

УДК 675.026.26:634.18

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ РЯБИНЫ ЧЕРНОПЛОДНОЙ

**Вера Федоровна Винницкая<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, консультант

nitl@mgau.ru

**Дмитрий Васильевич Акишин<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

akishin@mgau.ru

**Кристина Вячеславовна Брыксина<sup>1</sup>**

старший преподаватель

kristinaparusova91@gmail.com

**Лаврушкина Ирина Александровна<sup>2</sup>**

генеральный директор

nitl@mgau.ru

ООО «АГРО-Т»

<sup>1</sup>Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

<sup>2</sup>Тамбовская обл., пос. совхоза Селезневский, Россия

**Аннотация.** Разработаны рекомендации по технологии сушки рябины черноплодной в конвекционной туннельной сушилке. Образцы рябины черноплодной свежие и сушеные были исследованы по антиоксидантной ценности. Полученные результаты показали преимущества рекомендуемой технологии по сравнению с традиционной, применяемой в промышленности.

**Ключевые слова:** рябина черноплодная, сушка, технология, влажность, температура, антиоксиданты.

Хорошо знакомая и широко распространенная «черноплодная рябина» (так раньше называли аронию) относится к роду Арония (*Aronia Medik*), подсемейству яблоневые *Maloideae C.Weber* семейства Розовых *Rosacea* [6]. На своей родине, в Северной Америке, в естественных условиях произрастает 3 вида аронии: **черноплодная** - *A. Melanocarpa( Michx.) Elliot* с рано созревающими плодами черного цвета, **арбутусовидная** - *A. arbutifolia (L.) Peres* - с поздно созревающими плодами красного цвета и **сливолистная** - *A. Prunifolia (Marsh.) Rehd,* с плодами пурпурно-черной окраски. Следует отметить, что аронию сливолистную некоторые специалисты рассматривают не как отдельный вид, а всего лишь как гибридную форму между первыми двумя видами полученную естественным путем. Все перечисленные виды культивируются и в Северной Америке и в Европе исключительно как декоративные растения [6].

На пищевые цели выращивается тетраплоидная гибридная форма аронии черноплодной - арония Мичурина (*Aronia mitschurinii Skvortsov & Maitulina*). Искусственно созданное И.В. Мичуриным растение было названо ботаниками в честь своего создателя аронией Мичурина. В конце XIX столетия И.В. Мичурин получил семена аронии черноплодной (*A. melanocarpa*) из Германии, вырастил сеянцы и начал скрещивать их с отдаленно родственными растениями (рябинами). Так, в питомнике г. Козлова (ныне - Мичуринск) в результате многочисленных опытов было получено новое растение (*A. mitschurinii*) с более крупными съедобными плодами и иным набором хромосом, которое уже не было аронией черноплодной. Поэтому ряд специалистов считает, что искусственно созданная тетраплоидная форма аронии черноплодной заслуживает статуса отдельного вида – аронии Мичурина [6]. Однако в ботанике принято тетраплоидным формам плодовых растений не выделять особого статуса, а относить их к тому же виду, что и исходные диплоидные формы. Все вышесказанное подтверждает, что классификация рода нуждается в доработке и уточнении.

Искусственно созданное растение арония Мичурина (далее в статье арония черноплодная) представляет собой многоствольный кустарник высотой 1-3 м. Листья очередные, простые, широко эллиптические с заостренной верхушкой и пильчатым краем от 4 до 8 см в длину и от 2 до 6 см в ширину. Побеги тонкие голые или слабо опушенные красно-бурого или буровато-серого цвета. Цветки обоеполые, белые, пятичленные диаметром от 10 до 12 мм, с 5-ю столбиками и пурпурными пыльниками. Плоды-яблоки, округлой формы, около 1 см в диаметре, черные блестящие на верхушке приплюснутые, собраны по 12-25 штук в соцветия щитки. При благоприятных условиях масса плода может достигать 2 г и более. Средняя урожайность в средней полосе России составляет 4-10 кг с куста или 4-12 т/га. В государственный реестр селекционных достижений с 1954 года был включен только один сорт аронии – Черноплодная, выведенный в СХПК «Племзавод Майский», Вологодского района, Вологодской области [3]. В 2019 году государственный реестр селекционных достижений был дополнен еще одним сортом – Мулатка, выведенным селекционерами ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина г. Мичуринск, Тамбовской области [3]. Кроме того на обширной территории Российской Федерации в КХФ, ООО, ЛПХ, дачных участках садоводы выращивают достаточно большое количество отечественных и иностранных сортов аронии черноплодной не включенных в госреестр селекционных достижений : Черноокая, Алтайская крупная (Россия), Эгерта, Кутно, Дабровице, Нова Вес, (Польша), Кархумяки, Хаккия (Финляндия), Арон (Дания), Неро (Чехия), Зерина (Германия) и др. [3, 6].

