

УДК 663.813

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ МЕМБРАН В
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЯГОДНОГО СОКА
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Екатерина Александровна Кузнецова

кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент

k.katyamich@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье дано описание усовершенствованной технологии производства ягодного сока функционального назначения, заключающейся в использовании газоразделительных мембран на этапе деаэрации, и ее экспериментальное обоснование. Представлены результаты исследования по определению оптимальных параметров мембранного устройства и процесса деаэрации для снижения содержания растворенного кислорода в соке и оценка применения мембранной деаэрации в производстве ягодного сока.

Ключевые слова: ягодный сок, деаэрация, мембраны, функциональное назначение.

Производство функциональных продуктов питания в настоящее время особенно актуально. Плодово-ягодные напитки являются наилучшей формой пищевого продукта для обогащения и оздоровления организма человека биологически активными веществами и витаминами.

Цель исследований – сохранение полезных веществ ягодного сока функционального назначения в течение длительного времени вследствие удаления из него растворенного кислорода с помощью мембранного деаэратора.

Деаэрация является необходимым процессом для повышения качества последующей обработки сока и предупреждения разрушительных изменений при хранении. В результате проведенного анализа способов деаэрации выявлены недостатки и предложено совершенствование данного процесса. Использование современного мембранного оборудования даст возможность удалять наибольшее количество кислорода по сравнению с применяемыми установками для получения напитка более высокого качества за счет сохранения в его составе большего количества витаминов. Мембранная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с применяемыми методами процесса деаэрации. Суть предлагаемой технологии производства ягодного сока состоит в применении мембранного устройства на этапе деаэрации с одновременным нагревом до 65°C.

На рисунке 1 показана принципиальная схема мембранного деаэратора [4]. Его особенность – прохождение через мембрану только кислорода из воздуха, растворенного в соке, при этом сок с находящимся в нем воздухом остается по одну сторону мембраны. После деаэрации следует розлив.

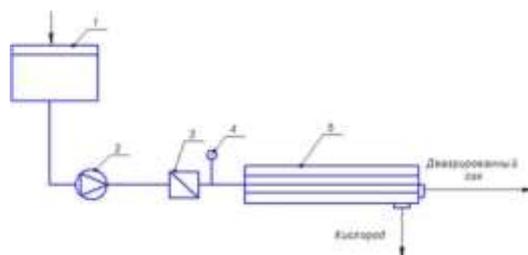


Рисунок 1 – Принципиальная схема мембранного деаэратора: 1 – емкость с соком, 2 – насос, 3 – электромагнитный клапан, 4 – манометр, 5 – мембранный модуль

На рисунке 2 представлен мембранный модуль для деаэрации напитков, в котором предполагается перемешивание сока для удаления кислорода из всего его объема в большем количестве, чем в результате вакуумирования, которое применяется на производстве в настоящий момент [4].

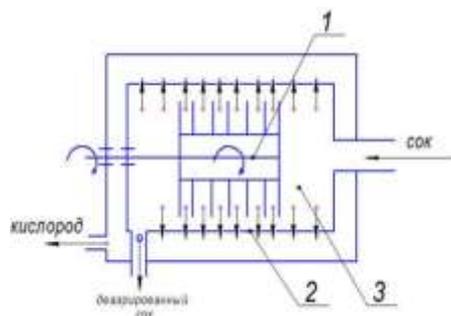


Рисунок 2 – Мембранный модуль для деаэрации напитков: 1 – вращательный элемент, 2 – мембрана, 3 – вакуум, •→ кислород

Объекты исследования: свежавыжатый сок из черной смородины и несколько видов соковой продукции известных торговых марок, отличающихся составом и технологией производства. Для проведения экспериментальной части работы использовалась вакуумная установка, состоящая из вакуумной камеры, вакуумного насоса, анализатора растворенного кислорода с оптическим датчиком «Эксперт-009». Вакуумирование проводилось с использованием газоразделительной мембраны с толщиной газоразделительного слоя волокна не более 0,1 мкм и без нее.

В результате изменения температуры соковой продукции выявлена закономерность изменения массовой концентрации растворенного кислорода (рисунок 3) – при низкой температуре количество кислорода больше, чем при высокой температуре, с течением времени содержание кислорода уменьшается. Однако вследствие его свойства перемещения по всему объему емкости в процессе работы следует вывод о необходимости перемешивания сока [1]. Кроме этого вследствие ухудшения растворимости кислорода при повышении температуры соковой продукции находящихся в ней газов и, следовательно, кислорода, становится меньше. Также на растворимость влияет и состав напитка, что подтверждено экспериментами с различными объектами исследования. На рисунке 4 можно наблюдать одинаковую зависимость – с

повышением температуры количество кислорода уменьшалось, с ее понижением содержание кислорода возвращалось к начальным показателям [3]. Из чего следует, что необходим подогрев сока в процессе его производства.

