

Автор
Р 58

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛИСИНСКОГО

на прагах рукописи

РОВИЦЕЦ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКОГО
АГАРОИДА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗУЛЬТРАЦИИ И СМЕСИ В ВОЗВУШНОМ
СЛОЕ ИНЕРТНЫХ ТЕЛ

Специальность - 05.18.04 - технология мясных, молочных
и рыбных продуктов

А т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1993

его экстрактов и сушки во взвешенном слое инертного материала.

Для достижения этой цели необходимо:

- осуществить выбор и установить рабочие режимы эксплуатации ультрафильтрационных мембран для сгущения экстрактов агароида /ЭА/;
- изучить изменение химического состава и физико-химических показателей ЭА в процессе ультрафильтрации;
- определить влияние добавок солей различных металлов на качественные характеристики ультрафильтрационных концентратов агароида УЭКА/;
- изучить термодинамические параметры теплообмена УЭКА;
- исследовать кинетику и закономерность механизмов сушки УЭКА во взвешенном слое на инертных материалах;
- разработать технологию сухого агароида на основе ультрафильтрации и сушки во взвешенном слое;
- осуществить промышленную апробацию разработанной технологии в условиях Одесского экспериментального агарового завода.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- доказана возможность использования процесса ультрафильтрации для очистки и концентрирования ЭА;
- установлено, что предельная концентрация УЭКА составляет 5...6 %, что в 2...4 раза превышает концентрацию экстрактов агароида, получаемых в настоящее время;
- выяснено, что внесение в УЭКА солей хлористого натрия в количествах, не превышающих общее содержание зольности в конечном продукте, предусмотренных стандартом, позволяет повысить студнеобразующую способность в 1,2...1,5 раза;
- показано, что в процессе концентрирования ЭА снижается содержание азотистых веществ, негативно влияющих на качественные показатели готового продукта;
- впервые предложена методика и определены кинетические зависимости сушки ЭА и УЭКА во взвешенном слое инертных тел;
- определены термодинамические параметры теплообмена сушки УЭКА.

Практическая ценность. На основании проведенных исследований разработана технология сухого кондитерского агароида на основе ультрафильтрационного концентрирования его экстрактов и сушки во взвешенном слое инертных материалов, позволяющая снизить энергоемкость процесса в 2...2,5 раза. Технология апробирована в производственных ус-

ловиях и осуществляется ее внедрение на Одесском экспериментальном агаровом заводе. Экономический эффект от внедрения составляет /в ценах 1990 года/ в зависимости от вида ультрафильтрационных установок от 488 до 517 тыс.руб. в год.

Апробация работы. Результаты работы доложены и одобрены на Всесоюзной научной конференции "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания" /Харьков, 1990/, на Всесоюзном коллоквиуме "Процессы и аппараты пищевых производств" /Москва, 1992/, на межвузовской научно-практической конференции "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасль АПК" /Киев, КТИПП, 22-24 сентября 1991 г./, на 52-ой Юбилейной научной конференции ОТИПП /Одесса, 1992/, на 53-ей научной конференции ОТИПП /Одесса, 1993/.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 8 работ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на _____ страницах машинописного текста, содержит _____ таблиц, _____ рисунков. Список литературы включает _____ наименований, в том числе _____ на иностранных языках.

На защиту выносятся:

- данные экспериментальных исследований по обоснованию выбора ультрафильтрационных мембран и режимов их эксплуатации для концентрирования ЭА;
- результаты исследования влияния добавок солей различных металлов на студнеобразующую способность кондитерского агароида;
- экспериментальные данные параметров теплообмена ЭА и их аналитические зависимости в процессе сушки в псевдоожиженном слое;
- обоснование технологических режимов производства кондитерского агароида на основе ультрафильтрационного концентрирования ЭА и сушки в псевдоожиженном слое инертных тел.

Содержание работы

Во введении обоснованы актуальность темы, цели исследований.

В первой главе представлен аналитический обзор литературы о химическом составе агароида.

Рассмотрены технологические схемы переработки красных водорос-

лей на пищевые и технические цели. Описаны различные способы обезвоживания и очистки экстрактов красных морских водорослей.

