

АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ

Е.А. Кузнецова

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия, e-mail: k.katyamich@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы способы концентрирования плодово-ягодных соков. Выявлены их достоинства и недостатки. Сделан вывод о наилучшем современном способе концентрирования – применении мембранной технологии для производства плодово-ягодных соков высокого качества с большим содержанием полезных в нем веществ.

Ключевые слова: плодово-ягодный сок, концентрирование, выпаривание, вымораживание, мембраны, обратный осмос.

Введение. Во всем мире широко развито производство концентрированных соков, что значительно уменьшает объемы хранения по сравнению с натуральными в 5-6 раз, экономит тару, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства при транспортировании, создает резерв на несколько лет в случае низкого урожая плодов и ягод. На предприятиях используются технологии концентрирования, которые позволяют увеличить растворенные сухие вещества в консервированных продуктах до 70-75%, а для перевозки и длительного хранения соки концентрируют до 60-72%. Концентрированные соки избегают микробиологической порчи в процессе хранения, и их не нужно дополнительно консервировать благодаря высокому содержанию сухих растворимых веществ.

Материалы и методы. Объектом исследований является процесс концентрирования плодово-ягодных соков при их производстве. В процессе исследования применены теоретические и эмпирические методы, произведен анализ литературных источников, позволивший подробно рассмотреть каждый из существующих способов концентрирования и выявить их достоинства и недостатки.

Результаты и обсуждение. Концентрирование возможно осуществить несколькими способами: выпариванием (использование повышенных температур), вымораживанием (криоконцентрирование) или с помощью использования современной мембранной техники [1].

Выпаривание проводят под воздействием тепла при пониженном давлении в выпарных вакуум-аппаратах непрерывного или периодического действия пластинчатого или трубчатого типа, в результате чего происходит испарение воды в процессе кипения, и получается сок концентрацией до 72% сухих веществ. С целью увеличения продолжительности хранения и недопущения микробиологической порчи сок выдерживают 35-40 секунд при температуре 87-92 °С. При этом температура и продолжительность выпаривания регулируются, так как воздействие тепла имеет отрицательное влияние – меланоидинообразование, карамелизация сахаров и потемнение цвета. Более чувствительны к нагреванию цитрусовые соки. В производстве используют вакуум-выпарные установки, работающие при смягченных температурных режимах под воздействием разряжения и позволяющие предотвратить потерю биологически ценных компонентов и ухудшение органолептических свойств соков в результате влияния температуры. Для улавливания ароматических веществ, которые улетучиваются вместе с водой при выпаривании, используют специальные установки с конденсаторами. В соки добавляют концентраты ароматических веществ – 2% по массе непосредственно перед фасовкой.

Выпаривание имеет ряд преимуществ: достижение содержания сухих веществ до 75-80%, сравнительная дешевизна установок и их широкое распространение. Недостатками являются: потери витаминов и ароматических веществ, появление уваренных тонов и темного цвета в процессе тепловой обработки в результате образования меланоидинов,

фурфурола, оксиметилфурфурола, локальный перегрев и пригорание вследствие оседания на поверхности нагрева взвесей и коллоидных веществ с высокой молекулярной массой (белковые, пектиновые, дубильные).

Вымораживание осуществляется путем выведения тепла через стенку или используя непосредственный контакт сока с газообразным нейтральным холодильным агентом. Охлажденный до 2-4 °С сок замораживается в кристаллизаторе, где кристаллизуется вода, а растворенные вещества (кислоты, сахара) остаются в соке. Отделение кристаллов льда от замороженного сока происходит в центрифугах, прессах или промывных колоннах. В установках по вымораживанию используется принцип косвенного контакта. Вымораживание влаги и отделение льда происходит 2-3 раза. Процесс вымораживания может быть периодическим или непрерывным, одноступенчатым или более экономичным – многоступенчатым.

Концентрированный таким способом сок содержит 40-50% сухих веществ. При этом возможная степень концентрации соков зависит от его вязкости, содержания сахара, кислот, коллоидных веществ и конечной температуры замораживания. Так, виноградный сок возможно концентрировать в большей степени по сравнению с черносмородиновым, имеющим вязкость при 50% сухих веществ в 2 раза больше вязкости виноградного. Содержание сухих веществ повышается с понижением температуры. Однако, высокой степени концентрации не достигают из-за необходимости значительного понижения температуры сока. Наилучшую степень концентрации определяет и величина потерь сока, которая увеличивается с повышением концентрации. Полученный путем вымораживания концентрированный сок следует хранить при низких температурах.

Процесс вымораживания для концентрирования соков сравнительно с выпариванием имеет преимущества [2]: сохранение всех биологически ценных компонентов исходного сырья, незначительное изменение вкуса и аромата, как результат – получение продукта высокого качества. Однако, потери сухих веществ при вымораживании существенно выше, чем при выпаривании, и достижение высокой концентрации невозможно из-за выпадения в осадок растворимых веществ сока при дальнейшем вымораживании. Кроме этого вымораживание менее экономично ввиду более дорогого процесса – получения холода, и высокой стоимости морозильных установок. Поэтому вымораживание применяют в основном для концентрирования теплочувствительных соков (апельсинового).

