5. Зависимость содержания β -каротина в листьях кориандра после сушки различными способами от продолжительности хранения

Fig. 5. Dependence of β -carotene content in coriander leaves after drying by different drying methods and duration of storage

Листья кориандра, высушенные СВЧ-вакуумной сушкой, имеют лучшую сохранность β -каротина в течение 6 месяцев после сушки по сравнению с листьями, высушенными конвективной сушкой. По прошествии 6 месяцев содержание β -каротина в высушенных этим способом листьях снизилось на 45,8 % по сравнению с исходным, в то время как содержание β -каротина в листьях, высушенных конвективной сушкой, уменьшилось на 71,04 %.

Снижение содержания β -каротина в высушенных конвективной сушкой листьях в процессе хранения происходит в среднем более интенсивно, чем в высушенных СВЧ-вакуумной сушкой.

Выводы. 1. В процессе СВЧ-вакуумной сушки листьев кориандра их влажность снижа-

лась с 74,8 до 10,2 % в течение 10 мин. Высокая скорость сушки от 28,5 до 30,8 %/мин наблюдалась при высокой влажности листьев до 23 %, после достижения которой резко снижалась.

2. Применение СВЧ-вакуумной сушки обеспечивает хорошую сохранность β -каротина в листьях кориандра, его содержание составило 55,1 % от исходного, в то время как после конвективной сушки – 33,4 %. Листья кориандра, высушенные СВЧ-вакуумной сушкой, имеют лучшую сохранность β -каротина при хранении в течение 6 месяцев по сравнению с листьями, высушенными конвективной сушкой.

Список источников

1. Bhat S., Kaushal P., Kaur M., Sharma H. K. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. African Journal of Plant Science. 2014. Vol. 8. No. 1. pp. 25-33.
2. Nadeem M., Anjum F. M., Khan M. I., Tehseen S., El-Ghorab A., Sultan J. I. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L.): A review. British Food Journal. 2013. Vol. 115. No. 5. pp. 743-755.
3. Хмелинская Т.В., Смоленская А.Е., Соловьева А.Е. Комплексная биохимическая характеристика кориандра (*Coriandrum sativum* L.). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182. № 1. С. 80-90.
4. De Almeida Melo E., Mancini Filho J., Guerra N.B. Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract (*Coriandrum sativum* L.). LWT-Food Science and Technology. 2005. Vol. 38. No. 1. pp. 15-19.
5. Divya P., Puthusseri B., Neelwarne B. Carotenoid content, its stability during drying and the antioxidant activity of