Отмечено, что экстракты агарида, вырабатываемые в настоящее время, имеют низкое содержание сухих веществ, что обуславливает высокие энергетические затраты, связанные с сушкой готового продукта. Экстракты, направляемые на сушку, имеют повышенное содержание азотистых веществ, в результате чего снижаются органолептические показатели кондитерских изделий, вырабатываемых на основе сухого кондитерского агарида.

Анализ существующих способов очистки, концентрирования экстрактов красных водорослей свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом, позволяющим совместить два эти процесса, является ультрафильтрация.

Проанализированы способы промышленной сушки экстрактов красных и бурых водорослей на отечественном и зарубежном оборудовании. Выявлены недостатки технологий и сушильных установок.

На основании анализа существующих способов сушки сделан вывод, что наиболее перспективным способом сушки экстрактов красных водорослей является сушка во взвешенном слое инертных тел.

Существенную проблему представляет расчет продолжительности сушки растворов в фонтанирующем слое инертных тел. Анализ существующих методик расчета продолжительности сушки жидких материалов позволил сделать вывод, что наиболее предпочтительной является методика, предложенная профессором Г.К. Зилоненко, впоследствии усовершенствованная профессором Гришиным М.А.

Во второй главе приведены методика и техника проведения экспериментов, методы определения физико-химических показателей, химического состава и технологических свойств нативного и стуженного агарида, методы определения термодинамических параметров теплооблагоденоса, а также равновесного влагосодержания ЭА.

Описаны экспериментальные ультрафильтрационные установки, также оборудование для сушки жидких продуктов во взвешенном слое инертных тел.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию влияния параметров процесса разделения и стужения агаридных экстрактов с помощью ультрафильтрационных мембран, производимых в странах СНГ.

В лабораторных и промышленных условиях были исследованы ультрафильтрационные мембраны УИМ-П, ММБИЛ ПА и трубчатые аппараты БТУ-0,5/2.

На начальном этапе исследований определяли влияние водной среды на эксплуатационные характеристики мембран. Установлено, что черным пределом рабочего давления, превышение которого влияет на увеличение проницаемости, является для мембран: УИМ-П - 0,35 МПа; ММБИЛ ПА - 0,45 МПа; трубчатых аппаратов БТУ-0,5/2 - 0,4 МПа.

Исследование влияния длительного воздействия температуры на изменение проницаемости мембран выявило особенность, при которой наблюдается двойная "усадка" мембран. Данный вид усадки характерен при воздействии температуры водной среды выше 70 °С. При этом снижение проницаемости /примерно на 15...20 %/ наблюдалось в начальные периоды термостатирования, что составляло 0,5...1 час. Дальнейшая постепенная усадка наблюдалась в течение 200...250 часов термостатирования; после чего снижение проницаемости не происходило.

Проведены исследования по ультрафильтрационному стужению агаридных растворов. На рис.1 показаны зависимости влияния температуры на скорость фильтрации. Установлено, что скорость фильтрации в исследуемом диапазоне температур изменяется линейно. Однако, повышение температуры фильтрации выше 90 °С нецелесообразно, так как это приводит к деградации мембраны и нарушению работы ультрафильтрационных аппаратов.

Увеличение скорости фильтрации при повышении температуры происходит за счет снижения вязкости агаридных экстрактов.

Зависимость проницаемости от скорости потока в межмембранном канале показана на рис.2.

Влияние концентрации фильтруемого потока на скорость ультрафильтрации изучали при давлении $P = 0,35$ МПа и скорости потока в межмембранном канале 2,0 м/с. Эта зависимость представлена на рис.3.

Из рис.3 следует, что с повышением концентрации скорость фильтрации уменьшается, причем резкое снижение наблюдается при достижении концентрации сухих веществ 5 %. Это обусловлено значительным повышением вязкости агаридного раствора, а также образованием гелевого слоя на поверхности мембраны. Отсюда можно сделать вывод, что концентрирование агаридных экстрактов до содержания сухих веществ выше 5 % проводить нецелесообразно.

