

Автор еф.

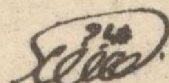
147

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
имени М.В.Ломоносова

Доктор  
Смир

На правах рукописи

ГИЛЯЛЬ САМИР



РАЗРАБОТКА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СОСТАВОВ И  
РЕЖИМОВ РЕГЕНЕРАЦИИ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ  
МЕМБРАН ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ ФРУКТОВЫХ СОКОВ

Специальность 05.18.13 – Технология консервированных  
пищевых продуктов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса – 1991

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель — доктор медицинских наук,  
профессор О.А.Кириленко

Официальные оппоненты — доктор химических наук,  
профессор М.Т.Брык,  
— кандидат технических наук,  
доцент А.С.Зверькова

Ведущая организация — Научно-производственное объединение "Консервпромкомплекс"

Защита состоится "21" ноября 1991 г. в 13 час.  
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском  
технологическом институте пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова  
по адресу: 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "19" октября 1991 г.

ОНАХТ 04.07.11

Разработка дезинфици



v017986

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Повышение уровня жизни населения, охрана здоровья народа и обеспечение роста благосостояния людей на основе умелого рационального использования достижений научно-технического прогресса (НТП) является актуальной социально-экономической и политической задачей, сформулированной в официальных правительственных документах и государственных программах различных стран.

В связи с этим перед пищевой промышленностью САР и Агропромышленным комплексом СССР стоят задачи расширения ассортимента выпускаемой продукции и повышения ее качества, увеличение объема производства и выпуска детских, диетических лечебно-профилактических и обогащенных белками, витаминами и другими биологически активными компонентами продуктов.

Важную роль в успешном решении ранее указанных проблем играет разработка и внедрение прогрессивных ресурсо-, энергосберегающих технологий, мало- и безотходных экологически чистых производств, автоматизированной технологии и передовой новейшей техники.

Применением в перерабатывающих отраслях Агропромышленного комплекса сформировавшегося в науке и технике нового направления - "мембранная техника и технология" можно значительно упростить, удешевить и улучшить традиционные технологические процессы, повысить эффективность переработки сельскохозяйственного сырья и получить продукты с новыми функциональными и вкусовыми свойствами, сохраняющие высокое качество в течение длительного срока хранения.

Мировой опыт производства важных для питания человека плодово-ягодных соков, и, в частности, яблочного и виноградного, свидетельствует о том, что мембранная технология осветления соков является перспективным направлением в этой области.

Мембранная ультрафильтрация свежего плодово-ягодного сусла позволяет по-новому оценивать различные технологические приемы при производстве соков в частности, процессы осветления, фильтрования и пастеризации, альтернативой которым вполне может служить лишь одна ультрафильтрация. При этом строго необходимым является применение асептических условий фасовки пермеата-фильтрата, получаемого после ультрафильтрации.

Однако, при осветлении овощных, плодово-ягодных и других соков методом мембранной ультрафильтрации возникает ряд специфич-

V 014986  
ОНАХТ

БИБЛИОТЕКА

ческих проблем, связанных с регенерацией и дезинфекцией мембран, т.е. восстановлением их первоначальных рабочих характеристик и функциональных свойств (проницаемость, селективность) и с санитарной обработкой мембран и мембранного оборудования.

Поэтому, важным этапом в решении вопроса о повышении эффективности производства плодово-ягодных соков путем использования прогрессивных мембранных способов осветления является разработка дезинфицирующих составов для регенерации мембран, и так же режимов регенерации и санитарной обработки мембранных аппаратов и мембранного оборудования после ультрафильтрации соков.

Актуальность настоящей работы заключается в разработке составов и режимов для регенерации и дезинфекции мембран и мембранного оборудования после ультрафильтрации соков, которые позволяют поддерживать стабильность работы и эффективность процесса в целом, т.е. поддерживать рабочие характеристики процесса и функциональные свойства мембран на определенном рациональном и стабильном уровне.

