

Д 0107 ер.
Ш 88
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ им. М. В. ЛОМОНОСОВА

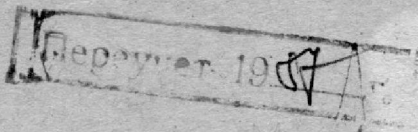
На правах рукописи

ШТЕЙНБЕРГ Рувим Вульфович

**Исследование процессов
производства консервов детского
питания и совершенствование
оборудования для их
изготовления**

(Специальность 05.02.14 — машины и агрегаты пищевой
промышленности)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**



ОДЕССА — 1973

На правах рукописи

ШТЕЙНБЕРГ Рувим Вульфович

Исследование процессов
производства консервов детского
питания и совершенствование
оборудования для их
изготовления

(Специальность 05.02.14 — машины и агрегаты пищевой
промышленности)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

В. В. 12111 ✓

ОНАХТ 08.05.12
Исследование процесс



v012111

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШ-
ЛЕННОСТИ им. М. В. ЛОМОНОСОВА
БИБЛИОТЕКА

ОДЕССА — 1973

v012111

Автореферат Штейнберг Р.В.
Ш 88 Исследование
процессов пр-ва консервов
v. В. 12111 1973 8/4
24.04.12 Бонго аен
30.05.2006 Гарамоньва

12

Диссертационная работа выполнена в Украинском научно-исследовательском институте консервной промышленности и на Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. Ленина.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент **Г. Х. Молдавский.**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Ю. А. Мачихин,**
кандидат технических наук, доцент **Н. В. Морозов.**

Ведущее предприятие — Одесское специальное конструкторско-технологическое бюро продовольственного машиностроения (СКТБ «Продмаш»).

Автореферат разослан «11» февраля 1973 г.

Защита диссертации состоится «23» марта 1973 г.
на заседании совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направить в совет института по адресу: г. Одесса, 270039, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь совета кандидат технических наук
Л. А. ЗАПОРОЖЕЦ

Запорожец

Директивами XXIV съезда КПСС по девятому пяти-летнему плану предусмотрено «опережающими темпами развивать производство продуктов детского питания». Выпуск консервов для питания детей за 1971—1975 годы должен увеличиться с 97,3 до 210 млн. условных банок. При этом необходимо повысить их качество, расширить ассортимент и улучшить питательную ценность.

Намечаемый рост производства консервов для детского питания может быть осуществлен при коренном техническом перевооружении предприятий на базе последних достижений науки за счет оснащения их механизированными и автоматизированными линиями. Улучшение качества и повышение пищевой ценности консервов может быть достигнуто использованием принципиально новых видов оборудования и более прогрессивной технологии.

Применяемая на консервных заводах Советского Союза технология производства пюреобразных консервов для питания детей раннего возраста и используемое оборудование не полностью отвечают современным требованиям промышленности. Периодическая работа оборудования приводит к большой продолжительности обработки сырья. Длительный цикл технологического процесса, достигающий 2—2,5 часов, начиная от разваривания сырья до герметизации тары, и многократные тепловые операции отрицательно влияют на пищевую ценность консервов.

До настоящего времени не имеется специального оборудования для изготовления консервов из крупноизмельченных плодов и овощей, предназначенных для питания детей старшего возраста.

Исследования Г. С. Коробкиной, З. А. Марх, Л. Т. Кочетовой, В. В. Косачевой посвящены главным образом совершенствованию технологии производства консервов

для детского питания, расширению ассортимента, изучению химического состава сырья и готовой продукции.

Сравнительно немного выполнено работ в области совершенствования оборудования, механизации и автоматизации производства консервов для детей. Этими вопросами занимались Г. Х. Молдавский, И. Т. Леонов, Д. Сербезов.

Анализ применяемых способов производства консервов для детского питания и используемого при этом оборудования показал, что большая часть времени производственного цикла затрачивается на разваривание сырья, смешивание компонентов, деаэрацию продукта, загрузку и выгрузку аппаратов периодического действия.

Сокращение цикла обработки сырья и улучшение качества консервов может быть достигнуто применением предложенного нами нового способа производства, предусматривающего измельчение сырых плодов и овощей с последующей кратковременной тепловой обработкой и выполнением всех технологических операций в закрытой системе на непрерывно действующем оборудовании.

Поскольку этот способ производства консервов детского питания является принципиально новым и изучен недостаточно, а также с целью создания линии непрерывного действия и оборудования для выполнения основных процессов — измельчения сырья, кратковременной тепловой обработки, смешивания компонентов и деаэрации, в настоящей работе поставлены следующие задачи:

1. Изучить физико-механические свойства растительной ткани плодов и овощей, применяемых для изготовления консервов детского питания: твердость и предельное сопротивление сжатию, а также изменения этих свойств при тепловой обработке.

2. Изучить влияние твердости растительной ткани на процесс протирания в протирочных машинах.

3. Определить сопротивление разрушению при сжатии и динамических нагрузках косточек и растительной ткани косточковых плодов: слив, абрикосов, персиков и вишен.