Для концентрирования соков мембранным методом используются полупроницаемые селективные мембраны. Существует три типа мембран – ультра-, нано-филтрации и обратноосмотические, у которых разные механизмы действия. Возможна комбинация трех типов мембран, при этом концентрируют не только осветленные соки [3].

Обратный осмос – основной мембранный способ, используемый для концентрирования жидкостей. Он предусматривает концентрирование на обратноосмотических мембранных установках с предварительной ультрафилтрацией на мембранах с диаметром пор размером 0,025 мкм [3]. Обратноосмотические листовые полимерные мембраны, которые изготавливают в виде непрерывного полотна шириной 1 метр, считаются самыми селективными. Они задерживают 97-99% всех растворенных веществ, все бактерии и вирусы, удаляют растворенные соли и органику (с молекулярным весом менее 500 Да) [4].

Осмос – процесс односторонней диффузии через полупроницаемую мембрану молекул растворителя из объема с меньшей концентрацией растворенного вещества в сторону большей концентрации. В процессе разделения воды и сока полупроницаемой мембраной из-за разной концентрации в них сухих веществ вода просачивается в сок и разжижает его до равновесия концентрации. Разность уровней, возникающая при этом, соответствует осмотическому давлению. Для использования обратного осмоса необходимо высокое давление. Сгущение сока происходит вследствие выделения воды (пермеата) через полупроницаемую мембрану под действием давления от 4 до 20 мПа на сок. При этом давление должно увеличиваться и быть больше осмотического с увеличением сгущения сока.

Обратный осмос предполагает прохождение через мембрану только воды и моносахаров, соли, некоторых ароматических веществ с малой молекулярной массой в небольших количествах.

Обратный осмос применяют для удвоения содержания сухих веществ в соках. Их концентрируют до 30-40% растворимых сухих веществ. Предельная степень концентрирования достигает 80% (в случае низко-сахаристых соков) при использовании 2-х и 3-х ступенчатого концентрирования [2], после чего сок осветляют в ультрафильтрационной установке либо оставляют неосветленным.

Использование обратного осмоса для концентрирования соков имеет преимущества: низкая температура процесса, вследствие чего улучшенное качество концентрата, несложность использования установки, легкое увеличение ее производительности, небольшие энергетические затраты, хорошие санитарные условия производства. Кроме этого современная мембранная технология способствует сохранению биологически ценных компонентов в концентратах и производству продуктов высокого качества [5].

Заключение. Современные тенденции переработки плодово-ягодного сырья ставят производству цель обеспечения человека продуктами с высокими органолептическими свойствами и имеющими в своем составе достаточное количество микро- и макроэлементов, витаминов и других полезных компонентов. Таким образом, совершенствование технологий, разработка и использование современного оборудования до сих пор остается актуальной задачей.

В результате концентрирования продукт должен претерпевать минимальные изменения. Наибольшую часть плодовых соков концентрируют, используя процесс выпаривания и вымораживания, у которых имеются существенные недостатки. Мембраны для концентрирования соков еще практически не применяют, их использование интенсивно исследуется и начинает постепенно развиваться.

Мембранная технология – один из прогрессивных способов, это альтернатива традиционным, хорошо изученным, морально и технически устаревшим, но широко распространенным технологиям. Гибкость, универсальность, интегрируемость и разнообразие мембранных методов разделения в настоящее время дает преимущества. Использование мембран позволит сохранить наибольшее количество витаминов по сравнению с применяемым оборудованием, что позволит получить продукт высокого качества с большим содержанием полезных веществ. Для улучшения качества сока возможно применение мембранной технологии на нескольких стадиях получения продукта: очистка, деаэрация и концентрирование, что ведет к меньшим потерям полезных веществ исходного сырья.

Библиографический список.

1. Кузнецова Е.А. Анализ технологий производства плодово-ягодных соков // «Аграрная наука – 2022»: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей. Москва. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. С. 187-191.
2. Кузнецова Е.А. Совершенствование технологии производства ягодного сока функционального назначения с использованием газоразделительных мембран: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Мичуринск, 2019. 22 с.
3. Кузнецова Е.А. Получение ягодного сока функционального назначения с использованием мембранной технологии // Вестник Мичуринского ГАУ. 2016. № 4. С. 177-183.
4. Кузнецова Е.А. Использование мембранной технологии в производстве плодово-ягодных соков // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 110-летию ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10-11 ноября 2022 г.). Воронежский ГАУ, 2022. С. 504-508.

5. Кузнецова Е.А., Пустовалов Д.В. Возможность применения мембранных технологий при производстве сока // Материалы 67-й научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. Мичуринск. Мичуринский ГАУ, 2015. С. 239-243.