#### Цель и задачи исследований.

Целью диссертационной работы являлось: разработка составов для регенерации и дезинфекции мембранных аппаратов и модулей, применяемых для ультрафильтрационного осветления яблочного и виноградного соков и обоснование рабочих параметров этих процессов, обеспечивающих их высокую эффективность; биохимическая и микробиологическая оценка качества продуктов после ультрафильтрации, а также разработка математической модели для оптимизации состава регенерирующих и дезинфицирующих веществ, а также режима обработки мембран после УФ по технологическим и экономическим показателям.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изучено влияние предварительной обработки свежего сусла на эффективность процесса УФ, регенерации и дезинфекции; определен состав осадка, образующегося на поверхности мембранных фильтров в ходе процесса УФ (по биохимическим, микробиологическим и механическим показателям); разработаны состав веществ и режимы регенерации и дезинфекции мембранных аппаратов после УФ яблочного и виноградного соков, исследовано влияние различных технологических факторов на эффективность процесса регенерации и дезинфекции мембран (температура регенерации и дезинфекции -  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), перепад рабочего давления до и после мембраны -  $\Delta P$  (МПа), скорость потока раствора над мембраной -  $\omega$  (м/с), концентрация и pH регенерирующих и дезинфицирующих растворов -  $C$  (%), продолжительность

процесса УФ -  $\tau_{у.ф.}$  (час), продолжительность процесса частичной регенерации -  $\tau_p$  (час), продолжительность процесса полной регенерации и дезинфекции -  $\tau_{р.д.}$  (час), продолжительность собственно дезинфекции -  $\tau_d$  (мин). Проведено исследование процесса УФ, как метода холодной стерилизации соков, рассчитан гарантированный срок службы используемых мембран при конкретных условиях работы. Определены основные биохимические и микробиологические показатели, (пищевая ценность, стерильность) яблочных и виноградных пермеатов, полученных методом ультрафильтрации свежих соков. Апробированы в конкретных производственных условиях разработанные составы и режимы регенерации и дезинфекции мембран и определен экономический эффект.

Научная новизна работы состоит в установлении взаимосвязи между основными (технологическими, биохимическими и микробиологическими) факторами процесса регенерации и дезинфекции мембран при ультрафильтрации яблочного и виноградного соков; между пищевой ценностью и микробиологической характеристикой яблочного и виноградного соков после ультрафильтрации и эффективностью процесса регенерации и дезинфекции мембран.

На основании описания процесса регенерации и санитарной обработки мембран системой регрессионных уравнений решена задача оптимизации многофакторного процесса их регенерации и дезинфекции по составу регенерирующих и дезинфицирующих растворов и режиму обработки.

Выявлена возможность использования ультрафильтрации, как метода холодной стерилизации жидких пищевых продуктов, в частности, яблочного и виноградного соков.

Практическая ценность работы заключается в разработке рационального состава регенерирующих и дезинфицирующих средств и режима регенерации и дезинфекции выпускаемых в СССР полуволоконных АР-2 и трубчатых БГУ-05/2-Ф-I мембранных аппаратов после ультрафильтрации яблочного (сорта "Ренет Симеренко", "Кальвиль снежный") и виноградного (сорта "Сухолиманский белый", "Одесский черный") соков.

Разработана математическая модель процесса регенерации и дезинфекции указанных мембранных аппаратов и на ее основе проведена оптимизация регенерирующего и дезинфицирующего состава и режима обработки.

Апробация работы. Основные положения диссертационной рабо-

ты были доложены и обсуждены на III-й Всесоюзной конференции молодых ученых химико-технологического факультета Рижского политехнического института (Латвийского технического университета), Рига-1989; на областной межвузовской научно-технической конференции "Социально-экономические и научно-технические проблемы Агропромышленного комплекса" (Одесса-1989); на VI Семинаре по мембранам и мембранной технологии (Киев-Одесса, 1990); на 50-ой юбилейной научно-практической конференции ОТИП им. М. В. Ломоносова "Научно-технические проблемы развития Агропромышленного комплекса" (Одесса, 1990); на научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИП им. М. В. Ломоносова (Одесса, 1988, 1989, 1990) и на объединенном заседании кафедр ОТИП им. Ломоносова (Одесса, 1991).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 233 страницах машинописного текста, 56 рисунках и 46 таблицах. Состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы, включающего 162 наименований, в том числе 55 иностранных, и 5 приложений.

На защиту выносятся: результаты исследований процесса регенерации и дезинфекции мембранных полуволоконных AP-2 и трубчатых БТУ-05/2-Ф-I аппаратов и модулей после ультрафильтрации яблочного (сорта "Ренет Симеренко" и "Кальвиль снежный") и виноградного (сорта "Сухолиманский белый" и "Одесский черный") соков, результаты технологических, физико-химических, биохимических и микробиологических исследований процессов ультрафильтрации соков, регенерации и дезинфекции мембран, математическая модель и результаты математического моделирования процесса регенерации и дезинфекции мембранных полуволоконных AP-2 и трубчатых БТУ-05/2-Ф-I модулей и аппаратов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований и приведена общая характеристика работы.

