

Авторед.

Г 23

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
УССР

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

На правах рукописи

ТАТАРОВ ПАВЕЛ ГЕОРГИЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЖАРИВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
ОВОЩЕЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ОБЕЗВОЖИВАНИЕМ

Перечень 19 87

Специальность 05.18.13 - технология
консервирования пищевых
продуктов

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

ОДЕССА - 1975

СН

Работа выполнена на кафедре технологии пищевых производств
Кишиневского политехнического института им. С.Лазо и
Григориопольском консервном заводе.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

Кандидат технических наук, доцент - **ВОЗУЛЕВИЧ Б.В.**

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОПОНЕНТЫ

Профессор - **А.Н. МАЛЬСКИЙ**

Доктор технических наук, доцент - **М.А. ГРИШИН**

Ведущая организация - Молдавский научно-исследовательский
институт пищевой промышленности.

Автореферат расослан 21 марта 1975 г.

Защита диссертации состоится 25 апреля 1975 г.
на заседании Ученого совета Одесского технологического
института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

читать
всё:

12

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Овощные закусочные консервы являются
одним из популярных продуктов питания в нашей стране. В настоящее
время их производится более 20 видов.

В решениях XXIV съезда КПСС перед пищевой промышленностью
поставлены задачи дальнейшего совершенствования техники и тех-
нологии, улучшения качества и расширения ассортимента пищевых
продуктов, в том числе и консервов.

На современном этапе к производству овощных закусочных кон-
сервов предъявляются более высокие требования, направленные на
совершенствование технологии производства и улучшение их качества.
Однако техника и технология не удовлетворяют все возрастающим
требованиям производства.

Несовершенным продолжает оставаться процесс обжаривания -
основной процесс в технологической схеме производства овощных
закусочных консервов. В обжарочных печах различных конструкций,
работающих в консервной промышленности, не происходит достаточ-
но быстрой смены масла, сравнительно быстро оно становится не-
пригодным для пищевых целей. Овощи обжариваются неравномерно,
наблюдаются колебания в содержании сухих веществ и количестве
впитанного масла.

Из краткого обзора основных вопросов теории, технологии и
техники процесса обжаривания, физико-химических изменений сырья
и масла был сделан вывод, что порочность существующего принципа
обжаривания овощей сводится к тому, что одновременно с приобре-
тением определенных кулинарных свойств и необходимых физико-хи-
мических изменений, происходит частичное обезвоживание сырья.
Из овощей выделяются большие количества влаги в виде пара и
жидкости непосредственно в нагретое до высокой температуры масло.
Обжарочные печи выполняют в основном несвойственные им функции

ОНАХТ 21.05.12
исследование процесс

012493



v012493

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

сушильных аппаратов.

Таким образом, для совершенствования этого процесса, наряду с разработкой новых и модернизацией старых обжарочных аппаратов, необходимо исследовать возможность применения новых технологических способов обжаривания овощей в масле.

А.Н.Мальским и Н.Я.Савиной было установлено, что в первые минуты обжаривания овощей процесс сопровождается главным образом явлениями тепло-массообмена без существенных изменений их физико-химических свойств. Только после удаления 25-35% влаги начинают протекать физико-химические изменения, в результате которых овощи приобретают специфические кулинарные свойства, на поверхности образуется корочка.

Исходя из закономерностей процесса обжаривания овощей в масле исследовалась целесообразность разделения его на два процесса:

1. процесс предварительного частичного удаления влаги из овощей путем подсушивания.
2. процесс последующего обжаривания подсушенного сырья, сводимый только к физико-химическим изменениям свойств овощей, сопровождающийся незначительным испарением влаги из них.

Уменьшение количества испаряемой влаги из сырья в масле позволит сократить продолжительность процесса, лучше сохранить качество масла, улучшить качество готового продукта.

Впервые о целесообразности проведения предварительной подсушки овощей перед обжариванием высказал доцент Одесского ТИИХП С.Г.Ильченко.

Целью работы является:

1. Исследование процесса обжаривания частично обезвоженных овощей в глубоком слое масла при переменных температурных режимах.

2. Исследование режимов подсушивания овощей конвективным способом, изменения технологических свойств и степени обезвоживания их.

3. Исследование изменений основных показателей качества овощей при подсушивании и последующем обжаривании, а также качества масла при обжаривании в нем частично обезвоженных овощей.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что в ней доказана целесообразность обжаривания предварительно подсушенных овощей. В зависимости от изменений технологических и физико-химических свойств овощей разработаны режимы подсушивания конвективным способом и обжаривания в глубоком слое масла. Показано, что уменьшение количества удаляемой влаги при обжаривании подсушенных овощей приводит к сравнительно меньшим изменениям физико-химических показателей масла и улучшению качества обжаренного продукта.

Реализация научно-технических результатов работы.

