

УДК 634.745:664.854

СОХРАННОСТЬ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ПЛОДОВ КАЛИНЫ

Владимир Александрович Кольцов

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

kolcov.mich@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: Плоды калины обыкновенной характеризуются высокой концентрацией фенольных соединений, которые в основном представлены гидроксикоричными кислотами (хлорогеновой кислотой). Конвективная сушка является самым распространенным и доступным способом сушки растительного материала. Целью данной работы является изучение сохранности фенольных кислот в процессе конвективной сушки плодов калины обыкновенной. Содержание хлорогеновой кислоты в плодах калины варьирует в пределах 60-180 мг/100г: в плодах калины сорта Союзга (180 мг/100 г), Искушение (160 мг/100 г), Вигоровская (120 мг/100 г), Красный коралл (135 мг/100 г), Зарница (60 мг/100 г) и Таежные рубины (90 мг/100 г). Установлено, что наибольшим содержанием хлорогеновой кислоты характеризуется плоды калины высушенные с помощью инфракрасной сушильных камер и туннельной сушилки при температуре теплоносителя 55°C.

Ключевые слова: плоды, калина обыкновенная, хлорогеновая кислота, конвективная сушка, инфракрасная сушка.

Калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) относится к семейству растений Caprifoliaceae и является ценным лекарственным и пищевым растением. Основной вид *V. opulus* распространен в естественных местообитаниях в Западной и Центральной Европе, Азии, на Кавказе и в Малой Азии. Быстрорастущий листопадный кустарник высотой до 4–5 м [3]. Плоды калины обыкновенной характеризуются высокой концентрацией фенольных соединений, которые в основном представлены гидроксикоричными кислотами (хлорогеновой кислотой). Плоды, фруктовые соки, цветы, листья, ветви и экстракты ветвей *V. opulus* известны антиоксидантными свойствами и используются в традиционной и народной медицине для лечения широкого спектра заболеваний, включая кровотечение, болезни сердца, высокое кровяное давление, кашель и простуду, невроты и диабет [1]. В основном используются плоды калины для производства винных напитков, мармелада, джемов, морсов и других продуктов переработки, в меньшей степени применяются для потребления в свежем виде [5].

Производство сушеных плодов и ягод является важным путем удовлетворения растущих потребностей пищевой промышленности и населения в этих продуктах, содержащих в концентрированном виде наиболее питательные и биологически активные вещества [4,7,8]. Сушка растительного материала представляет собой операцию по удалению воды из продукта и снижению его водной активности. Основные преимущества сушки являются подавление роста микроорганизмов и реакций порчи за счет снижения водной активности, а также снижение затрат на транспортировку и хранение из-за уменьшения веса и объема продукта. Конвективная сушка -это процесс удаления воды с воздухом посредством одновременного переноса тепла и массы. Необходимое тепло передается растительному продукту потоком горячего воздуха. Энергия передается на поверхность продукта посредством конвекции, а затем передается внутрь продукта посредством диффузии или конвекции в зависимости от структуры продукта. Этот тепловой поток вызывает повышение температуры продукта и испарение воды [2,6,9].

Целью данной работы является изучение сохранности фенольных кислот в процессе конвективной сушки плодов калины обыкновенной.

В качестве объектов исследований использовали плоды калины сортов Вигоровская, Зарница, Искушение, Красный коралл, Союзга, Таежные рубины. Определение гидроксикоричных кислот проводили согласно методики обращеннофазной ВЭЖХ, предложенную Escarpa A., González M. C. как достаточно репрезентативную и селективную для широкого спектра полифенольных соединений в учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания с использованием научного оборудования ЦКП Мичуринского ГАУ «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения».

Качество конечного продукта во время сушки зависит от температуры, продолжительности процесса, контакта с воздухом и агрессивными поверхностями. В целях установления оптимальной температуры сушки плодов калины были исследованы следующие способы: инфракрасная сушка при температуре теплоносителя 40⁰С и 55⁰С; конфекционная сушка туннельного типа при температуре теплоносителя 55⁰С и 75⁰С; конфекционная сушка конвейерного типа при температуре теплоносителя 85⁰С.

В результате изучения плодов калины методом ВЭЖХ нами установлено, что основной гидроксикоричной кислотой в плодах калины является хлорогеновая кислота, которая составляет 96 % от общего содержания. На основе полученных данных установлено, что структурный состав гидроксикоричных кислот характерен для всех изучаемых сортов. Установлено, что содержание хлорогеновой кислоты варьирует в пределах 60-180 мг/100г, что дает возможность отнести плоды калины к растениям содержащий высокий уровень данного вещества. Высоким уровнем накопления хлорогеновой кислоты характеризуются плоды сортов Союзга (180 мг/100 г) и Искушение (160 мг/100 г). Средним уровнем накопления хлорогеновой кислоты отличаются сорта Вигоровская (120 мг/100 г) и Красный коралл (135 мг/100 г).