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической, патентной советской и зарубежной информации по вопросам производства осветленных плодово-ягодных соков.

Приведены данные о биохимической характеристике, микробиологических особенностях и пищевой ценности яблочного и виноградного

соков, изложена характеристика известных способов осветления соков и показана перспективность мембранного в сравнении с традиционными методами осветления соков по технологическим, экономическим и экологическим аспектам, а также с точки зрения стабильности качества готового продукта при хранении.

Рассмотрены существующие способы регенерации и дезинфекции мембран и мембранного оборудования и их эффективность.

Показано, что процесс ультрафильтрации (УФ) соков характеризуется экономической эффективностью и является технологически, относительно простым и экологически чистым.

УФ является также малоотходной, энерго- и ресурсосберегающей технологией. Анализ и обобщение рассмотренных литературных сведений показали, что УФ, как метод осветления и холодной стерилизации плодово-ягодных соков и методы регенерации и санитарной обработки мембранных аппаратов, используемых для УФ соков, исследованы недостаточно.

Во второй главе изложены сведения об объектах исследования, оборудовании, о методиках и методах проведения экспериментов. Приведены основные характеристики и условия эксплуатации лабораторных и полупромышленных мембранных ультрафильтрационных установок на полых волокнах AP-2 и на трубчатых ультрафильтрах БТУ-05/2.

В этой главе также приведены параметры проведения процесса УФ яблочного и виноградного свежих сусел.

В третьей главе приводятся экспериментальные данные по основным технологическим, биохимическим, микробиологическим и механическим факторам, влияющим на эффективность процессов ультрафильтрации соков и регенерации и дезинфекции мембранных фильтров (предварительная обработка свежего сусла перед УФ, химический состав осадка, образующегося на поверхности мембран в процессе УФ, микрофлора соков и кинетика ее изменения в процессе УФ, продолжительность УФ, температура регенерирующих и дезинфицирующих растворов, перепад рабочего давления до и после мембраны, скорость потока жидкости над мембраной, концентрация и pH регенерирующих и дезинфицирующих веществ, продолжительность регенерации и дезинфекции). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в состав осадка, образующегося на поверхности мембран, входят высокомолекулярные компоненты сока, микроорганизмы и примеси. Образование гелевого слоя (осадка) обусловлено ухудшением характеристик мембранных аппаратов (уменьшение проницаемости, селек-

тивности и загрязнение мембран микроорганизмами). Изучено влияние температуры, перепада рабочего давления, скорости потока жидкости над мембраной. Показано, что с ростом температуры регенерации и дезинфекции и с увеличением перепада рабочего давления повышается эффективность процесса регенерации и дезинфекции за счет более полного восстановления производительности процесса УФ. Это происходит под влиянием снижения вязкости осадка, растворения и последующего удаления ВМВ и микроорганизмов.

Роль скорости потока раствора над мембраной заключается в установлении необходимых гидродинамических условий работы. Вместе с тем, скорость потока раствора не влияет на эффективность процесса регенерации и дезинфекции после достижения необходимой гидродинамики процесса. Концентрация и pH регенерирующих и дезинфицирующих средств и режим обработки (продолжительность регенерации и дезинфекции и продолжительность собственно дезинфекции существенно влияют на эффективность процесса регенерации и дезинфекции. Рациональной концентрацией раствора NaOH при регенерации полволоконных AP-2 и трубчатых БТУ-05/2-Ф-I мембран после УФ яблочного и виноградного соков является 1%. Эффективной дезинфекции достигали при обработке мембран (после регенерации) раствором перекиси водорода или гипохлорита натрия массовой долей 3% и 0,03% соответственно. Параметры проведения процесса УФ соков и последующей регенерации и дезинфекции мембран представлены в табл. I и 2.