Результаты исследований были положены в основу разработанного технического задания на проектирование сушильной установки для подсушивания овощей при производстве овощной икры. Совместно с Проектно-конструкторским технологическим институтом МПИ Молдавской ССР разработан проект сушильной установки и ведутся дальнейшие работы по внедрению способа обжаривания овощей с предварительным подсушиванием на Григоринопольском консервном заводе.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, библиографического указателя, в котором приведены 150 источников, в том числе 20 иностранных, и приложений. Общий объем 183 страницы, в том числе 146 страниц машинописного текста и 45 рисунков.

1. Исследование процесса подсушивания овощей.

Исследование частичного обезвоживания овощей проводилось методом конвективной сушки при температурах воздуха $t_a = 60-100^\circ\text{C}$,

скоростях его движения $V = 1,0 - 2,0$ м/с и удельных нагрузках на сушильную поверхность $M_0/G = 1,29 - 6,18$ кг/м² по абсолютно сухому материалу.

Степень подсушивания овощей определялась исходя из начального и конечного влагосодержания. Для сравнительных оценок изменения влагосодержания овощей при подсушивании и при последующем обжаривании нами было введено понятие коэффициента подсушки:

$$\frac{W_N^c - W_n^c}{W_n^c + 100} = K_n \quad / I /$$

K_n - коэффициент подсушки, W_n^c - влагосодержание сырых овощей, % W_N^c - влагосодержание подсушенных овощей, %.

Коэффициент подсушки можно выразить в процентах ($K_n' = K_n \cdot 100$). Максимальное количество удаляемой влаги при подсушивании овощей составляло 50 - 56% ($K_n = 0,45 - 0,5$). Характерной особенностью процесса подсушивания кабачков, баклажан и моркови при исследованных режимах является то, что уменьшение влагосодержания примерно в 2 раза ($K_n = 0,45 - 0,48$) протекает в периоде постоянной скорости сушки.

Экспериментальными исследованиями установлено, что скорость подсушивания кабачков, баклажан и моркови является линейной функцией от параметров процесса - потенциала сушки E , массовой скорости воздуха $(v_p)^{0,5}$, удельной нагрузки абсолютно сухого материала M_0/G .

При этих условиях зависимость скорости подсушивания овощей от параметров процесса описывается известным соотношением Г.К.Филоненко:

$$N = K \frac{F}{M_0} E (v_p)^{0,5} \quad /2/$$

N - скорость сушки в первом периоде, % / мин., K - коэффициент испарения.

Для определения коэффициента "K" опытные данные были представлены графической зависимостью N от $F/M_0 E (v_p)^{0,5}$ (рис.1).

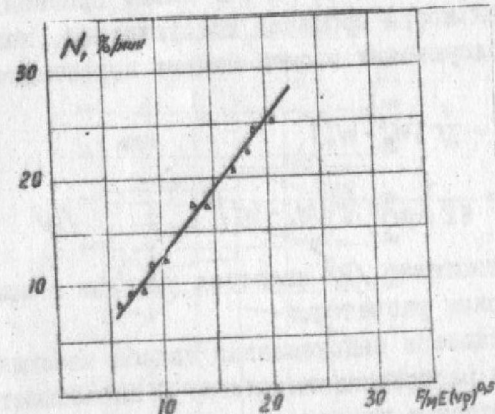


Рис.1 Зависимость скорости подсушивания кабачков от режима процесса.

При известных значениях "K", которые были рассчитаны методом наименьших квадратов, соотношение /2/ можно представить в следующем виде (Таблица I):

Таблица I.

№	Овощи	Скорость подсушки овощей N , % мин.	Средняя квадратическая ошибка при расчете N
1.	Кабачки	$N = 1,45 E^{F/M_e} (v_p)^{0,5}$	2,4
2.	Баклажаны	$N = 1,1 E^{F/M_e} (v_p)^{0,5}$	2,6
3.	Морковь	$N = 0,8 E^{F/M_e} (v_p)^{0,5} + 8$	7,1

Установленная зависимость является общей для исследованных овощей, специфика заключается лишь в различных величинах коэффициента испарения. Поэтому соотношение /2/ может применяться для определения продолжительности процесса подсушивания, когда конечное влагосодержание подсушенных овощей меньше критического ($W_n^c > W_{кр}^c$):

$$\tau = \frac{1}{N} (W_n^c - W_n^c) \quad \text{или}$$

$$\tau = \frac{1}{KE(v_p)^{0,5}} \frac{M_e}{F} (W_n^c - W_n^c) \quad /3/$$

Рекомендуемое соотношение /3/ является простым и может применяться для инженерных расчетов.