У сортов Зарница (60 мг/100 г) и Таежные рубины (90 мг/100 г) уровень содержания хлорогеновой кислоты наблюдался на низком уровне.

На рисунке 1 представлены кривые сушки плодов калины различными способами, построенные по уровню удаления влаги в продукте.

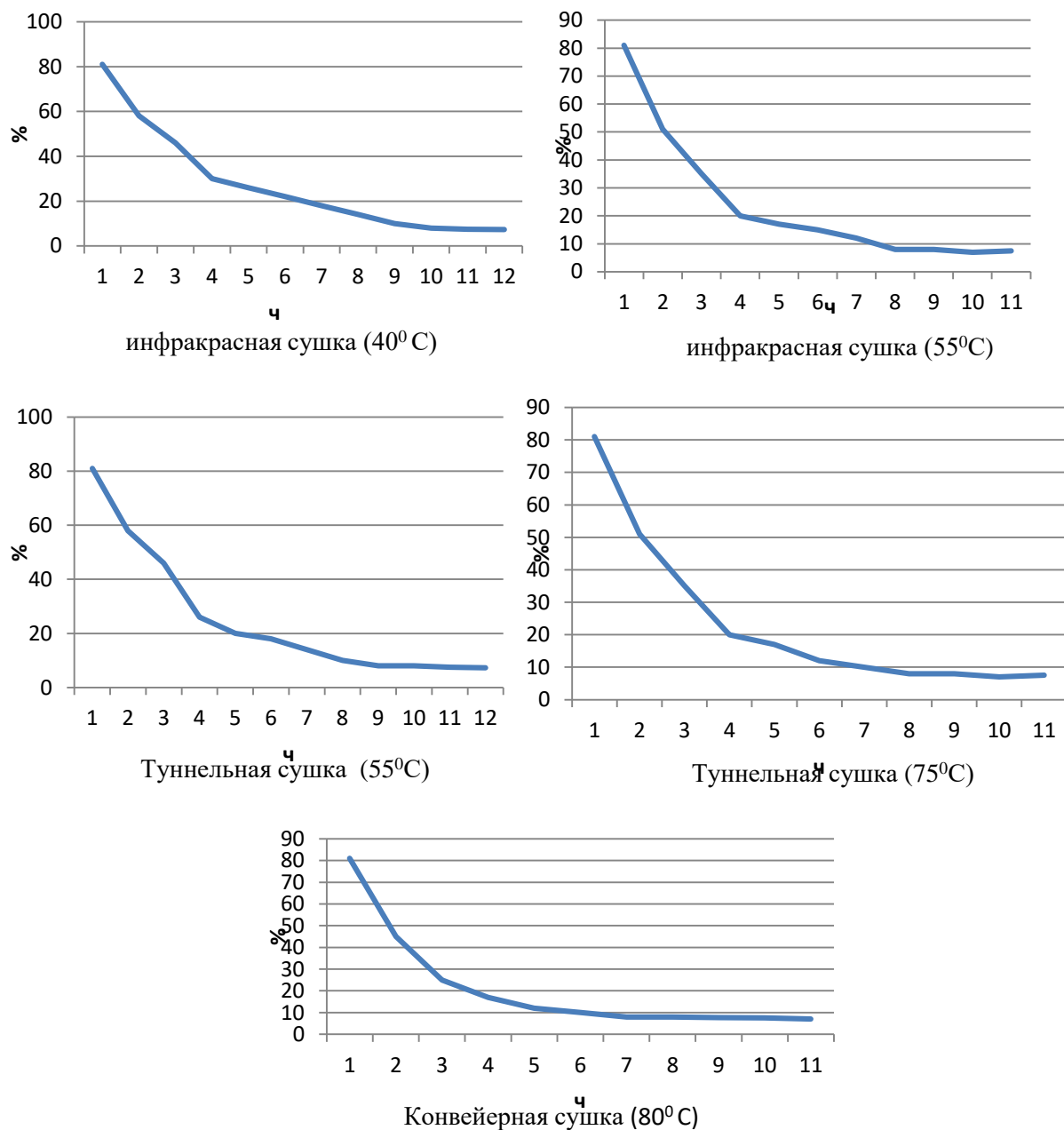


Рисунок 1 – Кривые сушки плодов калины

Высушивание плодов калины осуществляли до 8% влажности. Содержание влаги в свежих плодах калины составляло 81-83%. При использовании инфракрасной сушильных камер время высушивания плодов калины до заданной влажности (8 %) при температуре теплоносителя 40 °С

составило 550 минут, при температуре теплоносителя 55 °С – 470 минут. Установлено, что в туннельных сушильных камерах при температуре теплоносителя 55 °С время высушивания плодов составило 460 минут, при температуре теплоносителя 75°С – 410 минут. Время высушивания плодов калины в конфекционной сушке конвейерного типа при температуре теплоносителя 85°С составило 380 минут.