Таблица I

## Параметры процесса ультрафильтрации сока

| № п/п | Обрабатываемый сок | Вид мембраны | Температура, °C | Перепад рабочего давления, МПа | Скорость потока раствора, м/с |
|-------|--------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1.    | Яблочный           | AP-02        | 50              | 0,2                            | 1,5                           |
| 2.    | Виноградный        | AP-02        | 50              | 0,2                            | 1,5                           |
| 3.    | Яблочный           | БТУ-05/2-Ф-I | 50              | 0,4                            | 3,5                           |
| 4.    | Виноградный        | БТУ-05/2-Ф-I | 50              | 0,4                            | 3,5                           |

Составы регенерирующих и дезинфицирующих растворов и режимов обработки мембран AP-2 и БТУ-05/2-Ф-I после УФ яблочного и виноградного соков и микробиологическая оценка процессов УФ, ре-

генерации и дезинфекции мембран представлены в табл. 3, 4.

Таблица 2  
Параметры процесса регенерации и дезинфекции мембран

| №№:<br>п/п: | Обрабатываемый<br>сок | Вид<br>мембраны | Темпера-<br>тура,<br>°С | Перепад<br>рабочего:<br>давления:<br>МПа | Скорость<br>потока ра-<br>створа,<br>м/с |
|-------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|--|--|
| 1.          | Яблочный              | АР-02           | 50                      | 0,2                                      | 1,5                                      |
|             |                       | БТУ-05/2-Ф-1    | 50                      | 0,4                                      | 3,5                                      |
| 2.          | Виноградный           | АР-02           | 50                      | 0,2                                      | 1,5                                      |
|             |                       | БТУ-05/2-Ф-1    | 50                      | 0,3                                      | 3  |

Срок службы мембран при УФ указанных соков составляет: 1,32 года для АР-2 и 3,14 года — для БТУ-05/2-Ф-1.

Проведено производственное испытание разработанных составов и режимов, определен экономический эффект от внедрения данных составов и режимов регенерации и дезинфекции мембран после ультрафильтрационного осветления соков, который составляет 131,1 руб. на 1000 дал. при осветлении виноградного сока с использованием мембранной установки ХПВ-6 с половолоконным модулем АР-2 и 85,03 руб./т сока при осветлении яблочного сока на мембранной установке БТУ-05/2 с трубчатым элементом БТУ-05/2-Ф-1.

В четвертой главе разработана математическая модель (ММ) ультрафильтрации (УФ), частичной регенерации (ЧР), полной регенерации и дезинфекции (РД) на базе наборов экспериментальных данных (ЭД) методами нелинейной оптимизации. На основе (ММ) разработана цифровая имитационная модель УФ, ЧР, РД, на которой проведен вариантный анализ функционирования технологического процесса (ТП) УФ и РД. Оптимизация ТП УФ и РД на имитационной модели по заданному критерию качества функционирования ТП с учетом технико-экономических ограничений позволила определить оптимальный технологический регламент ТП.

Системный и априорный анализ выявил основные, наиболее существенно влияющие на ТП, причинно-следственные связи параметров УФ и РД.

ММ ТП УФ и РД описывается уравнениями вида:

$$\mathcal{L} \frac{dG(t)}{dt} + G(t) = K G_a, \quad G(t_0) = G_0 \quad (I)$$

где  $\mathcal{D}$  – коэффициент, определяющий инерционность засорения (регенерации, дезинфекции) передачи ММ УФ и РД.  $\mathcal{D}$ ,  $\mathcal{K}$  определяются из экспериментальных данных.

Получена обобщенная ММ коэффициента

$$K = f(t, \Delta P, \omega, c, \tau_f, \tau_r, \tau_d) \quad (2)$$

как свертка частных ММ по каждому из параметров правой части уравнения (2),

где  $t = 20 \dots 50$  °C – температура регенерирующих и дезинфицирующих растворов;  $\Delta P = 0.05 \dots 0.4$  МПа – перепад рабочего давления над мембраной;  $\omega = 0.8 \dots 3.5$  м/с – скорость потока жидкости над мембраной;  $\tau_f, \tau_r, \tau_d$  – продолжительность ТП фильтрации, регенерации и дезинфекции (ч);  $c$  – концентрация регенерирующих и дезинфицирующих растворов, (%).

Экспериментальная проверка результатов аппроксимации ММ в производственных условиях показала высокую адекватность ЭД.

ММ обсемененности мембран микроорганизмами имеет вид

$$N(\tau_f) = N_0 (A + B \cdot \tau_f) 100 \quad (3)$$

ММ биохимической составляющей осадка (белки, пектин, полифенолы) имеет вид

$$E(\tau_f) = E^0 (1 - e^{-\tau_f/\mathcal{D}_M}) \quad (4)$$

Разработаны также ММ процессов регенерации и дезинфекции мембран.