4. Изучить динамику изменения реологических свойств пюреобразных продуктов в процессе смешивания компонентов.

5. Определить влияние разрежения, температуры и толщины слоя продукта на процесс деаэрации.

6. Разработать принципиальные схемы линий непрерывного действия для производства консервов детского питания и технологического оборудования: измельчителя сырья, аппарата для тепловой обработки продукта, смесителя компонентов и деаэратора густых масс.

7. Произвести испытания в производственных условиях опытных образцов нового оборудования.

Исследования проводились с 1960 по 1972 г. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, перечня использованной литературы и приложений.

В первой главе приведен обзор литературы, освещающей исследования в области совершенствования производства консервов для детского питания, дан анализ применяемой технологии и используемого оборудования на отечественных предприятиях и за рубежом. Во второй главе изложена методика исследований и приведено описание экспериментальных установок. Результаты исследований представлены в третьей, четвертой и пятой главах. В шестой главе содержатся результаты внедрения и рекомендации.

Диссертация изложена на 131 странице машинописного текста, содержит 48 рисунков и 40 страниц приложений.

Глава I. Исследование некоторых физико-механических свойств плодов и овощей и их изменений при тепловой обработке

1. Исследование изменений твердости растительной ткани плодов и овощей при тепловой обработке

Новым способом производства консервов для детского питания предусматривается вместо длительного разваривания плодов и овощей измельчение их и кратковременная тепловая обработка, а затем протирание.

Продукт, поступающий на протирание, должен обладать определенными физико-механическими свойствами. Одним из показателей этих свойств является твердость растительной ткани.

Для определения твердости плодовой ткани использовался консистометр, снабженный электронным реле времени для выдержки образцов под нагрузкой в течение определенного времени и индикатором. Точность измерения индикатора составляла 0,01 мм.

Мерой твердости растительной ткани H служит отношение усилия, действующего на конус консисометра, к поверхности отпечатка. Величина H для конуса с углом при вершине 90° выражается следующей формулой:

$$H = 0,226 \frac{P}{h^2} \quad \text{Н/м}^2, \quad (1)$$

где P — нагрузка на конический наконечник, H ;
 h — величина погружения конуса в испытуемый образец, м.

Установлено, что максимальная относительная погрешность прибора составляет 4,58%, принятая повторность опытов, равная пяти, обеспечивает 95% достоверности.

В экспериментах использовались основные виды растительного сырья, применяемого в производстве консервов детского питания.

В табл. 1 приведены результаты опытов по определению изменений твердости сырья сырого и после тепловой обработки. Плоды в целом виде обрабатывали паром, применяя режимы, рекомендованные технологической инструкцией.

Таблица 1

Вид и сорт сырья	Продолжительность тепловой обработки при 100°C , 10^3с	Твердость растительной ткани, 10^4Н/м^2	
		сырых плодов	после тепловой обработки
Морковь Каротель	24,0	68,5	3,44
Морковь Нантская	24,0	65	3,4
Тыква Столовая 8	12,0	39,4	0,5
Кабачки	6,0	4,16	0,3
Яблоки Синап	6,0	36,2	0,25
Слива Венгерка	6,0	3,12	0,2

Из данных таблицы следует, что наибольшей твердостью из исследуемых видов сырья обладает растительная ткань моркови — $65-68,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$, поэтому для ее разваривания необходимо более продолжительное время.

Поскольку одной из задач работы являлось изучение возможности сокращения продолжительности тепловой

обработки сырья, эксперименты по обработке моркови проводились при температуре $100-140^\circ\text{C}$ с интервалом 10° . Время варьировали от 10 до 300 с. Остальные виды сырья обрабатывались при температуре $80-100^\circ\text{C}$ в течение $10-60$ с.

Опыты показали, что для достижения необходимой твердости растительной ткани, например, для моркови $3-5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$, повышение температуры и уменьшение размеров частиц обрабатываемого сырья приводит к значительному сокращению продолжительности обработки. Например, твердость моркови, обработанной при 100°C в течение 300 с, составляет $5,87 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$, а при 140°C достигает этого значения через 70 с.

В результате математической обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов получены следующие уравнения регрессии, выражающие зависимость твердости растительной ткани моркови от продолжительности тепловой обработки в интервале $40-200$ секунд:

$$\text{при } 100^\circ\text{C} \quad H = -1570 \tau + 41,61 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (2)$$

$$110^\circ\text{C} \quad H = -1960 \tau + 39 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (3)$$

$$120^\circ\text{C} \quad H = -2170 \tau + 34,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (4)$$

$$130^\circ\text{C} \quad H = -2910 \tau + 33,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (5)$$

$$140^\circ\text{C} \quad H = -2580 \tau + 23,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (6)$$

где τ — продолжительность тепловой обработки, с.

Среднее значение отклонений расчетной величины H по уравнениям (2) — (6) от экспериментальных данных составило 6,4%. Коэффициент корреляции, равный 0,96, свидетельствует о линейной зависимости твердости растительной ткани моркови от продолжительности обработки.