В процессе концентрирования агаридных экстрактов наблюдалось снижение прочности водных и сахарно-водных студней. Высказано предположение, что определяющее влияние на прочность студней оказывает

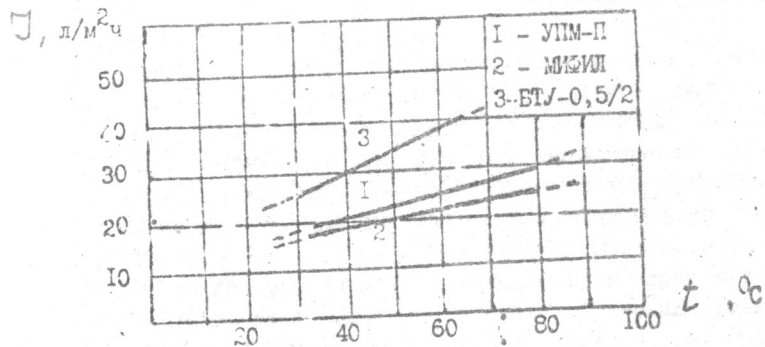


Рис.1. Зависимость скорости ультрафильтрации от температуры

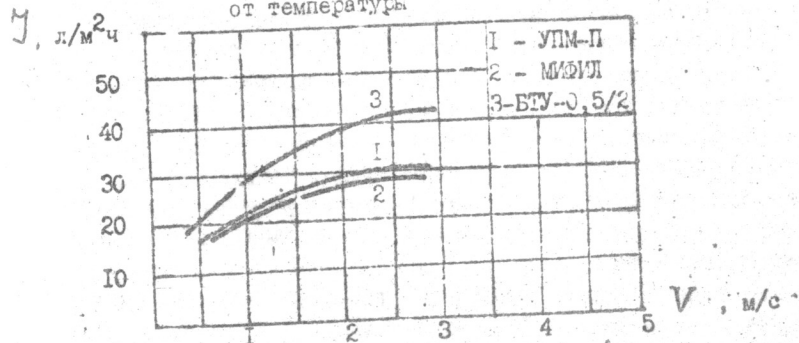


Рис.2. Влияние скорости потока на скорость ультрафильтрации

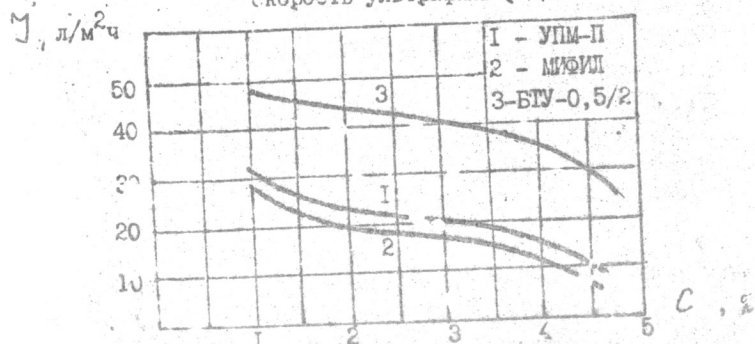


Рис.3. Влияние концентрации фильт. змол. потока на скорости ультрафильтрации

изменение макро- микроэлементного состава концентратов агароида.

В табл. I приведены результаты исследований изменения содержания азотистых веществ, макро- микроэлементного состава агароида, а также прочности их студней в зависимости от степени сгущения их экстрактов.

Таблица I

Содержание сухих веществ, %	Степень сгущения	Содержание элементов, г/100 г							Прочность сахарно-водного студня, г
		Зола	Общий азот	K	Na	Ca	Mn	Mg	
1,4	1,0	21,0	0,95	10,2	6,4	3,2	0,04	0,4	2100
				9,2	6,7	3,1	0,05	0,42	
1,95	1,5	19,0	0,8	10,0	6,2	2,8	0,041	0,3	2070
				9,3	6,5	2,8	0,05	0,4	
2,95	2,0	18,0	0,62	9,9	6,0	2,7	0,042	0,3	2000
				9,1	6,3	2,8	0,052	0,3	
3,7	2,5	16,5	0,6	9,7	4,2	2,2	0,04	0,25	1850
				9,0	4,0	2,7	0,052	0,25	
4,4	3,0	14,0	0,59	9,7	3,3	1,8	0,033	0,2	1820
				9,8	2,2	1,9	0,04	0,19	
5,23	3,5	13,8	0,57	9,6	2,1	1,1	0,05	0,1	1700
				8,6	2,2	1,3	0,03	0,05	

Примечание: В числителе мембраны УПМ-П, в знаменателе мембраны МИФМЛ ПА.