На основе технико-экономического критерия выведен критерий эффективности функционирования ТП УФ РД

$$R = \max R_f + \min \{ \sum R_{p,i} \} \quad (5)$$

где:

$$R_f = \sum_{j=1}^{n_f} \int_{t_j}^{t_{j+1}} G_f(t) dt; \quad R_{p,i} = \sum_{l=1}^{n_{p,i}} \int_{t_{j-1}}^{t_{j+1}} G_{p,i}(t) dt$$

В результате вариантного анализа на цифровой имитационной модели (ЦИМ) получены интервальные оценки параметров. На основании параметрической оптимизации получены точечные оценки основных технологических параметров процесса регенерации и дезинфекции мембранных фильтров (5). Установлен оптимальный технологический регламент: три рабочих цикла УФ по 3,5 ч; ЧР 0,5 ч, затем 3 ч УФ и 1 ч РД с восстановлением проницаемости мембран до 95–98 % от первоначальной. Фрагменты результатов исследования на ЭВМ ТП УФ яблочного сока (сорт "Ренет Симеренко") и последующей РД полволоконных мембран АР-2 приведены на рис. 1, 2.

Таблица 3

Микробиологическая оценка процесса ультрафильтрации соков, регенерации и дезинфекции мембран (по модельным взвесям микроорганизмов)

| № п/п | Исследуемый материал               | Вид мембраны и мембранно-го оборудования | Микроорганизмы | Начальная концентрация Кл/см <sup>3</sup> на средах: | МПА                   | Сабуро                 | Сабуро                 | Микроциста |
|-------|------------------------------------|--|----------------|--|-----------------------|------------------------|------------------------|------------|
| I.    | Модельная взвесь микроорганизмов   |  | ЭНДО           | 2,72 · 10 <sup>6</sup>                               | 2,5 · 10 <sup>6</sup> | 8 · 10 <sup>4</sup>    | 8 · 10 <sup>4</sup>    |            |
| 2.    | Пермеат                            | АР-2                                     |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
|       |                                    | БТУ-05/2-Ф-I                             |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
| 3.    | Ретант                             | АР-2                                     |                | 6,26 · 10 <sup>6</sup>                               | 5,3 · 10 <sup>6</sup> | 22,4 · 10 <sup>4</sup> | 24,8 · 10 <sup>4</sup> |            |
|       |                                    | БТУ-05/2-Ф-I                             |                | 9,25 · 10 <sup>6</sup>                               | 8,0 · 10 <sup>6</sup> | 16,9 · 10 <sup>4</sup> | 25,2 · 10 <sup>4</sup> |            |
| 4.    | Промывные воды до ультрафильтрации | АР-2                                     |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
|       |                                    | БТУ-05/2-Ф-I                             |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
|       | После регенерации и дезинфекции    | АР-2                                     |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
|       |                                    | БТУ-05/2-Ф-I                             |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |
| 5.    | Контроль питательной среды         |  |                | 0  | 0                     | 0                      | 0                      |            |

Таблица 4

Составы регенерирующих и дезинфицирующих растворов и режимы обработки мембран после ультрафильтрации свежесжатых яблочного и виноградного соков

|              |                         |   |    |  |      |
|--------------|-------------------------|---|----|--|------|
| Вид мембраны | Параметры процесса      | I-й состав регенерирующих и дезинфицирующих растворов |    | II-й состав регенерирующих и дезинфицирующих растворов |      |
| AP-2         | H <sub>2</sub> O : NaOH | 1   | 2  | 3  | 4    |
| и            | концентрация, %         | I   | I  | -  | 3    |
| BTU-05/2-Ф-I | экспозиция, мин         | 10  | 15 | 15   | 10   |
| AP-2         | концентрация, %         | -   | -  | -  | 0,03 |
| и            | экспозиция, мин         | 10  | 10 | 15   | 10   |
| BTU-05/2-Ф-I | экспозиция, мин         | 10  | 10 | 15   | 15   |