Из уравнений (2) — (6) найдена зависимость твердости растительной ткани моркови от продолжительности и температуры обработки (рис. 1) в интервале $100-140^\circ\text{C}$

$$H = 1660 \tau - 4100 t - 32,4 t \tau + 83,6 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2, \quad (7)$$

где t — температура обработки, $^\circ\text{C}$.

Решая уравнение (7) относительно τ , можно определить необходимое время обработки моркови при заданных значениях твердости и температуры.

Опыты по определению влияния степени измельчения сырья на продолжительность тепловой обработки пока-

зали, что для достижения необходимой твердости при величине частиц в сечении 3—4 мм тепловую обработку при 100—140° С необходимо проводить в течение 90—180 секунд. В этом случае не происходит существенных качественных изменений сырья.

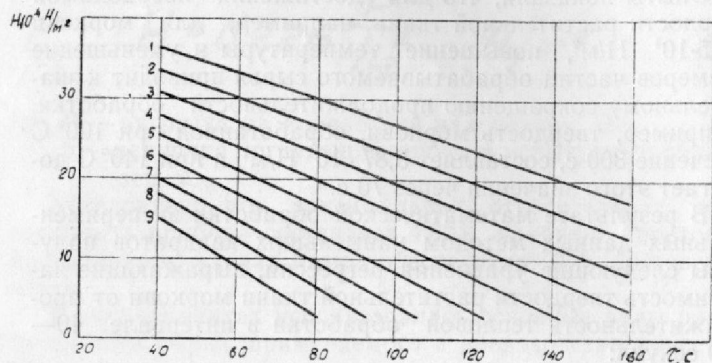


Рис. 1. Изменение твердости растительной ткани моркови в зависимости от продолжительности тепловой обработки
1 — 100°С; 2 — 105°С; 3 — 110°С; 4 — 115°С; 5 — 120°С;
6 — 125°С; 7 — 130°С; 8 — 135°С; 9 — 140°С.

Это дало возможность рекомендовать для сокращения продолжительности тепловой обработки предварительное измельчение сырья на частицы размером не более 4 мм.

Численные значения изменения твердости растительной ткани тыквы, кабачков, яблок и слив, приведенные в работе, могут быть использованы для выбора параметров их обработки.

2. Влияние твердости растительной ткани на процесс протирания

Оценку работы протирочных машин производили по удельной производительности q , определяемой по количеству продукта, протертого за единицу времени через квадратный метр стандартного сита с отверстиями диаметром 1,5 мм и живым сечением 23%:

$$q = \frac{Q}{S \tau} \quad \text{кг/м}^2\text{с} \quad (8)$$

где Q — количество протертого продукта, кг;
 S — площадь протирочного сита, м²;
 τ — время протирания, с.

Зависимость q от H определяли на экспериментальном стенде. Установлено, что принятая повторность опытов, равная четырем, обеспечивает 95% достоверности.

Сырье для экспериментов измельчали на кусочки размером в поперечном сечении 2—3 мм, подвергали тепловой обработке при различных режимах, затем определяли удельную производительность при протирании по формуле (8) и твердость растительной ткани по формуле (1).

Результаты математической обработки опытов показали, что зависимость удельной производительности при протирании от твердости растительной ткани перерабатываемого сырья выражается уравнением вида

$$q = B \cdot 10^{-AH} \quad \text{кг/м}^2\text{с} \quad (9)$$

где A и B — коэффициенты, определяемые экспериментально и зависящие от физико-механических свойств сырья.

Обработкой экспериментальных данных способом наименьших квадратов получены следующие уравнения:

$$\text{для моркови } q = 1,614 \cdot 10^{-1,4H} \quad \text{кг/м}^2\text{с}, \quad (10)$$

$$\text{для яблок } q = 2,05 \cdot 10^{-1,4H} \quad \text{кг/м}^2\text{с}, \quad (11)$$

где H — твердость растительной ткани, МН/м².

Среднее значение отклонений расчетной величины удельной производительности при протирании, вычисленной по уравнениям (10, 11), от экспериментальных данных составляет 5,1%.

Расчет показывает, что при переработке моркови на промышленных образцах протирочных машин, например, марки Т1-КП2Д с производительностью 2000 кг/час, удельная производительность машины должна равняться примерно 1 кг/м²с. Для этого необходимо подвергать тепловой обработке сырье при 100°С в течение 160 с, при 140°С — 40 с.

Контрольные опыты, проведенные по режимам, рекомендованным технологической инструкцией и применяемым в промышленности, показали, что такая же удельная производительность машины Т1-КП2Д была достигнута при переработке моркови, предварительно обработанной при температуре 100° С в течение 24 · 10² с.

Таким образом, применение новой технологии позволит сократить продолжительность тепловой обработки более чем в 15 раз.

3. Исследование изменений предельного сопротивления сжатию растительной ткани при тепловой обработке

Консервы для детей старшего возраста состоят из смеси плодов и овощей, нарезанных кубиками с гранью 8—10 мм или измельченных на кусочки сечением 4—6 мм. При смешивании, транспортировании и выполнении других технологических операций размеры кусочков не должны нарушаться.