Из табл. I видно, что с повышением степени сгущения значительно снижается содержание ионов Ca^{++} и Na^+ , уменьшение ионов K^+ происходит незначительное. Во всем диапазоне концентрирования происходит падение прочности сахарно-водных студней.

В табл. 2 представлена зависимость влияния степени сгущения агароида на прочность водных и сахарно-водных студней как без добавления, так и с добавлением различных солей. Соли добавляли в таком соотношении, чтобы содержание минеральной части агароида в пересчете на сухое вещество не превышало стандартное значение. Анализируя представленную таблицу, можно сделать вывод, что наиболее высокую прочность образуют водные студни при добавлении солей Ca . Очевидно, что ионы Ca^{++} , имеющие большую валентность, образуют более прочные связи с сульфатными группами по сравнению с ионами

Na⁺ и K⁺.

Таблица 2

Степень сгущения	без добавления солей		Прочность ультрафильтрационных концентратов с добавлением солей, г		
	прочность сахарно-водного студня, г	содержание зехи, г/100 г	NaCl	KCl	CaCl ₂
1,0	$\frac{1950}{450}$	20,8	-	-	-
2,0	$\frac{1870}{420}$	20,0	$\frac{2500}{360}$	$\frac{1290}{580}$	$\frac{1920}{860}$
2,5	$\frac{1710}{400}$	20,0	$\frac{2580}{200}$	$\frac{1100}{620}$	$\frac{2100}{860}$
3,0	$\frac{1620}{380}$	20,0	$\frac{2800}{100}$	$\frac{980}{560}$	$\frac{1950}{920}$
3,5	$\frac{1600}{260}$	20,0	$\frac{2900}{\text{студень не образуется}}$	$\frac{620}{400}$	$\frac{1850}{1100}$

Примечание: В числителе прочность водных студней, в знаменателе прочность сахарно-водных студней.

Противоположная картина наблюдается при исследовании прочности сахарно-водных студней. В этом случае значительно увеличивается прочность студней Na-агароида, резко уменьшается прочность K-агароида. Значительное повышение прочности сахарно-водных студней можно объяснить образованием двойного комплексного соединения хлористого натрия с водой: $C_{12}H_{22}O_{11}NaCl \cdot 2H_2O$

В процессе ультрафильтрационного сгущения высокомолекулярная часть агароида подвергается интенсивному механическому воздействию, в результате чего происходит деструкция студнеобразующей фракции.

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее целесообразно применять шестиступенчатые и перестальтические насосы.

В четвертой главе для оценки агароида, как объекта сушки, определяли равновесное влагосодержание и термодинамические параметры тепло-влажностного переноса, а именно: химический потенциал, экспериментальный потенциал влагопереноса, удельную изотермическую влагоемкость агароида при различных температурах, коэффициент химического потенциала и термоградиентный коэффициент при различных значениях равновесного влагосодержания и температур.

Равновесное влагосодержание кондитерского агароида определяли тензиметрическим методом. В табл.3 приведены значения равновесного влагосодержания U_p кг/кг сухого вещества при относительной влажности воздуха φ , доли единицы.

Таблица 3

Материал кондитерский! агароид	U_p , кг/кг сухого вещества при φ , доли единиц									
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$t = 0^\circ C$	0,082	0,15	0,19	0,2	0,21	0,22	0,27	0,37	0,58	1,2
$t = 20^\circ C$	0,08	0,12	0,15	0,16	0,17	0,18	0,21	0,31	0,55	1,12
$t = 40^\circ C$	0,07	0,09	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,28	0,5	0,95
$t = 60^\circ C$	0,04	0,05	0,1	0,12	0,125	0,13	0,16	0,23	0,46	0,9

Из табл.3 следует, что с повышением температуры равновесное влагосодержание агароида уменьшается при всех величинах относительной влажности воздуха.

На рис.4 и рис.5 представлены зависимости термодинамических параметров влагопереноса агароида от равновесного влагосодержания. Величины химического потенциала уменьшаются с увеличением равновесного влагосодержания и с повышением температуры. Величина химического потенциала в процессе сушки возрастает, так как увеличивается энергия связи влаги с материалом.

Экспериментальный потенциал влагопереноса в процессе сушки уменьшается и увеличивается с повышением температуры.