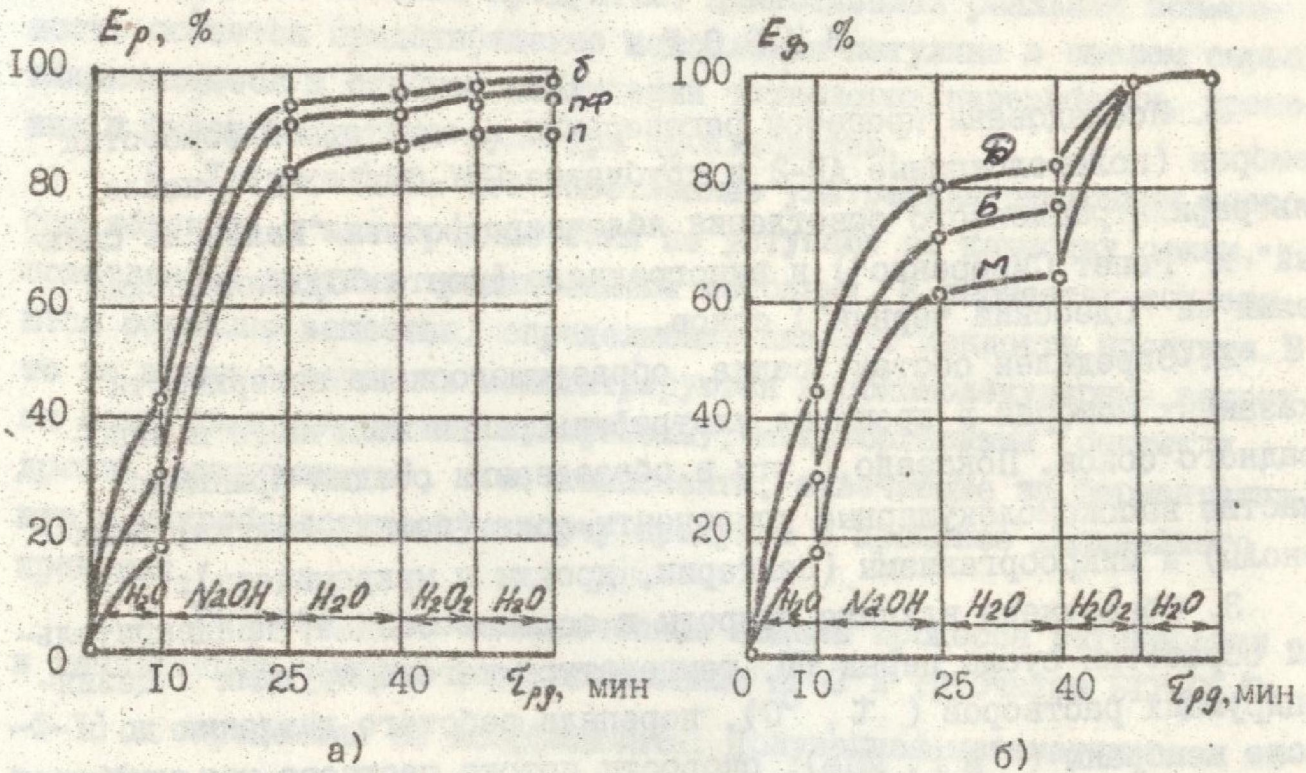


Рис. 1. Зависимость эффективности РИД полуволоконных (АР-2) мембран от продолжительности процесса после УФ яблочного сока (сорт "Ренет Симеренко"): а - по биохимическим показателям; б - по микробиологическим показателям.