Для определения допускаемых нагрузок изучали изменения предельного сопротивления растительной ткани при сжатии в зависимости от режимов тепловой обработки. Опыты производили на разрывной машине РТ-250 с приспособлением для сжатия.

В результате математической обработки экспериментальных данных установлено, что предельное сопротивление растительной ткани σ моркови и яблок и продолжительность тепловой обработки τ связаны между собой зависимостью вида

$$\sigma = B 10^{-A\tau} \text{ МН/м}^2 \quad (12)$$

Коэффициенты А и В, найденные в результате обработки опытных данных методом наименьших квадратов, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вид сырья	Коэф-фиц.	Температура обработки, °С						
		50	80	100	110	120	130	140
Яблоки — А	0,0048	0,0077						
Синап В	0,214	0,214						
Морковь — А			0,0050	0,0092	0,0128	0,0142	0,0161	
Каротель В			1,98	1,98	1,98	1,80	1,69	

Полученные уравнения могут быть использованы для определения допускаемых нагрузок сжатия растительной ткани моркови и яблок.

4. Определение сопротивления разрушению при сжатии и ударных нагрузках косточек и растительной ткани косточковых плодов

При переработке косточковых плодов недопустимо повреждение косточек и попадание их частиц в готовый продукт.

Для выбора рациональной конструкции рабочих органов машин, обеспечивающих измельчение косточковых плодов без повреждения косточек, определяли усилия сжатия, при которых разрушаются мякоть плодов и косточки, а также предельное сопротивление мякоти при сжатии. Механическую прочность косточек, относящихся к хрупким материалам, определяли по работе, расходуемой на разрушение при динамических нагрузках.

Для испытаний косточек на удар применяли вертикальный копер. Максимальная погрешность измерения прибора составляла $\pm 1,25\%$.

Как известно, для разрушения косточек при сжатии необходимы усилия во много раз большие, чем для разрушения мякоти плодов. Опыты показали, что, например, для разрушения слив зрелых необходимы усилия 4,5—6 Н, с незрелых — 20 Н, а косточек — 400—450 Н. Плоды спелых абрикосов разрушаются при нагрузке 8,8 Н, с незрелых — 31 Н, косточки — 1000 Н.

Численные значения работы, расходуемой на разрушение косточек при ударных нагрузках, составляют для абрикосов 0,294 Дж, вишен—0,202 Дж, слив — 0,127 Дж.

На основании результатов экспериментов предложены способ двухстадийного измельчения косточковых плодов и машины для его осуществления. Косточковые плоды без разваривания вначале поступают в машину для нарушения связи мякоти с косточкой и измельчения мякоти, а затем в протирочную машину.

Работа машины для измельчения косточковых плодов основана на сжатии плодов между двумя барабанами, имеющими профиль зубчатого зацепления, с усилиями, при которых мякоть разрушается, а косточки остаются неповрежденными. Производственные испытания экспе-

риментального образца машины дали положительные результаты.

В протирочной машине устройство основных рабочих органов — бичей исключает возможность заклинивания косточек и при соответствующей окружной скорости их бой. Конструкция машины защищена авторским свидетельством № 246951. Опытнo-экспериментальный образец машины испытан на Кагульском консервном заводе и рекомендован к серийному изготовлению.

Глава II. Исследование изменений реологических свойств пюреобразных продуктов в процессе смешивания

Пюреобразные консервы детского питания представляют собой многокомпонентные смеси. Смешивание компонентов производят в аппаратах периодического действия в течение 20 мин. При этом продукт, соприкасаясь с воздухом, аэрируется и окисляется.

В консервном производстве не применяются объективные методы контроля готовности смеси и определения режимов работы смешивающих аппаратов. Между тем, исследования процесса смешивания вязко-пластических материалов в кондитерском производстве показали, что стабилизация реологических свойств смеси является показателем окончания процесса.

Для определения научно обоснованных режимов работы смешивающих аппаратов и выбора рациональной конструкции смесителя нами были проведены исследования изменений реологических свойств пюреобразных продуктов детского питания в процессе смешивания.

Вязкость и напряжение сдвига определяли при скоростях сдвига от 1 до 400 с^{-1} на ротационном вискозиметре «Reotest RV», максимальная погрешность измерения которого составляла $\pm 3\%$.

Результаты определения изменений эффективной вязкости и напряжений сдвига пюре из плодов и овощей показывают, что изучаемые продукты относятся к псевдопластическим жидкостям. Изменения эффективной вязкости и напряжений сдвига пюре из моркови при температуре 20 и 60° С в системе логарифмических координат в диапазоне скоростей сдвига от 1,8 до 50 с^{-1} имеют вид прямых (рис. 2) и могут быть выражены степенным законом Оствальда—Рейнера:

$$\tau_c = \kappa D^n, \quad (13) \quad \eta = \kappa D^{n-1}, \quad (14)$$

где τ_c — напряжение сдвига, Н/м^2 ;

η — эффективная вязкость, Нс/м^2 ;

D — скорость сдвига, I/с ;

κ — коэффициент, характеризующий консистенцию жидкости, $n < 1$.

Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов позволила вычислить коэффициенты n и κ и получить следующие уравнения:

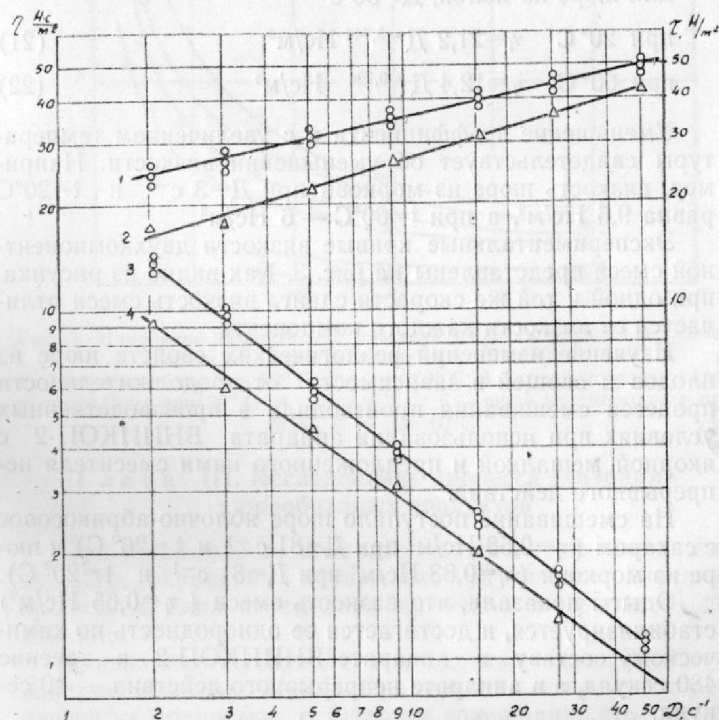


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости и напряжений сдвига от скорости сдвига пюре морковного при температуре 20 и 60° С: 1 — напряжение сдвига при 20° С; 2 — при 60° С; 3 — вязкость при 20° С; 4 — при 60° С.

для пюре из моркови, $D < 50 \text{ с}^{-1}$
 при 20°С $\tau_c = 21,8 D^{0,213} \text{ Н/м}^2$ (15)

$$\eta = 21,8 D^{-0,781} \text{ Нс/м}^2 \quad (16)$$

при 60°С $\tau_c = 13,8 D^{0,268} \text{ Н/м}^2$ (17)

$$\eta = 13,8 D^{-0,71} \text{ Нс/м}^2 \quad (18)$$

$D > 50 \text{ с}^{-1}$

при 20°С $\eta = 17,3^{-0,74} \text{ Нс/м}^2$, (19)

при 60°С $\eta = 16,1 D^{-0,82} \text{ Нс/м}^2$ (20)

для пюре из яблок, $D > 50 \text{ с}^{-1}$

при 20°С $\eta = 21,2 D^{-0,744} \text{ Нс/м}^2$ (21)

при 60°С $\eta = 12,4 D^{-0,724} \text{ Нс/м}^2$ (22)

Уменьшение коэффициента k с увеличением температуры свидетельствует об уменьшении вязкости. Например, вязкость пюре из моркови при $D=3 \text{ с}^{-1}$ и $t=20^\circ \text{С}$ равна $9,6 \text{ Нс/м}^2$, а при $t=60^\circ \text{С}$ — 6 Нс/м^2 .

Экспериментальные кривые вязкости двухкомпонентной смеси представлены на рис. 3. Как видно из рисунка, при одной и той же скорости сдвига вязкость смеси отличается от вязкости каждого компонента.

Изучение изменений реологических свойств пюре из плодов и овощей в зависимости от продолжительности процесса смешивания производили в производственных условиях при использовании аппарата ВНИИКОП-2 с якорной мешалкой и предложенного нами смесителя непрерывного действия.

На смешивание поступало пюре яблочно-абрикосовое с сахаром ($\eta=0,58 \text{ Нс/м}^2$ при $D=81 \text{ с}^{-1}$ и $t=20^\circ \text{С}$) и пюре из моркови ($\eta=0,83 \text{ Нс/м}^2$ при $D=81 \text{ с}^{-1}$ и $t=20^\circ \text{С}$).

Опыты показали, что вязкость смеси ($\eta=0,65 \text{ Нс/м}^2$) стабилизируется, и достигается ее однородность по химическому составу в аппарате ВНИИКОП-2 в течение 480 секунд, а в аппарате непрерывного действия — 40 секунд.

Сокращение продолжительности смешивания и предотвращение окисления продукта при использовании предложенного смесителя закрытого типа способствуют получению продукции более высокого качества.