Термоградиентный коэффициент находится в сложной зависимости от равновесного влагосодержания: в диапазоне от 0 до 0,6 возрастает до максимального значения, а при дальнейшем увеличении U_p величина δ постепенно уменьшается.

Далее приведены сведения о тепло-массообмене в процессе сушки агароида: расчетные уравнения перемещения влаги в материале, роль потенциала сушки нагретого воздуха, система дифференциальных уравнений А.В.Лыкова переноса теплоты и влаги в процессе сушки коллоидно-капиллярных материалов, к которым относится кондитерский агароид. Однако, ввиду сложности данной системы, в настоящее время получить ее решение невозможно.

Закономерности процесса сушки кондитерского агароида, расчет продолжительности сушки произвели на основе метода приведенной скорости сушки профессора Г.К.Филоновичко.

Приведенная скорость сушки ψ позволяет исключить влияние

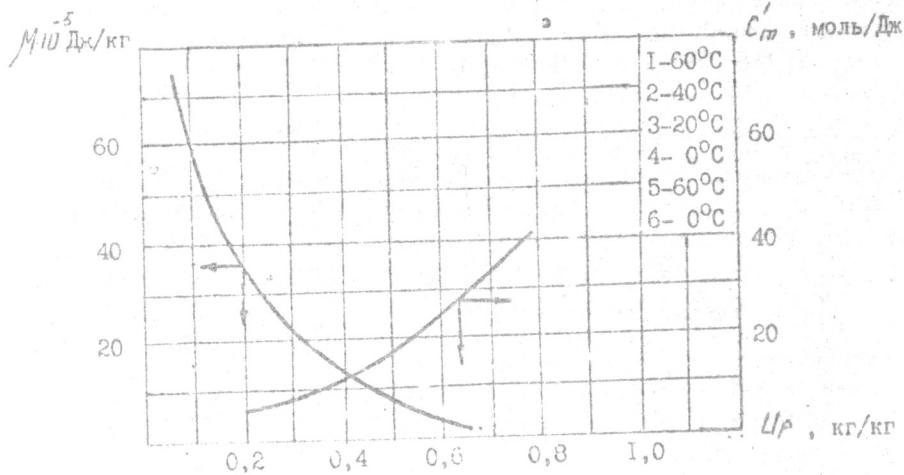


Рис. 4. Зависимость от равновесного влагосодержания: химического потенциала и удельной изотермической влагоемкости

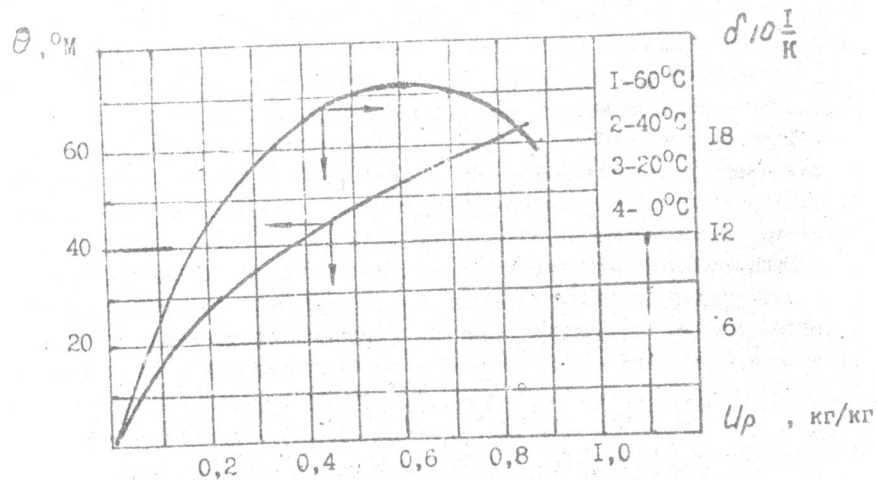


Рис. 5. Зависимость от равновесного влагосодержания универсального потенциала влагопереноса и термоградиентного коэффициента

параметров сушильного агента и зависит только от физико-химических свойств материала и энергии связи влаги с материалом и находится отношением скорости сушки при данном влагосодержании $\frac{dw}{d\tau}$ к максимальной скорости сушки N периода постоянной скорости:

$$\psi = \frac{1}{N} \frac{dw}{d\tau} = \frac{(w - w_p)^m}{A + B(w - w_p)^m} \quad / 1 /$$

Преобразуя уравнение /1/, находим продолжительность сушки

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(w_1 - w_2) + A \int_{w_2}^{w_1} \frac{dw}{(w - w_p)^m + B(w - w_p)} \right] \quad / 2 /$$

где N - максимальная скорость сушки первого периода, %/мин; w_1, w, w_2, w_k, w_p - соответственно влагосодержание материала: начальное, текущее, конечное, критическое и равновесное, %; A, B, m - массообменные характеристики.