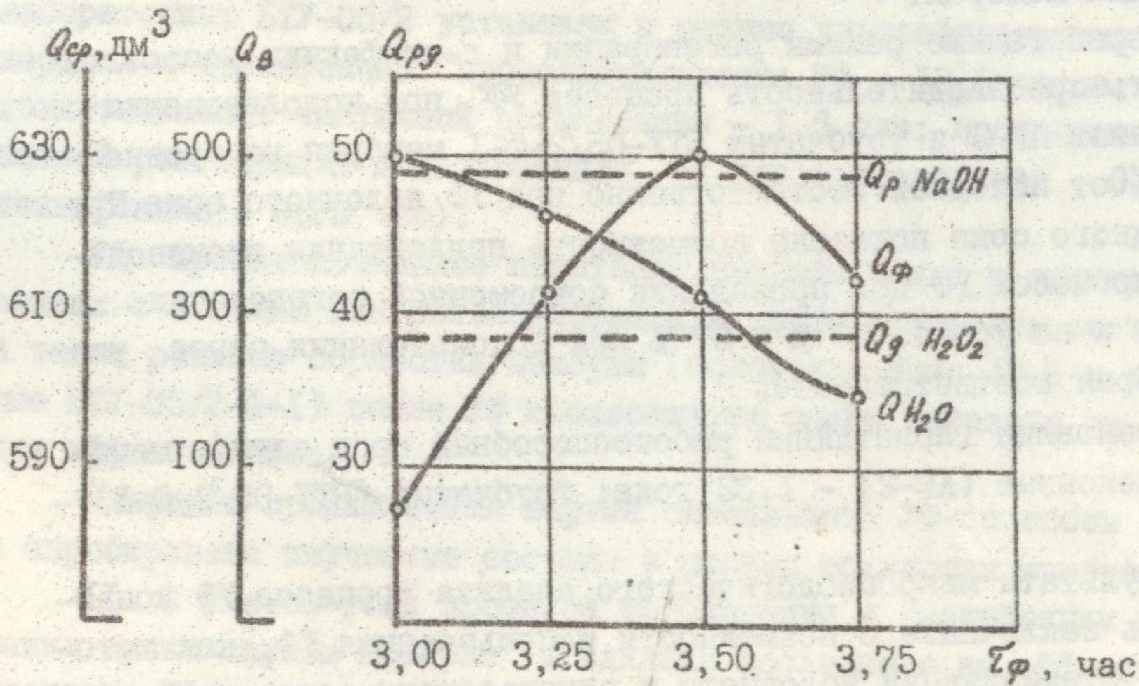


Рис. 2. Графики критерия эффективности функционирования ТП РИД полуволоконных (АР-2) мембран после УФ яблочного сока (сорт "Ренет Симеренко").

## ВЫВОДЫ

1. Исследованы процессы регенерации и санитарной обработки мембран (половолоконные АР-2 и трубчатые БТУ-05/2-Ф-1) после ультрафильтрационного осветления яблочного (сорта "Кальвиль снежный" и "Ренет Симеренко") и виноградного (сорта "Сухолиманский белый" и "Одесский черный") соков.
2. Определен состав осадка, образующегося на поверхности указанных мембран в процессе ультрафильтрации яблочного и виноградного соков. Показано, что в образовании осадка принимают участие высокомолекулярные компоненты сока (белки, пектин, полифенолы) и микроорганизмы (бактерии, дрожжи и микромицеты).
3. Обнаружено влияние природы и состава осадка, предварительной обработки сусла перед УФ, температуры регенерирующих и дезинфицирующих растворов ( $t$ , °C), перепада рабочего давления до и после мембраны ( $\Delta P$ , МПа), скорости потока раствора над мембраной ( $\omega$ , м/с), концентрации ( $C$ , %) и рН регенерирующих и дезинфицирующих растворов, продолжительности УФ ( $\tau_{у.ф.}$ , ч), продолжительности частичной и полной регенерации и дезинфекции ( $\tau_p$ ;  $\tau_{р.д.}$ ; ч) после УФ соков на эффективность процесса регенерации и дезинфекции мембран.
4. Разработанные режимы регенерации и дезинфекции позволяют поддерживать производительность процесса УФ при использовании половолоконных АР-2 и трубчатых БТУ-05/2-Ф-1 мембран на уровне 97 % и 89 % от исходной соответственно при УФ яблочного сока. При УФ виноградного сока показана возможность поддержания производительности процесса УФ при проведении современной регенерации и дезинфекции и на уровне 90 % и 87 % при использовании ранее указанных мембран соответственно.
5. Установлен гарантийный работоспособный срок службы мембран: половолоконные (АР-2) - 1,32 года; трубчатые (БТУ-05/2-Ф-1) - 3,14 года.
6. Результаты микробиологического анализа процесса УФ позволяют сделать заключение о возможности использования УФ, как метода холодной стерилизации яблочного и виноградного соков при соблюдении асептических условий фасовки пермеата.
7. Выявлено, что УФ не позволяет полностью удалить патулин из свежих соков, что подтверждает факт о том, что на сегодняшний день не существует технологических приемов, способных удалить

микотоксины из пищевых продуктов. Единственная реальная возможность остается предотвращение накопления патулина в свежем сырье, заключающееся в строгом соблюдении технологии переработки, хранения и высокого уровня культуры производства.