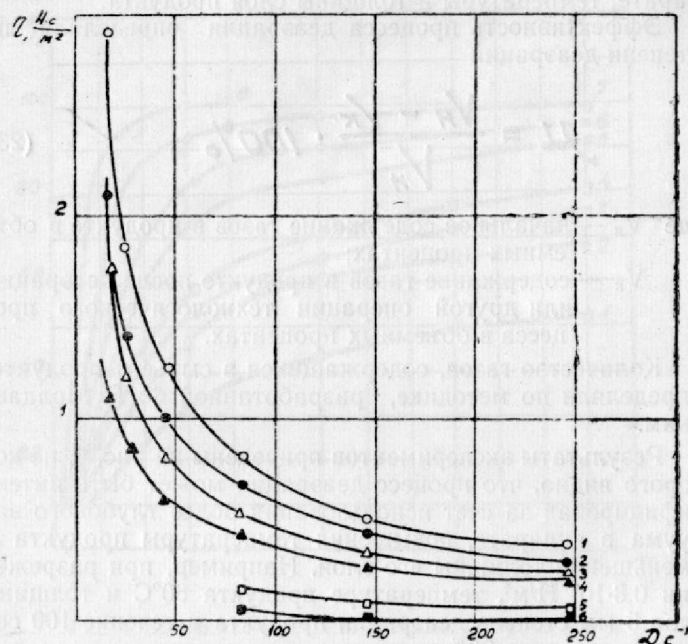


Рис. 3. Изменение эффективной вязкости пюре из фруктов в зависимости от скорости сдвига при 20° и 60°С :

1 — пюре из яблок при 20°С ; 2 — при 60°С ; 3 — смесь пюре из яблок и смородины при 20°С ; 4 — при 60°С ; 5 — пюре из смородины при 20°С ; 6 — при 60°С .

Глава III. Исследование процесса деаэрации пюреобразных продуктов

При производстве консервов детского питания для лучшего сохранения витаминов, улучшения вкуса и предупреждения потемнения применяется процесс деаэрации.

Деаэрацию производят в аппаратах периодического действия в течение $12 \cdot 10^2 \text{ с}$. При этом газ из продукта удаляется не полностью, остаточное содержание его составляет $0,8-1,6\%$.

С целью определения режимов, обеспечивающих эффективность процесса деаэрации и сокращение его продолжительности, исследовали влияние разрежения в ап-

парате, температуры и толщины слоя продукта.

Эффективность процесса деаэрации определяли по степени деаэрации

$$\mu = \frac{V_H - V_K}{V_H} \cdot 100\% \quad (23)$$

где V_H — начальное содержание газов в продукте в объемных процентах;

V_K — содержание газов в продукте после деаэрации или другой операции технологического процесса в объемных процентах.

Количество газов, содержащихся в сырье и продукте, определяли по методике, разработанной Ф. Г. Молдавским.

Результаты экспериментов приведены на рис. 4, из которого видно, что процесс деаэрации может быть интенсифицирован за счет использования более глубокого вакуума в аппарате, повышения температуры продукта и уменьшения толщины его слоя. Например, при разрежении $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², температуре продукта 60°C и толщине слоя 5 мм степень деаэрации продукта в течение 100 секунд составляет 90%.

В результате математической обработки экспериментальных данных, представленных на рис. 4, получена зависимость продолжительности процесса τ от толщины слоя h и степени деаэрации μ . При температуре продукта 60°C и разрежении в аппарате $0,8 \cdot 10^5$ Н/м² эта зависимость выражается следующим уравнением:

$$\tau = (0,319 \mu - 19,15) h \cdot 10^3 \text{ с} \quad (24)$$

где h — толщина слоя продукта, м.

Расчет показывает, что при разрежении $0,8 \cdot 10^5$ Н/м² и температуре продукта 60°C процесс деаэрации можно сократить до нескольких секунд. Например, при $h=0,001$ м и $\mu=90\%$ время деаэрации составляет 10 с, что подтвердилось проведенными опытами на экспериментальном деаэраторе пленочного типа.

Для деаэрации густых пюреобразных продуктов в

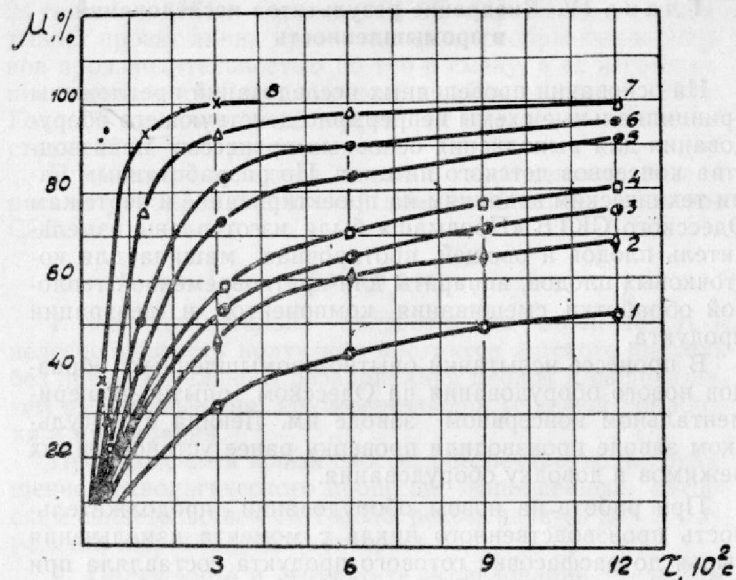


Рис. 4. Зависимость степени деаэрации пюре из яблок от продолжительности процесса:

1 — разрежение $0,66 \cdot 10^5$ Н/м², температура продукта 30°C, толщина слоя 100 мм; 2 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², 30°C, 100 мм; 3 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², 40°C, 100 мм; 4 — $0,93 \cdot 10^5$ Н/м², 30°C, 100 мм; 5 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², 60°C, 100 мм; 6 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², 60°C, 50 мм; 7 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м²; 60°C, 10 мм; 8 — $0,8 \cdot 10^5$ Н/м², 60°C, 5 мм.