Для данного материала показатель степени m является постоянной величиной, он характеризует энергию связи влаги с материалом.

М.А. Гришин и его ученики для разнообразных пищевых материалов в широком диапазоне изменений параметров сушильного агента установили четыре значения m : 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0.

Обработка экспериментальными данными показала, что для кондитерского агарида $m = 1,0$, при этом уравнение /2/ примет вид:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(w_1 - w_k) + 2,3 \lg \frac{w_k - w_p}{w_2 - w_p} + B(w_k - w_2) \right] \quad / 3 /$$

Для решения уравнения /3/ необходимо определить входящие в него члены. В результате обработки экспериментальных данных определено уравнение скорости постоянного периода сушки:

$$N = 0,012 U_n \cdot E \cdot v_p, \text{ кг/с} \cdot \text{кг} \quad / 4 /$$

где U_n - начальное влагосодержание, кг/кг сухого вещества; E_{cp} - среднее значение потенциала сушки, °C; v_p - массовая скорость воздуха, кг/м²с.

Среднее квадратичное отклонение расчетной величины составляет $\pm 10,2\%$.

Массообменные коэффициенты A и B и величина критического влагосодержания w_k изменяются в зависимости от потенциала сушки и температуры нагретого воздуха. Массообменные коэффициенты A и B разделяют перемещение связанной влаги в частицах агарида в период падающей скорости сушки. Значения этих коэффициентов определяются длиной пути перемещения влаги, т.е. величиной частиц агарида, а также фазовым состоянием влаги, являющейся функцией потенциала

ала и температуры сушки нагретого воздуха. Величина коэффициента A с повышением температуры и потенциала сушки воздуха уменьшается, коэффициент B при сушке агароида имеет положительное значение.

Уравнение /4/ позволяет с достаточной точностью решать основное уравнение кинетики процесса /3/ - продолжительности сушки агароида.

В диссертации помещены кривые сушки агароида во взвешенном слое в зависимости от температуры и потенциала сушки воздуха при различных начальных влагосодержаниях агароида.

В пятой главе по результатам проведенных исследований разработана технологическая схема сухого кондитерского агароида на основе ультрафильтрационного концентрирования его экстрактов. Согласно предложенной схеме ультрафильтрационное концентрирование ведут при температуре 70...80 °C и давлении 0,35 МПа до концентрации раствора 4...5 % сухих веществ. Полученный концентрат направляли в смесительный бак.

Хлористый натрий вносят в полученный концентрат из такого расчета, чтобы общее содержание соли не превышало 20 % на сухое вещество.

Сушку растворов осуществляют на сушилке во взвешенном слое инертных тел при температуре на входе 120...150 °C.

В табл.5 приведены показатели качества кондитерского агароида, выпускаемого по традиционной и предлагаемой технологии.

Таблица 5

Показатели	Традиционный способ	Кондитерский агароид, выращенный на основе ультрафильтрационного концентрирования	
		с добавлением NaCl	без добавления NaCl
Прочность сахарно-водного студня /2,5 % агароида, 70 °C сахара/	1800	2500	1700
Содержание азотистых веществ, % на сухое вещество	1,0	0,6	0,6
Содержание соли, % на сухое вещество	не более 20,0	20,0	16,0

Сравнение качества образцов кондитерского агароида показывает, что по важнейшим показателям, предусмотренным ГОСТ 75-94-75, агароид, вырабатываемый с помощью ультрафильтрационного концентрирования его экстрактов, превосходит агароид, вырабатываемый по традиционной технологии.

1. Изучены характеристики серийно выпускаемых в странах СНГ мембран УПМ-П, МЭИЛ ПА и трубчатых аппаратов БТУ-0,5/2. Установлено, что критическое давление, превышение которого не ведет к увеличению проницаемости мембран, составляет соответственно: 0,35 МПа; 0,45 МПа и 0,4 МПа.