В ходе химических исследований сушеных плодов калины установлено, что наибольшим содержанием биологически активных веществ характеризуется продукция, высушенная с помощью инфракрасной сушильных камер и туннельной сушилки при температуре теплоносителя 55°С (табл. 1).

Таблица 1

Содержание хлорогенной кислоты сушеных плодов калины (мг/100 г).

Наименование	Инфракрасная сушка (40 °С)	Инфракрасная сушка (55°С)	Туннельная сушка (55°С)	Туннельная сушка (75 °С)	Конвейерная сушка (80 °С) (контроль)
Вигоровская	82,8	93,4	94,6	72,4	54,4
Зарница	44,4	49,2	48,2	34,2	22,3
Искушение	100,4	134,2	128,6	90,2	64,3
Красный коралл	95,15	114,7	104,6	83,7	52,3
Союзга	120,2	140,6	139,8	101,6	80,6
Таежные рубины	64,1	76,8	72,9	51,8	36,4

Наименьшие уровни содержания биологически активных веществ установлены при использовании туннельной и конвейерной сушки при температуре теплоносителя 75 °С и 85 °С соответственно. Низкие концентрации веществ при использовании данных методов объясняются расщеплением биологически активных веществ ферментативными реакциями, действием высоких температур и окислению при подаче инертной среды в камеру.

Таким образом, с целью сохранения сенсорных показателей и химического состава плодов калины целесообразно использовать инфракрасные сушильные камеры или туннельную сушилку при температуре теплоносителя 55 °С.

Список литературы:

1. Биологически активные вещества плодов калины обыкновенной / Перова И.Б., Жогова А.А., Черкашин А.В. и др. // Химико-фармацевтический журнал. 2014. № 5. С. 32-39.
2. Вакуумные технологии производства порошков и экстрактов из овощей, плодов и ягод для функциональных продуктов питания / Родионов Ю.В., Никитин Д.В., Зорина О.А. и др. // Наука в центральной России. 2023. № 1 (61). С. 55-65.
3. Изучение элементного состава плодов калины обыкновенной и рябины обыкновенной различными современными методами/ Андреева В.Ю., Исайкина Н.В., Цыбукова Т.Н. и др. // Химия растительного сырья. 2016. № 1. С. 177-180.
4. Кольцов В.А. Изучение изменения флавоноидов в плодах калины в процессе конвективной сушки // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 4.
5. Попова Е.И., Хромов Н.В., Винницкая В.Ф. Биохимическая оценка сортообразцов калины и перспективы ее использования в производстве продуктов функционального питания // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2012. № 21(140). С. 127-131.
6. Castro A.M., Mayorga E.Y., Moreno F.L. Mathematical modelling of convective drying of fruits: A review // Journal of Food Engineering. 2018. Vol. 223. pp 152-167
7. Кольцов Р. П., Иосифов А. И., Щербаков С. Ю. Особенности вакуумной сушки плодов и овощей // Наука и Образование. 2022. Т. 5, № 2. EDN MMVCSYW.
8. Зорина О. А., Зорин А. С., Родионов Ю. В. Совершенствование сушки плодово-ягодной продукции // Наука и Образование. 2023. Т. 6, № 3. EDN VSJEAE.
9. Попов Д. И., Бредищева О. Ф., Родионов Ю. В. Модернизация работы конвективной сушилки растительного материала // Наука и Образование. 2024. Т. 7, № 2. EDN VUJCZM.

UDC 634.745:664.854

**PRESERVATION OF HYDROXYCINNAMIC ACIDS DURING
DRYING OF CALAMUS FRUITS**

Vladimir A. Koltsov

candidate of agricultural sciences, associate professor

kolcov.mich@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The fruits of common calamus are characterized by a high concentration of phenolic compounds, which are mainly represented by hydroxycinnamic acids (chlorogenic acid). Convection drying is the most common and available method of drying plant material. The aim of this work is to study the preservation of phenolic acids in the process of convective drying of fruits of common calamus. The content of chlorogenic acid in fruits of Kalina varies within 60-180 mg/100 g: in fruits of Kalina varieties Souzga (180 mg/100 g), Temptation (160 mg/100 g), Vigorovskaya (120 mg/100 g), Red Coral (135 mg/100 g), Zarnitsa (60 mg/100 g) and Taizhnye Rubiny (90 mg/100 g). It was found that the highest content of chlorogenic acid is characterized by fruits of Kalina dried with the help of infrared drying chamber and tunnel dryer at the temperature of heat carrier 55°C.

Key words: fruits, common raspberry, chlorogenic acid, convective drying, infrared drying.

Статья поступила в редакцию 20.09.2024; одобрена после рецензирования 20.10.2024; принята к публикации 30.10.2024.

The article was submitted 20.09.2024; approved after reviewing 20.10.2024; accepted for publication 30.10.2024.