Так, в ООО «АГРО-Т», расположенном в Тамбовской области, Тамбовском районе, п. совхоза Селезневский, промышленно выращивают аронию черноплодную сортов Вениса и Надзея (Польша). В 2021 году площадь под аронией черноплодной в хозяйстве составляла 30 га, а валовой сбор товарной продукции около 150 тонн, при урожайности 5т/га.

В учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского ГАУ на протяжении многих лет проводятся

исследования по изучению пищевой ценности малораспространенного нетрадиционного растительного сырья и разрабатываются технологии его переработки в продукты здорового питания [1, 5, 7]. Разработаны рецептуры и комплексные технологии переработки калины, кизила, топинамбура, рябины, паслена Санберри, фейхоа и др. В настоящее время у перерабатывающих предприятий РФ возникла потребность в отработке технологии сушки аронии черноплодной с максимальным сохранением витаминов, антиоксидантов и других БАВ для последующего использования в приготовлении лекарственных смесей, чаев, фруктовых порошков и других продуктов здорового питания [2, 8, 9].

По рекомендациям технологов Мичуринского ГАУ в ООО «АГРО-Т» была закуплена и установлена сборная линия для подготовки плодов аронии к сушке и конвекционная сушилка КСУ 50-18-Э. В период освоения линии были проведены НИОКР по отработке оптимальной технологии и разработке рекомендаций по сушке рябины черноплодной.

Плоды аронии черноплодной являются уникальным источником витаминов Р (610-5 000 мг%) С (10- 170 мг%), а так же витаминов Е (до 2,2 мг/100 г), РР (до 0,7 мг/100г), каротина (до 7,0 мг% ) и витаминов группы В (на уровне других плодовых культур). Плоды аронии богаты бором, фтором, йодом, марганцем, молибденом, пищевыми волокнами, дубильными веществами и флавонолами. К ценным свойствам аронии, так же следует отнести высокое суммарное содержание антоциановых пигментов (до 6,4 %), что позволяет использовать плоды в качестве сырья для производства пищевого антоцианового красителя. В литературных источниках имеются сведения о высоком содержании антиоксидантов в плодах [4, 6]. Антиоксиданты играют важную роль в защите человеческого организма от онкологических и некоторых других болезней связанных с нарушением обмена веществ. Защитные действия антиоксидантов основаны на их способности снижать количество свободных радикалов в клетках организма за счет замедления активности процессов окисления липидов, белков и других

органических веществ [1, 7, 10]. Поэтому важно не только найти сырье с высоким содержанием антиоксидантов, но и максимально его сохранить в процессе уборки, хранения и переработки.

**Целью** исследований стала разработка оптимальных параметров технологии сушки плодов аронии черноплодной обеспечивающих максимально возможное сохранение количества антиоксидантов сырья.

### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследований явились параметры температуры и влажности сушки плодов аронии черноплодной. Исследования проводились в учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания ЦКП Мичуринского ГАУ по стандартным и принятым в лаборатории методикам.

Органолептические показатели плодов определяли методом дегустации по 10 бальной системе с учетом коэффициентов значимости.

Антиоксидантную активность образцов свежей и сушеной аронии черноплодной, выполнены на приборе Цвет-Яуза по методике А.Я. Яшина и Н.И. Черноусовой [10].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Технологами Мичуринского ГАУ совместно со специалистами ООО «АГРО-Т» и инженерами ТГТУ, были разработаны технологические рекомендации для сушки аронии черноплодной в конвекционной туннельной сушилке КСУ 50-18-Э, 1 т за цикл (6-8 часов) с максимальным сохранением антиоксидантов и других БАВ в готовой продукции.

Алгоритм работы сушилки включал четыре режима: I режим - плавный нагрев камеры и сырья; II режим - непосредственно сушка сырья; III режим - пастеризация - в течении 10 мин при температуре воздуха 65-70 °С; IV режим - плавное охлаждение готового продукта до температуры окружающей среды.

Для отработки оптимальной технологии сушки вначале определяли антиоксидантную активность в сырье, затем в сушеных плодах аронии черноплодной. Оптимальными считали параметры, обеспечивающие максимальное сохранение антиоксидантов и других БАВ.

Подготовка плодов аронии к сушке включала следующие технологические операции: инспекция для удаления примесей и непригодных плодов, мойка для удаления минеральных примесей и грибков, удаление влаги перед сушкой, что обеспечивает высокое стабильное качество готовой сушеной продукции и оптимальный режим сушки.