- commercial coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties. Food Research International. 2012. Vol. 45. No. 1. pp. 342-350.
6. Kassahun B.M. Unleashing the Exploitation of Coriander (*Coriander sativum* L.) for Biological, Industrial and Pharmaceutical Applications. Academic Research Journal of Agricultural Science and Research. 2020. Vol. 8. No. 6. pp. 552-564.
 7. Остапчук П.С., Зубоченко Д.В., Куевда Т.А. Роль антиоксидантов и использование их в животноводстве и птицеводстве (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 2. С. 103-117.
 8. Babu A.K., Kumaresan G., Aroul V.A., Velraj R. Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. Vol. 90. pp. 536-556.
 9. Łyczko J., Masztalerz K., Lipan L., Iwiński H., Lech K., Carbonell-Barrachina Á.A., Szumny A. *Coriandrum sativum* L. – Effect of Multiple Drying Techniques on Volatile and Sensory Profile. Foods. 2021. Vol. 10. No. 2. pp. 403.
 10. Venkanna A., Champawat P.S., Jain S.K. Study on drying kinetics of coriander leaves using different drying techniques. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019. Vol. 8. No. 3. pp. 3887-3895.
 11. Singh S.K., Singh B.R., Sengar R.S., Kumar P. Development and effectiveness of greenhouse type solar dryer for coriander leaves. Journal of Environmental Biology. 2022. Vol. 43. No. 1. pp. 85-96.
 12. Olabinjo O.O., Asamu A.I., Filani I. O. Mathematical modelling of drying kinetics of coriander leaves (*Coriandrum sativum* L.) using a convective dryer. Annals Food Science and Technology. 2020. Vol. 21. No. 1. pp. 31-39.
 13. Mouhoubi K., Boulekbache-Makhlouf L., Mehaba W., Himed-Idir H., Madani K. Convective and microwave drying of coriander leaves: Kinetics characteristics and modeling, phenolic contents, antioxidant activity, and principal component analysis. Journal of Food Process Engineering. 2021. pp. e13932.
 14. Yilmaz A., Alibas I. Determination of microwave and convective drying characteristics of coriander leaves. Journal of Biological & Environmental Sciences. 2017. Vol. 11. No. 32. pp. 75-85.
 15. Khodifad B.C., Dhamsaniya N.K., Rathod P.J. Effect of microwave drying on sensory attribute of coriander leaves. International Journal of Chemical Studies. 2020. Vol. 8. No. 5. pp. 1618-1623.
 16. Sarimeseli A. Microwave drying characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves. Energy Conversion and Management. 2011. Vol. 52. No. 2. pp. 1449-1453.
 17. Zhang M., Tang J.M., Mujumdar A.S., Wang S. Trends in microwave related drying of fruits and vegetables. Trends in Food Science & Technology. 2006. Vol. 17. No. 10. P. 524–534.
 18. Hihat S., Remini H., Madani K. Effect of oven and microwave drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of coriander leaves. International Food Research Journal. 2017. Vol. 24. No. 2. pp. 503-509.
 19. Shaw M., Meda V., Tabil Jr. L., Opoku Jr. A. Drying and color characteristics of coriander foliage using convective thin-layer and microwave drying. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy. 2006. Vol. 41. No. 2. pp. 56-65.
 20. Singh S.K., Singh B.R., Sengar R.S., Kumar P., Patil A.K. Drying characteristics and prediction of best fitted drying model for coriander leaves. Environment Conservation Journal. 2021. Vol. 22. No. 3. pp. 243-251.
 21. Shafi F., Jan N., Qadri T., Naseer B., Beigh M., Zargar I., Bhat T. Effect of drying methods on chemical constituents and flour of coriander (*Corianderum sativum*) leaves. International Journal of Chemical Studies. 2020. Vol. 7. No. 6. pp. 1790-1796.
 22. Barba A.O., Hurtado M.C., Mata M.S., Ruiz V.F., De Tejada M.L.S. Application of a UV–vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. Food Chemistry. 2006. Vol. 95. No. 2. pp. 328-336.
 23. Chen D., Wu M., Xie S., Li X., Tao Y., Wang X., Yuan Z. Determination of tartrazine, lutein, capsanthin, canthaxanthin and β -carotene in animal-derived foods and feeds by HPLC method. Journal of Chromatographic Science. 2019. Vol. 57. No. 5. pp. 462-468.
 24. Staniszewska I., Dzadz L., Nowak K.W., Zielinska M. Evaluation of storage stability of dried powdered coriander, parsley and celery leaves based on the moisture sorption isotherms and glass transition temperature. LWT. 2021. Vol. 146. pp. 111440.
 25. Пестова Л.П., Винеvский Е.И., Чернов А.В. Обоснование процессов послеуборочной обработки урожая листовой массы сельскохозяйственных культур с использованием СВЧ-излучения // Новые технологии. 2021. Т.17. № 3. С. 24-31.

EFFECT OF MICROWAVE-VACUUM DRYING ON THE PROPERTIES OF CORIANDER LEAVES USED AS AN AQUACULTURE FEED ADDITIVE

© 2022. Viktor I. Pakhomov¹, Sergey V. Braginetz¹, Oleg N. Bakhchevnikov^{1✉},

^{1,2,3}Agricultural Research Centre Donskoy, Zernograd, Russia,

³oleg-b@list.ru

Abstract. The green coriander leaves (*Coriandrum sativum* L.) are a source of valuable nutrients. Their use as a feed additive with antioxidant properties in aquaculture feed is a new application. β -carotene is the main antioxidant component of leaves, so it is important to study its preservation dur-