тонком слое предложена принципиальная схема непрерывно действующего аппарата. Конструкция аппарата защищена авторским свидетельством № 138590.

В работе приведены формулы для расчета рабочей поверхности аппарата и основных его размеров.

Испытание опытно-промышленного образца деаэратора пленочного типа показало, что при разрежении в аппарате $0,8-0,9 \cdot 10^5$ Н/м² и температуре 50—60°C в течение 5—8 секунд удаляется 85—90% газов, содержащихся в продукте.

Благодаря сокращению продолжительности процесса деаэрации в аппарате пленочного типа, в продукте лучше сохраняются ароматические вещества, чем при использовании аппаратов периодического действия.

В. С. 12111

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Череповеца

Глава IV. Внедрение результатов исследований в промышленность

На основании проведенных исследований предложены принципиальные схемы непрерывно действующего оборудования для выполнения основных процессов производства консервов детского питания. По разработанным нами техническим заданиям на проектирование и чертежам Одесского СКТБ «Продмаш» были изготовлены измельчитель плодов и овощей, протирочная машина для косточковых плодов, аппараты для кратковременной тепловой обработки, смешивания компонентов и деаэрации продукта.

В процессе испытаний опытно-промышленных образцов нового оборудования на Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. Ленина и Кагульском заводе производили проверку ранее установленных режимов и доводку оборудования.

При работе на новом оборудовании продолжительность производственного цикла с момента измельчения сырья до расфасовки готового продукта составляла при переработке фруктов 5—6 минут, овощей — 15—20 минут.

Дегустационными совещаниями при Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. Ленина, УкрГлавконсерве и УкрНИИКП установлено, что консервы, изготовленные на новом оборудовании, обладают приятным натуральным вкусом и ароматом свежих плодов и овощей. В консервах, изготовленных по сокращенному циклу, витамина С содержится на 25—40% больше, чем в консервах, выработанных на применяемом в настоящее время оборудовании.

На новом оборудовании выработано 17 млн. условных банок консервов для детского питания различных наименований.

По результатам наших исследований и испытаний нового оборудования разработаны технологические требования на проектирование линий производства консервов для питания детей различных возрастов производительностью 50 туб в смену.

В соответствии с совместным приказом Министерства пищевой промышленности СССР и Министерства легкого и пищевого машиностроения СССР за № 356/205 от

24 сентября 1971 г. Одесское СКТБ «Продмаш» разрабатывает проект линии производства пюреобразных консервов производительностью 50 туб в смену, а ее изготовление планируется Одесскому заводу «Продмаш» на 1973 г. Годовой экономический эффект от внедрения линии составит 227,4 тыс. рублей.

Предложенная схема линии с сокращенным циклом рассматривалась постоянной комиссией стран — членов СЭВ.

Выводы

1. Экспериментально подтверждена возможность и целесообразность получения продуктов детского питания без предварительного разваривания плодов и овощей путем их измельчения, кратковременной тепловой обработки и протирания.

Предложенный новый способ, обеспечивающий сокращение технологического процесса, защищенный авторским свидетельством № 153650, рекомендуется для производства пюреобразных консервов.

2. Полученные в результате исследований численные значения изменений твердости растительной ткани плодов и овощей при тепловой обработке рекомендуются для выбора параметров тепловой обработки сырья и определения готовности продукта к протиранию.

Твердость растительной ткани моркови, являющейся массовым видом перерабатываемого сырья, с известным приближением может быть определена из уравнения

$$H = 1660\tau - 4100t - 324\tau t + 83,6 \cdot 10^4 \quad \text{Н/м}^2$$

где τ — продолжительность тепловой обработки, с;
 t — температура обработки, °С.

3. Установлено, что работу протирочных машин можно оценивать по удельной производительности. Величина удельной производительности протирочных машин зависит от твердости растительной ткани перерабатываемого сырья и выражается уравнением вида

$$q = B \cdot 10^{-AH} \quad \text{кг/м}^2\text{с}$$

По экспериментальным исследованиям определены коэффициенты

для моркови	$A=1,4,$	$B=1,614,$
для яблок	$A=1,4,$	$B=2,05.$

4. Экспериментально полученные численные значения, характеризующие прочность плодовых косточек при сжатии и динамических нагрузках, рекомендуется использовать для определения допускаемых нагрузок на плоды при их переработке в машинах, что предотвратит попадание частиц поврежденных косточек в продукт.