При отработке технологии применили два режима сушки:

- эксперимент №1 - температура теплоносителя в камере сушилки 45-46 °С, загрузка в три периода: 20, 10, 10 поддонов по 25 кг, сушка в течение 8 часов до остаточной влажности 16%.

– эксперимент №2 - температура теплоносителя в камере сушилки 65 °С, загрузка по 20 поддонов по 25 кг с паузой 1 час, сушка в течение 7 часов до остаточной влажности 15%;

Все образцы объединяло одно общее свойство: неравномерность консистенции плодов, т.е. наличие пересушенных и недосушенных плодов, что свидетельствовало о неравномерности распределения теплоносителя по всему сечению камеры. Для уравнивания движения теплоносителя было принято решение усилить работу воздухораспределителя, установленного в камере, для более интенсивного и равномерного распределения воздуха по всему объему камеры сушилки. Применялась оптимальная регулировка направления потока теплоносителя, что положительно повлияло на уменьшение количества неравномерно просушенных плодов. Кроме того, после сушки сырье выдерживали в помещении с относительной влажностью 70% и температурой 18 °С для плавного перераспределения влаги между центральными (более влажными) и периферийными (более сухими) слоями плодов перед упаковкой в потребительскую тару.

Сортообразцы аронии черноплодной свежей и высушенной при двух разных режимах были оценены по органолептическим и физико-химическим показателям, пищевой ценности и антиоксидантной ценности в учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского ГАУ. Полученные после сушки образцы имели заметные

различия, как по внешнему виду, так и по органолептическим показателям (табл.1-3).

Таблица 1

Органолептические показатели свежих плодов аронии черноплодной, баллов

Наименование продукта	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Вкус	Общая оценка
Коэффициент значимости	0,2	0,5	0,3	1	2
Сорт Вениса	4,0/0,8	4,5/2,25	4,5/1,35	4,5/4,5	8,90
Сорт Надзея	4,0/0,8	5,0/2,5	4,5/1,35	4,5/4,5	9,15

По органолептическим показателям свежие плоды обеих сортов аронии черноплодной получили высокие оценки и могут быть рекомендованы для переработки в продукты здорового питания и сушки. При этом свежие плоды аронии сорта Надзея получили отличную дегустационную оценку (от 9 до 10 баллов), а плоды сорта Вениса - хорошую (от 8 до 9 баллов).

Таблица 2

Органолептические показатели сушеных плодов рябины черноплодной, баллов

Наименование продукта	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Вкус	Общая оценка
Коэффициент значимости	0,2	0,5	0,3	1	2
Плоды рябины сушеной при температуре 45-46 °С	4,5/0,9	4,0/2,0	4,0/1,2	4,0/4,0	8,1
Плоды рябины сушеной при температуре 65 °С	5,0/1,0	5,0/2,5	5,0/1,5	5,0/5,0	10

Сравнивая качество сушеной продукции по органолептическим показателям следует отметить, что плоды, высушенные при температуре 65° С получили отличную оценку, а при температуре 45-46 °С - только хорошую за счет ухудшения консистенции, потери цвета и вкуса (приобретение компотного привкуса) (табл.2).

Сравнение показателей пищевой и антиоксидантной ценности образцов показало, что свежие и высушенные плоды аронии черноплодной являются ценным источником антиоксидантов (табл.3). Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что антиоксидантная активность свежих плодов составила 476,4 мг/100г продукта. Антиоксидантная активность сушеных

плодов зависела от способа сушки и концентрации сухих веществ. Так в плодах, высушенных до влажности 14,2% при температуре 45-46<sup>0</sup>С, антиоксидантная активность составила 1041,3 мг/100г продукта, что в 1,87 раза выше, чем у свежих плодов. Самая высокая антиоксидантная активность была в плодах, высушенных при температуре 65<sup>0</sup>С до влажности готового продукта 7,6%.

Таблица 3

Показатели пищевой и антиоксидантной ценности

Наименование продукта	Массовая доля влаги, %	Массовая доля сухих веществ, %	Антиоксидантная ценность, по галловой кислоте	
			мг/100 г	мг/100 г с.в.
Свежие плоды рябины	83,5	16,5	476,4	2887,3
Плоды рябины, сушеной при температуре 45-46 <sup>0</sup> С	14,2	85,8	893,4	1041,3
Плоды рябины сушеной при температуре 65 <sup>0</sup> С	7,6	92,4	1430,4	1548,1

В этом варианте антиоксидантная активность сушеных плодов составила 1430,4 мг/100г, что в 1,37 раза выше, чем в плодах первого варианта сушки и в 3,00 раза, чем в свежих плодах.