ing drying. Microwave-vacuum drying is a promising new method for foliage dehydration. The aim of the study was to investigate the dynamics of dehydration during microwave-vacuum drying of coriander leaves, and to determine the stability of β -carotene in them during drying and subsequent storage. Experiments were carried out on a microwave-vacuum drying pilot apparatus at a power of 800 W and a maximum heating temperature of 55 °C at a reduced atmospheric pressure of 60 kPa. The moisture content of the leaves decreased during the drying process from 74.8 to 10.2 % in 10 min. Microwave-vacuum drying requires considerably less time than convection drying. The drying rate of the leaves increased rapidly at the beginning of the process, peaked at 30.8 % $(db)\cdot\text{min}^{-1}$ and then decreased rapidly. A high drying rate of 28.5 to 30.8 % $(db)\cdot\text{min}^{-1}$ was observed at high leaves moisture content up to 23 %, after which it decreased sharply. Most of the moisture content was removed from the leaves in the first 3 min of drying. It was found that the best stability of β -carotene was observed in coriander leaves as a result of microwave-vacuum drying, after which its content was 55.1 % of the original content, while after microwave drying it was 53.4 % and after convective drying it was 33.4 %. Coriander leaves dried by microwave-vacuum drying had better β -carotene stability during storage for 6 months after drying compared to convection dried leaves. The β -carotene content in the dried by this method leaves decreased by 45.8 % after 6 months.

Key words: coriander, leaves, drying, microwave drying, vacuum, moisture removal, β -carotene.

References

1. Bhat S., Kaushal P., Kaur M., Sharma H. K. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. African Journal of Plant Science, 2014, Vol. 8, No. 1, pp. 25-33.
2. Nadeem M., Anjum F. M., Khan M. I., Tehseen S., El-Ghorab A., Sultan J. I. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L.): A review. British Food Journal, 2013, Vol. 115, No. 5. pp. 743-755.
3. Hmelinskaja T.V., Smolenskaja A.E., Solov'eva A.E. Kompleksnaja biokhimičeskaja harakteristika koriandra (*Coriandrum sativum* L.) (Complex biochemical characteristics of *Coriandrum sativum* L.), Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 2021, Vol. 182, No. 1, pp. 80-90.
4. De Almeida Melo E., Mancini Filho J., Guerra N.B. Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract (*Coriandrum sativum* L.). LWT-Food Science and Technology, 2005, Vol. 38, No. 1, pp. 15-19.
5. Divya P., Puthusseri B., Neelwarne B. Carotenoid content, its stability during drying and the antioxidant activity of commercial coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties, Food Research International, 2012, Vol. 45, No. 1, pp. 342-350.
6. Kassahun B.M. Unleashing the Exploitation of Coriander (*Coriander sativum* L.) for Biological, Industrial and Pharmaceutical Applications. Academic Research Journal of Agricultural Science and Research, 2020, Vol. 8, No. 6, pp. 552-564.
7. Ostapchuk P.S., Zubochenko D.V., Kuevda T.A. Rol' antioksidantov i ispol'zovanie ih v zhivotnovodstve i ptičevodstve (obzor) (The role of antioxidants and their use in animal breeding and poultry farming (review), Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka, 2019, Vol. 20, No. 2, pp. 103-117.
8. Babu A.K., Kumaresan G., Aroul V.A., Velraj R. Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, Vol. 90, pp. 536-556.
9. Łyczko J., Masztalerz K., Lipan L., Iwiński H., Lech K., Carbonell-Barrachina Á.A., Szumny A. *Coriandrum sativum* L. – Effect of Multiple Drying Techniques on Volatile and Sensory Profile. Foods, 2021, Vol. 10, No. 2. pp. 403.
10. Venkanna A., Champawat P.S., Jain S.K. Study on drying kinetics of coriander leaves using different drying techniques. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019, Vol. 8, No. 3, pp. 3887-3895.
11. Singh S.K., Singh B.R., Sengar R.S., Kumar P. Development and effectiveness of greenhouse type solar dryer for coriander leaves. Journal of Environmental Biology, 2022, Vol. 43. No. 1, pp. 85-96.
12. Olabinjo O.O., Asamu A.I., Filani I. O. Mathematical modelling of drying kinetics of coriander leaves (*Coriandrum sativum* L.) using a convective dryer. Annals Food Science and Technology, 2020, Vol. 21, No. 1, pp. 31-39.
13. Mouhoubi K., Boulekbache-Makhlouf L., Mehaba W., Himed-Idir H., Madani K. Convective and microwave drying of coriander leaves: Kinetics characteristics and modeling, phenolic contents, antioxidant activity, and principal component analysis. Journal of Food Process Engineering, 2021, pp. e13932.
14. Yilmaz A., Alibas I. Determination of microwave and convective drying characteristics of coriander leaves. Journal of Biological & Environmental Sciences, 2017, Vol. 11, No. 32, pp. 75-85.
15. Khodifad B.C., Dhamsaniya N.K., Rathod P.J. Effect of microwave drying on sensory attribute of coriander leaves. International Journal of Chemical Studies, 2020, Vol. 8, No. 5, pp. 1618-1623.
16. Sarimeseli A. Microwave drying characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves. Energy Conversion and Management, 2011, Vol. 52, No. 2, pp. 1449-1453.