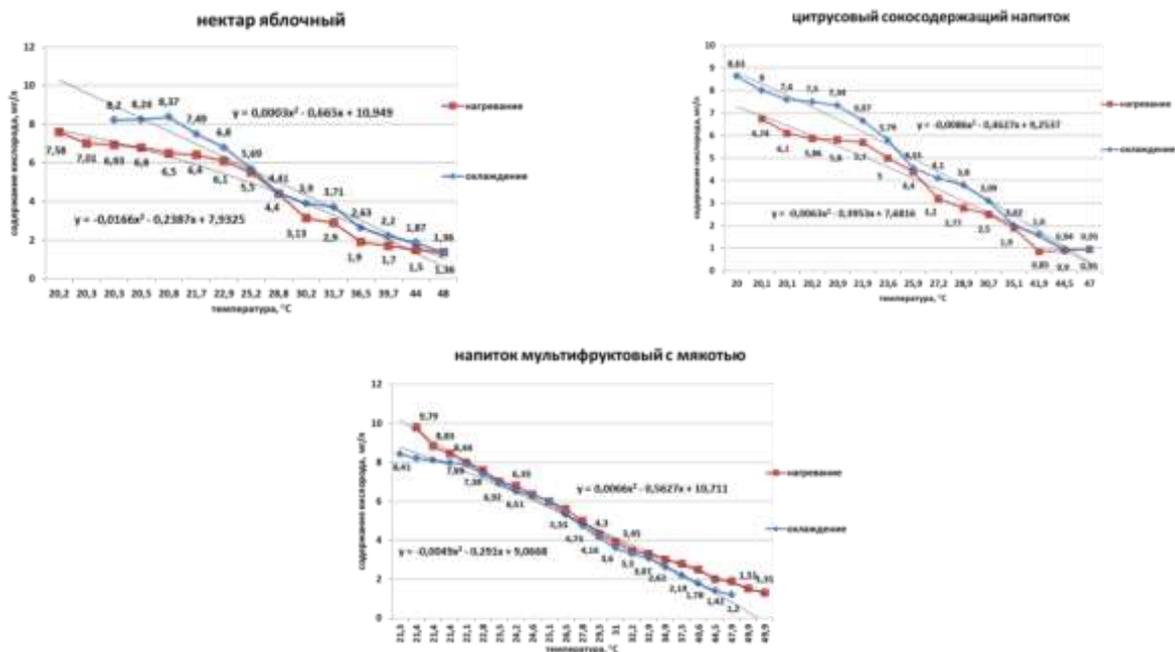


Рисунок 3 – Изменение массовой концентрации растворенного кислорода (мг/л) в соковой продукции при изменении температуры (°C)