5. Установлено, что в процессе производства консервов для питания детей старшего возраста с целью сохранения размеров кусочков растительной ткани плодов и овощей нагрузки при сжатии не должны превышать предельного сопротивления сжатию, величину которого можно определять по уравнению вида

$$\sigma = B \cdot 10^{-A\tau} \text{ МН/м}^2,$$

где τ — продолжительность тепловой обработки, с;

A и B — постоянные, зависящие от физико-механических свойств растительной ткани и температуры обработки, получены экспериментально для моркови и яблок.

6. Исследованиями реологических свойств пюреобразных продуктов из плодов и овощей установлено, что зависимость напряжений сдвига τ_c и вязкости η от скорости сдвига D можно выразить степенным законом Оствальда-Рейнера для псевдопластиков и описать уравнениями вида

$$\tau_c = \kappa D^2 \text{ Н/м}^2$$

$$\text{и } \eta = \kappa D^{2-1} \text{ Нс/м}^2$$

Константы уравнений вычислены по экспериментальным данным для пюре из моркови и яблок при различных скоростях сдвига и температурах 20 и 60°C.

7. Выявлена зависимость реологических свойств смеси нескольких компонентов от продолжительности перемешивания в аппаратах, применяемых при производстве консервов детского питания.

Установлено, что показателем окончания процесса смешивания может служить наблюдаемая при этом стабилизация реологических свойств смеси.

Для смешивания компонентов, входящих в состав консервов детского питания, рекомендуется предложенный нами аппарат непрерывного действия закрытого типа, в котором вязкость смеси стабилизируется в течение 40 секунд.

8. На основании проведенных экспериментов деаэрацию пюреобразных продуктов рекомендуется производить в аппаратах пленочного типа при разрежении 0,8—0,9·10⁵ Н/м² и температуре 50—60°C, что даст возможность удалить из продукта 85—90% содержащихся газов в течение 5—8 секунд.

9. Для измельчения сырья, кратковременной тепловой обработки и деаэрации продукта могут быть рекомендованы разработанные нами в результате проведенных исследований машины и аппараты, конструкции которых защищены авторскими свидетельствами № 138590, 141097, 246951. Опытно-промышленные образцы разработанных машин и аппаратов прошли производственную проверку на Одесском опытно-экспериментальном консервном заводе им. Ленина, при выработке 17 000 туб консервов различных наименований, и получен экономический эффект от выработки 1 туб консервов 1,95 рубля.

10. Разработаны принципиальные схемы и технологические требования на проектирование линий производства консервов для питания детей различных возрастов производительностью 50 туб в смену. Годовой эффект от внедрения одной линии составит 227,4 тыс. рублей.

**Основное содержание диссертации опубликовано
в следующих статьях:**

1. Деаэратор непрерывного действия для пюреобразных продуктов питания детей. «Консервная и овощесушильная промышленность», № 11, 1960.
2. Деаэрация пюреобразных продуктов при производстве консервов для детского питания. Труды УкрНИИКП, III вып., 1960.
3. Устройства для дозирования и смешивания густых, пюреобразных и жидких продуктов. Труды УкрНИИКП, III вып., 1960.
4. Измельчение сырых плодов для консервов детского питания. «Харчова промисловість», № 4, 1961.
5. К вопросу получения пюреобразных консервов детского питания без разваривания сырья. Труды УкрНИИКП, IV вып., 1962.
6. Поточно-механизованная линия производства консервов для детского питания. ЦИНТИ «Пищевая промышленность», № 9, 1964.
7. Улучшение технологии пюреобразных консервов для детей. «Мясная индустрия СССР», № 2, 1964.
8. Линия оборудования для производства пюреобразных консервов детского питания. Труды УкрНИИКП, VI вып., 1967.
9. Новое в производстве консервов для детского питания. ЦИНТИ Пищепром, 1968.
10. Производство пюреобразных консервов из косточковых плодов без разваривания сырья. Научные работники консервной промышленности, «Маяк», 1971.
11. Описание к авторскому свидетельству № 138590 «Аппарат для деаэрации пюреобразных масс». Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 11, 1961.
12. Описание к авторскому свидетельству № 141097 «Вакуум-разливочное устройство к машинам для наполнения тары». Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 17, 1961.
13. Описание к авторскому свидетельству № 153650 «Способ производства пюреобразных консервов», Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 6, 1963.
14. Описание к авторскому свидетельству № 246951 «Протирачная машина для косточковых плодов и ягод». Бюллетень изобретений и товарных знаков, № 21, 1969.

По материалам диссертации сделаны доклады на:

1. Всесоюзном совещании по вопросу улучшения ассортимента и качества консервов детского питания. Одесса, 1960.
2. Всесоюзной школе передового опыта производства консервов для детского питания. Одесса, 1965.
3. Всесоюзном семинаре по вопросу развития производства продуктов детского питания. Одесса, 1968.
4. Симпозиуме специалистов стран — членов СЭВ. Варшава, 1969.
5. Всесоюзном семинаре по вопросу улучшения организации производства продуктов детского питания. Одесса, 1972.