8. Установлено, что осветленные ультрафильтрационным способом яблочные и виноградные соки не уступают по качеству сокам, осветленным другими традиционными методами. В пермеатах сохраняются основные вещества, определяющие пищевую ценность продукта. В то же время в ретантах концентрируются высокомолекулярные вещества сока (белок, пектин, полифенолы), микроорганизмы (бактерии, дрожжи, микромицеты), т.е. компоненты, отвечающие за ферментативную и микробиологическую порчу продукта в процессе дальнейшего хранения.

9. Разработана математическая модель процесса регенерации и дезинфекции мембран (половолоконные AP-2 и трубчатые БТУ-05/2-Ф-I) и определены ее коэффициенты. Полученная математическая модель была положена в основу оптимизации экспериментальных данных и разработки составов регенерирующих и дезинфицирующих растворов и режимов обработки мембран после УФ свежееотжатых яблочных и виноградных соков. Составлен рациональный технологический регламент работы мембранных ультрафильтрационных полупромышленных ВПЛ-6 и лабораторных БТУ-05/2 установок в режиме ультрафильтрация - регенерация и дезинфекция: продолжительность УФ - 13,5 часов; продолжительность частичной регенерации - 1,5 час; продолжительность полной регенерации и дезинфекции - 1 час (регенерация - 0,75 час, дезинфекция - 0,25 час).

10. Производственное испытание разработанных и оптимизированных с помощью ЭВМ регенерирующих и дезинфицирующих составов, а также режимов обработки мембран (половолоконные AP-2 и трубчатые БТУ-05/2-Ф-I) после УФ свежееотжатых соков показало их высокую эффективность.

Выпущена промышленная партия осветленных УФ-способом соков и апробированы изученные составы и режимы обработки мембран.

11. С учетом роли процесса регенерации и дезинфекции в продлении срока службы мембран и влияние последнего на эффективность процесса УФ и рентабельность сокового производства, годовой экономический эффект от осветления виноградного сока с использованием мембранной ультрафильтрационной установки УПВ-6 с половолокон-

ным модулем АР-2 составляет 131,1 руб. на 1000 дал, а при осветлении яблочного сока с применением мембранной ультрафильтрационной установки БТУ-05/2-Ф-1 с трубчатым элементом БТУ-05/2-Ф-1 экономический эффект составляет 85,03 руб./т сока.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Гиляль Самир. Биохимическая и микробиологическая характеристика осадка, образующегося на поверхности ультрафильтрационных мембран при осветлении плодово-ягодных соков. // Тезисы докл. юбилейной 50-ой научно-практической конференции ОТИПШ имени М.В.Ломоносова. - Одесса. - 1990. - С.90.
2. Гиляль Самир, Кириленко О.А. Математическое моделирование процесса регенерации и дезинфекции ультрафильтрационных мембран при осветлении плодово-ягодных соков // УІ семинар по мембранам и мембранной технологии. - Киев-Одесса. - 1990. - С.19.
3. Гиляль Самир, Сторожук В.Н. Влияние сортовых особенностей и технологической обработки на содержание макро- и микроэлементов в яблочном соке. - Краснодар, 1990. - 7 с. - Деп. в Агрониитэи-пищепроме 03.05.90, № 2256-ПШ 90.
4. Микробиологическая оценка продуктов ультрафильтрации плодово-ягодных соков / Самир Гиляль, В.Г.Поязитис, О.А.Кириленко, Я.Б.Паулина. - Краснодар, 1989. - 9 с. - Деп. в Агрониитэи-пищепроме II. II. 89, № 2135-ПШ 89.
5. Поязитис В.Г., Гиляль Самир, Рачинский А.Т. Оптимизация ультрафильтрационного процесса в режиме "фильтрация-регенерация". Тезисы докл. III-ей Всесоюзной конференции молодых ученых химико-технологического факультета Рижского политехнического института (Латвийского технического университета). - Рига, 1989. - С.154.
6. Микробиологическая оценка продуктов ультрафильтрации фруктовых соков / Кириленко О.А., Гиляль Самир, Поязитис В.Г., Паулина Я.Б. // Тезисы докл. областной межвузовской научно-практической конференции "Социально-экономические и научно-технические проблемы Агропромышленного комплекса. - Одесса. - 1989. - С. III.
7. Гиляль Самир. Мембранная стерилизация плодово-ягодных соков. // Тезисы докл. 51-ой научно-практической конференции ОТИПШ им. М.В.Ломоносова. - Одесса. - 1991.