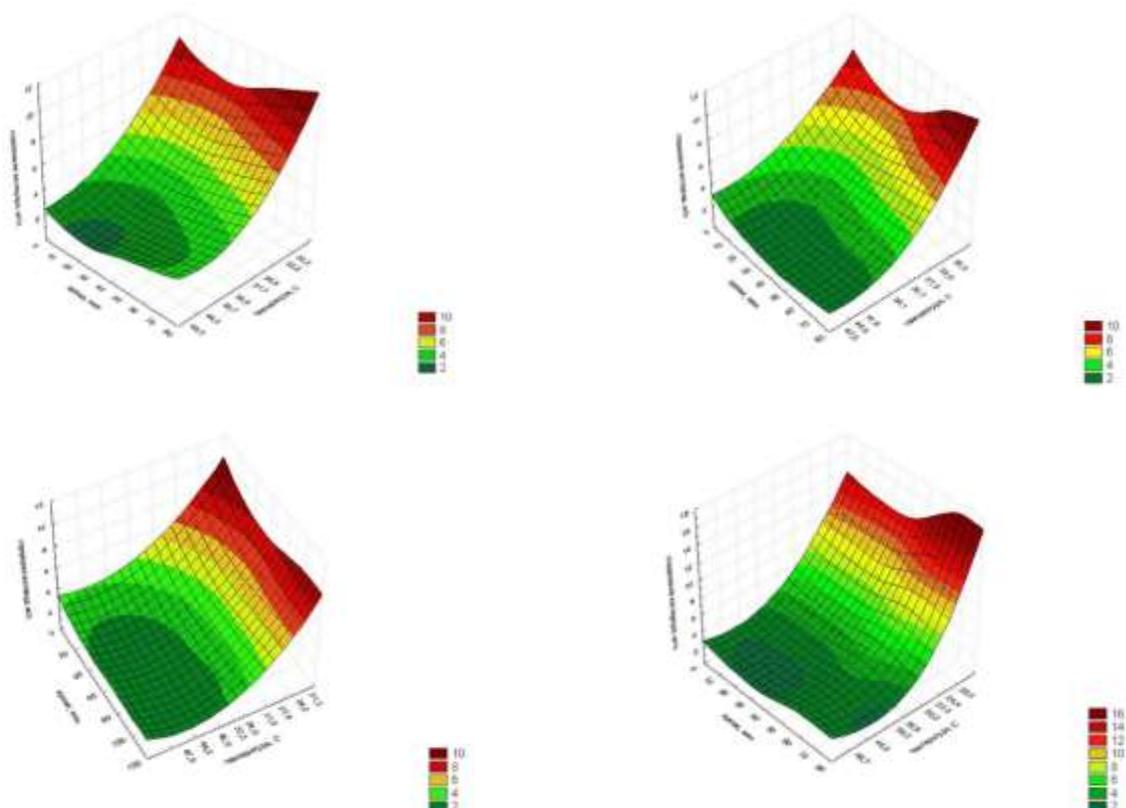


Рисунок 4 – Изменение массовой концентрации растворенного кислорода (мг/л) в зависимости от температуры (°C) и времени эксперимента (мин): а) в яблочном осветленном нектаре, б) в цитрусовом сокодержательном напитке, в) в нектаре из яблок, персиков и абрикосов с мякотью, г) в нектаре мультифрут

В процессе вакуумирования в течение 15 мин (рисунок 5) было выявлено охлаждение сока с течением времени вследствие отвода тепла [3]. Несмотря на это количество кислорода в соковом продукте уменьшилось. Вакуумирование с использованием газоразделительной мембраны привело к большему уменьшению количества кислорода.

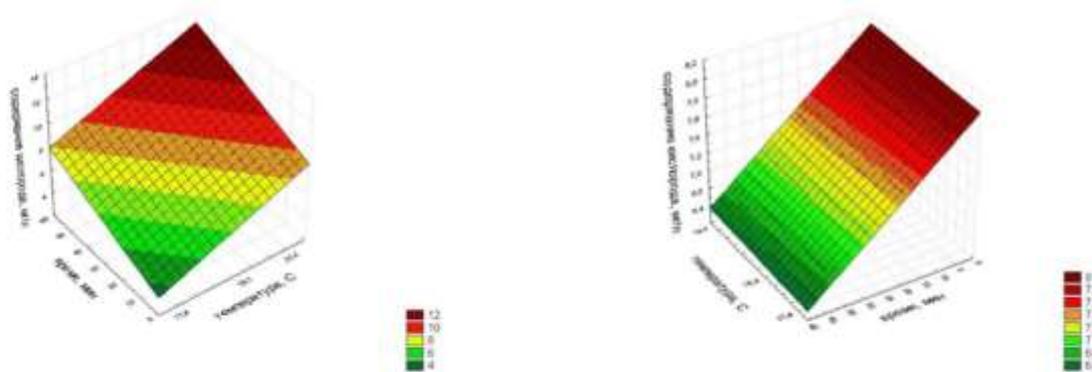


Рисунок 5 – Количество кислорода в соковом продукте в процессе вакуумирования при давлении $-0,092$ МПа и изменении температуры: а) без мембраны, б) с использованием газоразделительной мембраны

На рисунке 6 можно увидеть, что вакуумирование с газоразделительной мембраной прошло эффективнее по сравнению с вакуумированием без ее использования. Установлена эффективность удаления кислорода в процессе вакуумирования в течение 15 мин [2].