Для количественного определения величины потерь антиоксидантов при изучаемых вариантах сушки был проведен пересчет их содержания на сухое вещество. Представленные в таблице экспериментальные данные показывают, что самое высокое содержание антиоксидантов было в свежих плодах - 2887,3мг на 100г сухого вещества. В изучаемых вариантах сушки антиоксидантная активность снизилась до 1041,3 мг/100г в первом и до 1548,1 мг/100г сухого вещества во втором варианте сушки или на 63,9 и 46,4% соответственно.

Несмотря на достаточно большие потери антиоксидантов при сушке сушеные плоды аронии черноплодной являются ценным источником



антиоксидантов и могут быть рекомендованы для производства продуктов здорового питания.

В ходе исследований установлено положительное влияние процессов подготовки плодов к сушке: инспекции для удаления примесей и непригодных плодов, мойки для удаления минеральных примесей и грибков, удаление влаги перед сушкой. Были разработаны технологические рекомендации для сушки рябины черноплодной в конвекционной туннельной сушилке КСУ 50-18-Э, 1 т за цикл (6-8 часов) с максимальным сохранением БАВ и антиоксидантов и получением готовой продукции для здорового, функционального и лечебно-диетического питания.

Плоды рябины, высушенной при температуре 65 °С до влажности 7,6%, имеют самую высокую антиоксидантную активность оценку и отличные органолептические показатели. Полученные результаты показали преимущества рекомендуемой технологии по сравнению с традиционно применяемой в промышленности.

*\* Работа выполнена с использованием научного оборудования ЦКП Мичуринского ГАУ «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения».*

#### **Список литературы:**

1. Брыксина К.В., Ратушный А.С. Применение функционального ингредиента растительного происхождения с высокими антиоксидантными свойствами при разработке продукта для здорового питания // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной науч.-практ. конф., посвящ. 85-й годовщине со дня рожд. профессора, доктора с-х наук, лауреата Государственной премии Потапова В.А. / отв. ред. Григорьева Л.В. Мичуринск. 2019. С. 281-284.

2. ГОСТ Р 54059-2010, Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. М.: Стандартинформ, 2011. 8 с.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 680 с.

4. Доронин А.Ф., Ипатова Л.Г. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / Под ред. А.А. Кочетковой. М.: ДеЛипринт, 2009. 288 с.

5. Макро- и микроэлементарный состав фруктов и ягод российской селекции / Л.В. Шевякова, Н.Н. Махова, В.В. Бессонов, М.Ю. Акимов, Н.И. Савельев, О.М. Акимова, В.Н. Макаров, Т.В. Жидехина, Д.В. Акишин // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 44-46.

6. Меженский В.Н. Арония и сорбатория. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. 60 с.

7. Новые продукты питания функционального назначения из паслена Санберри / В.Ф. Винницкая, Д.В. Акишин, Д.С. Неуймин, М.Ю. Ветров // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы V Международной науч. практ. конф. Воронеж. 2015. С.169-174.

8. Оценка качества и безопасности растительного сырья при производстве функциональных продуктов / Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский, Г.А. Гореликова, Н.Г. Бабанская // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 6. С. 40 - 42.

9. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под. ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛипринт, 2002. 236 с.

10. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение содержание природных антиоксидантов в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. 2007. № 5. С. 28-32.

**UDC 675.026.26:634.18**

**DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS  
ON DRYING TECHNOLOGY OF BLACK ROWAN**

**Vera F. Vinnitskaya<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Consultant  
nitl@mgau.ru

**Dmitry V. Akishin<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
akishin@mgau.ru

**Kristina V. Bryksina<sup>1</sup>**

Senior Lecturer  
kristinaparusova91@gmail.com

**Irina A. Lavrushkina<sup>2</sup>**

General Manager  
nitl@mgau.ru

<sup>1</sup>Michurinsk State Agrarian University  
Michurinsk, Russia

<sup>2</sup>LLC "AGRO-T"

Tambov region, Seleznevsky state farm, Russia

**Annotation.** Recommendations on the technology of drying black chokeberry in a convection tunnel dryer have been developed. Samples of chokeberry fresh and dried were tested for antioxidant value. The results obtained have shown the advantages of the recommended technology in comparison with the traditional one used in industry.

**Key words:** chokeberry, drying, technology, humidity, temperature, antioxidants.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 08.12.2021; принята к публикации 24.12.2021.

The article was submitted 15.11.2021; approved after reviewing 08.12.2021; accepted for publication 24.12.2021.