Определено, что при длительном воздействии температуры происходит термическая усадка мембран. При температуре выше 80 °C наблюдается два вида усадки. Первый вид усадки происходит в начальный момент температурного воздействия, при этом проницаемость снижается на 15...20 %. Второй вид усадки снижает проницаемость мембран по сравнению с первоначальной на 3...5 % и длится в течение 200...250 часов температурного воздействия среды, после чего проницаемость мембран стабилизируется.

2. Изучено изменение минерального состава, содержание азотистых веществ и изменение физико-химических показателей концентратов агароида в зависимости от степени концентрирования экстрактов. Показано, что концентрирование целесообразно проводить до 5 % сухих веществ.

3. Определили влияние солей различных металлов на студнеобразующую способность агароида. Установлено, что наибольшей студнеобразующей способностью обладают студни, в которых снижение содержания минеральной части компенсируется хлористым натрием с таким расчетом, чтобы общее содержание соли не превышало стандартное значение.

4. Установлены закономерности кинетики теплообмена в процессе сушки агароида во взвешенном слое инертных тел. В результате математической обработки экспериментальных данных установлено значение показателя степени "n" общего уравнения продолжительности сушки. Определены уравнения скорости постоянного периода сушки агароида.

5. Исследовано равновесное влагосодержание и установлены термодинамические параметры теплообмена агароида при различных температурах, а именно: химический потенциал, экспериментальный потенциал влагопереноса, удельная изотермическая влагоемкость, температурный коэффициент химического потенциала и термоградиентный коэффициент.

6. В результате проведенных исследований разработана технологическая схема производства сухих концентратов кондитерского агароида на основе ультрафильтрационного концентрирования его экстрактов.

Экономический эффект /в ценах 1990 г./ в использовании установок А1-СУВ, А1-СУП, А1-СУС и АПВ-Пассилак составил соответственно 403,0 тыс.руб.; 510,0 тыс.руб.; 517,0 тыс.руб. и 495,0 тыс.руб.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Гришин М.А., Чагаровский А.П., Ровинец И.В. Ультр-ультрафильтрационное концентрирование экстрактов филлосфоры в производстве сухого кондитерского агароида. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания". - Харьков, 1990. - С.125.
2. Чагаровский А.П., Гришин М.А., Ровинец И.В. Разработка ресурсосберегающей технологии получения сухого агароида на основе ультрафильтрационного сгущения его экстрактов. Тезисы докладов научно-технической конференции "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасли АПК". - Киев, КТИП, 22-24 сентября 1991. - С.17-18.
3. Чагаровский А.П., Ровинец И.В., Гришин М.А. Исследование возможности повышения степени очистки экстрактов агароида ультрафильтрацией. Тезисы докладов 52-ой Юбилейной научной конференции ОТИП. - Одесса, 1992. - С.82.
4. Чагаровский А.П., Гришин М.А., Ровинец И.В. О возможности применения сухих концентратов агароида в лечебно-профилактическом питании. Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции "Разработка комбинированных продуктов питания /медико-биологические аспекты, технология, аппаратурное оформление, оптимизация/" - Кемерово, КТИП, 1991. - С.85-86.
5. Чагаровский А.П., Гришин М.А., Ровинец И.В. Применение мембранных методов в процессе сгущения и очистки кондитерского агароида. - Краснодар.-Изв.вузов "Пищевая технология", № 3-4, 1992. - С.33-34.
6. Чагаровский А.П., Ровинец И.В., Гришин М.А. Равновесное влагосодержание и термодинамические параметры тепловлагопереноса кондитерского агароида. - Краснодар.- Изв.вузов "Пищевая технология", № 3-4, 1992. - С.31-32.
7. Ровинец И.В., Гришин М.А. Исследование влияния солей различных металлов на гелеобразование ультрафильтрационных концентратов агароида. Тезисы докладов 52-ей научной конференции ОТИП. - Одесса, 1992. - С.127.
8. Ровинець І.В., Гришин М.О., Чагаровський О.П. Вплив солей різних металів на студнетвірні властивості ультрафільтраційних концентратів кондитерського агароїду. Тезиси доповідей Міжнародної науково-технічної конференції "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК". - Київ, КТИП, 19-21 жовтня 1993 р - С.355.

В. В. 17063