При конвективном способе подсушивания овощей наблюдается параболический характер распределения влаги. В зависимости от режимов процесса и количества удаленной влаги, или коэффициента подсушки, достигается различный перепад влагосодержания между поверхностными и центральными слоями. При исследовании изменения влаги при подсушивании и последующем обжаривании было установлено, что подсушенные овощи могут обжариваться с перепадом влагосодержания между поверхностными и центральными слоями в среднем 200-300%.

Параболический характер распределения влаги при подсушивании овощей достигался регулированием основных параметров сушиль-

ного агента - температуры и скорости движения воздуха, от которых зависит величины коэффициентов интенсивности испарения влаги с поверхности образцов и коэффициенты термовлагоспроводности.

Перепад влагосодержания между поверхностными и центральными слоями овощей 200-250% наблюдается при ведении процесса подсушивания с $t_c = 90-100^\circ\text{C}$ и $V = 1,5-2,0$ м/с. Приведенные режимы являются приемлемыми не только для достижения необходимого характера распределения влаги в годсушенных овощах, но и удовлетворяют условию кратковременного течения процесса подсушивания (рис.2).

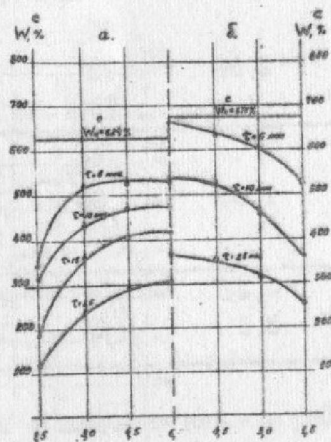


Рис.2. Распределение влагосодержания моркови при подсушивании $t_c = 100^\circ\text{C}$, $V = 2,0$ м/с
а) без выдержки
б) с выдержкой

Отклонения от параболического распределения влаги могут привести к обугливанию поверхности, или к большим количествам испаряющейся влаги в среде масла.

При обжаривании подсушенных овощей сохраняется параболический характер распределения влаги, перепад влагосодержания между поверхностными и центральными слоями составляет в среднем 30%. (Рис.4).

Распределение влаги при обжаривании подсушенных овощей определяется в большой степени полем влагосодержания подсушенных образцов, поступающих на обжаривание. Так, при выдержке подсушенных овощей перед обжариванием наблюдается внутреннее перераспределение влаги под действием термовлагопроводности, что приводит к уменьшению перепада влажности между слоями. Обжаривание таких овощей сопровождается значительно большим испарением влаги, снижается качество продукта.

При обжаривании подсушенных овощей формирование корочки на поверхности протекает практически с момента погружения их в горячее масло. Растительная ткань у подсушенных и обжаренных овощей более плотная, чем у обжаренного неподсушенного сырья, но не жесткая. Поверхность продукта приобретает окраску от светло-золотистой до светло-коричневой.

Готовность продукта достигается в конце первого, или начале второго периода испарения влаги. Основные физико-химические изменения подсушенного сырья при обжаривании протекают в первом периоде, поэтому температура масла становится одним из основных технологических параметров, влияющих на скорость испарения влаги и качество продукта.

Зависимость скорости испарения влаги из овощей при обжаривании от температуры масла определялась по изменениям коэффициента скорости удаления влаги в первом периоде (K_1). В координатах $\ln K_1 - t$ зависимость имеет линейный характер (рис.5).

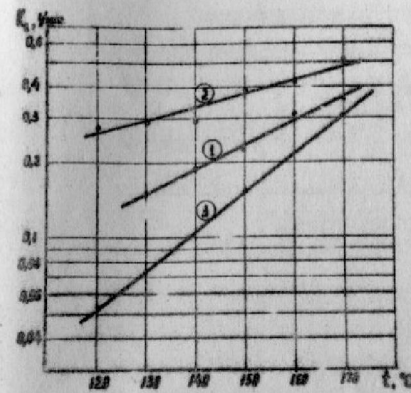


Рис. 5. Изменение коэффициента скорости удаления влаги из овощей при обжаривании. 1 - кабачки, 2 - баклажаны, 3 - морковь.

В диапазоне температур масла 120 - 170°C зависимость удовлетворительно описывается эмпирическим уравнением вида:

$$K_1 = K_0 \exp(\eta t) \quad / 4 /$$

где K_1 - коэффициент скорости удаления влаги в первом периоде, 1/мин., K_0 - значения коэффициента при $t_m=120-130^\circ\text{C}$, t - температура масла, °C, η - температурный коэффициент, 1/град., является постоянной величиной для различных видов овощей.

Методом наименьших квадратов были определены значения температурного коэффициента (таблица 3). Средняя квадратическая ошибка при расчетах коэффициента K_1 по найденным значениям " η " составляет: для кабачков $\sigma = 1,3 \cdot 10^{-2}$, для баклажан $\sigma = 2,4 \cdot 10^{-2}$, и моркови $\sigma = 5,0 \cdot 10^{-3}$.