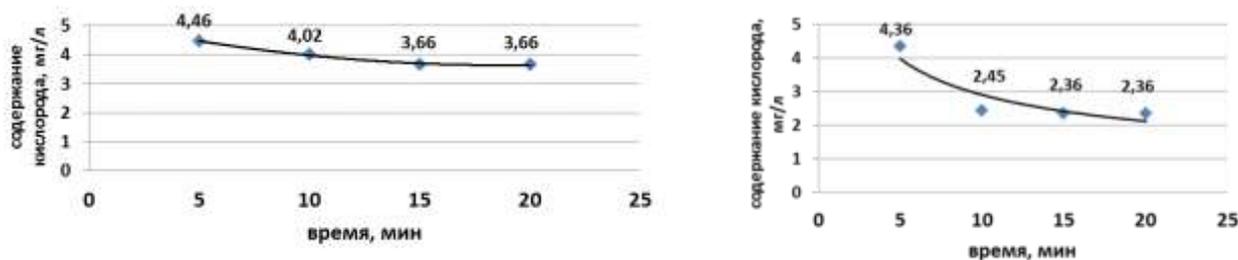


Рисунок 6 – Изменение содержания кислорода в соке в процессе вакуумирования при температуре 21°C и давлении $-0,092$ МПа: а) без мембраны, б) с использованием газоразделительной мембраны

Качество сока определялось по содержанию аскорбиновой кислоты в нем (рисунок 7), так как наличие кислорода в напитке оказывает наибольшее разрушающее воздействие на витамин С [4]. Несмотря на потерю аскорбиновой кислоты в процессе хранения, ее количество осталось выше в соке после проведенной деаэрации с помощью газоразделительной мембраны, чем в соке после вакуумной деаэрации без нее и без деаэрации. Полученные результаты

подтверждают эффективность применения мембранной технологии в процессе производства сока.

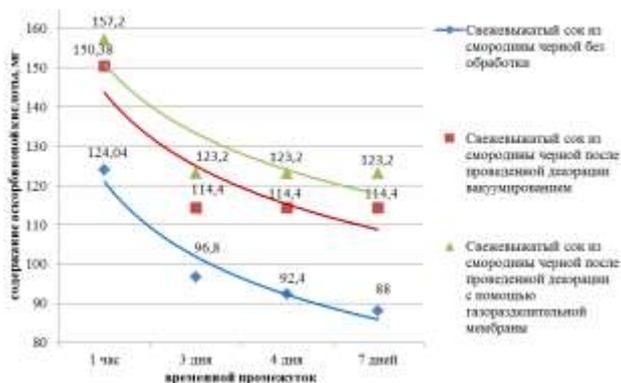


Рисунок 7 – Изменение количества аскорбиновой кислоты в свежесобранном соке из смородины черной в процессе хранения

Выводы. Для производства ягодного сока функционального назначения рекомендуется использовать разработанную технологию с применением мембранного деаэрата, включающем в себя газоразделительные мембраны, куда подается сок, и под воздействием вакуума с разрежением до 0,092 МПа происходит удаление кислорода из газа, растворенного в напитке. Длительность процесса деаэрации – 15 мин с перемешиванием сока внутри мембранного устройства и одновременным нагревом сока до температуры не более 65°C (для сохранения полезных веществ) с последующей укупоркой деаэрированного сока в нагретом виде.

* 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. Кузнецова Е.А., Завражнов А.И. Измерение количества кислорода в соковой продукции // Наука в центральной России. 2017. № 6. С. 64-70.
2. Кузнецова Е.А., Завражнов А.И. Содержание кислорода в соке и соковой продукции при использовании процесса вакуумирования // Наука в центральной России. 2018. № 3. С. 78-85.

3. Кузнецова Е.А. Совершенствование технологии производства ягодного сока функционального назначения с использованием газоразделительных мембран: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук. Мичуринск. 2019.

4. Zavrzhnov A., Kuznetsova E. Gas Separation Membranes upon Production of Functional Berry Juice // International journal of Engineering and Advanced Technology (iJeat) issN: 2249-8958 (Online), Volume-9 Issue – 1. 2019. P. 6616-6619.

UDC 663.813

**THE USE OF GAS SEPARATION MEMBRANES IN THE PRODUCTION
TECHNOLOGY OF BERRY JUICE FOR FUNCTIONAL PURPOSES**

Ekaterina A. Kuznetsova

Candidate of Agricultural Sciences, assistant

k.katyamich@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article describes an improved technology for the production of berry juice for functional purposes, consisting in the use of gas separation membranes at the deaeration stage, and its experimental justification. The results of a study to determine the optimal parameters of the membrane device and the deaeration process to reduce the dissolved oxygen content in the juice and an assessment of the use of membrane deaeration in the production of berry juice are presented.

Key words: berry juice, deaeration, membranes, functional purpose.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.