17. Zhang M., Tang J.M., Mujumdar A.S., Wang S. Trends in microwave related drying of fruits and vegetables. Trends in Food Science & Technology, 2006, Vol. 17, No. 10, P. 524–534.
18. Hihat S., Remini H., Madani K. Effect of oven and microwave drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of coriander leaves. International Food Research Journal, 2017, Vol. 24, No. 2, pp. 503-509.
19. Shaw M., Meda V., Tabil Jr. L., Opoku Jr. A. Drying and color characteristics of coriander foliage using convective thin-layer and microwave drying. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 2006, Vol. 41, No. 2, pp. 56-65.
20. Singh S.K., Singh B.R., Senger R.S., Kumar P., Patil A.K. Drying characteristics and prediction of best fitted drying model for coriander leaves. Environment Conservation Journal, 2021, Vol. 22, No. 3, pp. 243-251.
21. Shafi F., Jan N., Qadri T., Naseer B., Beigh M., Zargar I., Bhat T. Effect of drying methods on chemical constituents and flour of coriander (*Corianderum sativum*) leaves. International Journal of Chemical Studies, 2020, Vol. 7, No. 6, pp. 1790-1796.
22. Barba A.O., Hurtado M.C., Mata M.S., Ruiz V.F., De Tejada M.L.S. Application of a UV–vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. Food Chemistry, 2006, Vol. 95, No. 2, pp. 328-336.
23. Chen D., Wu M., Xie S., Li X., Tao Y., Wang X., Yuan Z. Determination of tartrazine, lutein, capsanthin, canthaxanthin and β -carotene in animal-derived foods and feeds by HPLC method. Journal of Chromatographic Science, 2019, Vol. 57, No. 5, pp. 462-468.
24. Staniszewska I., Dzadz L., Nowak K.W., Zielinska M. Evaluation of storage stability of dried powdered coriander, parsley and celery leaves based on the moisture sorption isotherms and glass transition temperature. LWT, 2021, Vol. 146, pp. 111440.
25. Pestova L.P., Vinevskij E.I., Chernov A.V. Obosnovanie processov posleuborochnoj obrabotki urozhaja listovoj massy sel'skohozjajstvennyh kul'tur s ispol'zovaniem SVCh-izlucheniya (Justification of the processes of post-harvest processing of the leaf mass of agricultural crops using microwave radiation), Novye tehnologii. 2021, T.17, No. 3, pp. 24-31.

Сведения об авторах

В.И. Пахомов¹ – д-р техн. наук;

С.В. Брагинец² – канд. техн. наук;

О.Н. Бахчевников^{3✉} – канд. техн. наук;

^{1,2,3}Аграрный научный центр «Донской», ул. Ленина 14, г. Зерноград, Ростовская область, Россия, 347740

³oleg-b@list.ru

Information about the authors

V.I. Pakhomov¹ – Dr. Tech. Sci.;

S.V. Braginets² – Cand. Tech. Sci.;

O.N. Bakhchevnikov^{3✉} – Cand. Tech. Sci.;

^{1,2,3} Agrarian scientific center «Donskoy», 14, Lenina St., Zernograd, Rostov region, Russia, 347740

³oleg-b@list.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 12.04.2022; одобрена после рецензирования 31.05.2022; принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 12.04.2022; approved after reviewing 31.05.2022; accepted for publication 09.06.2022