С повышением температуры масла интенсивность испарения влаги в первом периоде у неподсушенных и подсушенных овощей возрастает в равной степени.

Сравнительно наибольшее влияние температура масла оказывает на интенсивность испарения влаги из моркови и наименьшее - из баклажан, что видно из величин температурного коэффициента.

Таблица 3

Значения температурного коэффициента (кубики 15x15x15 мм)
 n , 1/град.

Овощи	без подсушки	с подсушкой
К а б а ч к и	0,020	0,022
Баклажаны	0,015	0,012
М о р к о в ь	0,034	0,035

При выборе оптимальной степени подсушки овощей исходили из специфических особенностей процесса обжаривания. Экспериментально установлено, что при обжаривании подсушенного сырья в среднем испаряется 12 - 16% влаги от первоначального содержания. Это те минимальные количества влаги, которыми сопровождается процесс обжаривания овощей при исследованных режимах обработки.

С учетом этих количеств удаляемой влаги и в зависимости от начального влагосодержания, подсушивание овощей может проводиться до определенных значений влагосодержания, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4

Овощи	Начальное влагосодерж., %	Кoeffиц. подсушки	В. агосодержание подсуш. овощей, %
К а б а ч к и	1500 - 2500	0,4 - 0,6	900 - 1000
Баклажаны	900 - 1300	0,2 - 0,4	700 - 800
М о р к о в ь	500 - 800	0,35 - 0,45	300 - 400

Анализ экспериментальных данных показывает в целом соответствие между суммарными количествами удаляемой влаги при обжаривании подсушенных и неподсушенных овощей (таблица 5).

Уменьшение количеств испаряемой влаги из подсушенных овощей в масле приводит к сокращению продолжительности обжаривания в 2-3 раза, следствием чего является увеличение производительности обжарочных печей и сменяемости масла в 1,5 раза.

Масло поглощается подсушенными овощами при обжаривании главным образом поверхностными слоями. Содержание масла в центральных слоях продукта в 5-10 раз меньше, чем в поверхностных слоях. Общее количество впитанного масла в обжаренных овощах с предварительным подсушиванием меньше, чем в обжаренных без подсушки. Подсушенные кабачки и морковь впитывают масла меньше на 1-2%, а баклажаны до 10% по сравнению с овощами без подсушки.

Для определения видимых и истинных процентов у жарки подсушенных овощей, с учетом влаги удаляемой при подсушивании, получены соотношения:

$$X_n = (1 - K_n) \frac{c - b}{c} 100 \quad X'_n = (1 - K_n) \left(\frac{c - b}{c} 100 + \frac{by}{c} \right) \quad (5)$$

где X_n, X'_n - соответственно видимый и истинный проценты у жарки подсушенных овощей, % K_n - коэффициент подсушки, c - масса подсушенных овощей, кг., b - масса обжаренного продукта, кг., y - процент впитавшегося масла, %.

Связь между величинами процентов у жарки овощей без подсушки и с подсушкой выражается зависимостью:

$$X = K'_n + X_n; \quad X' = K'_n + X'_n \quad (6)$$

Таблица 5

Некоторые показатели обжаренных овощей с подсушкой и без подсушки

Обжариваемое сырье, кубики 15x15x15 мм	Время обжаривания, мин.	Начальная температура масла, °C	Начальное количество влаги в сырье, %	Высохшее количество влаги, %	Снижение влаги, %	Процент усадки
Без подсушки						
Кабачки	12,0	150	2240	495	1745	55,7
Баклажаны	8,0	150	1165	154	1011	46,2
Морковь	6,0	150	650	158	392	44,6
С подсушкой						
Кабачки $K_n = 0,4$	4,5	150	754	410	344	19,4
	2,0	170	1000	481	519	16,7
Баклажаны $K_n = 0,3$	4,0	150	685	213	472	23,0
	2,5	170	685	234	451	22,0
Морковь $K_n = 0,38$	4,0	150	433	223	210	20,2
	1,5	170	433	243	190	14,0

X, X' - видимый и истинный проценты усадки неподсушенных овощей,

K_n - степень подсушки овощей, выраженная в процентах. Приведенные соотношения позволяют получить величины процентов усадки подсушенных овощей, сопоставимые с нормативными величинами, и могут служить для контроля производства.

Следует отметить, что при подсушивании и последующем обжаривании овощей с большим первоначальным влагосодержанием, суммарные количества удаляемой влаги составляют 60-70%, что превышает нормативные значения истинных процентов усадки.

В связи с уменьшением впитывания масла подсушенными овощами при обжаривании изменяются и рецептуры закладки обжаренных овощей. Для пересчетов рецептур можно рекомендовать соотношение:

$$X_1 = X \left[1 - \left(\frac{M - M_1}{100} \right) \right] \quad (7)$$

X - количество обжаренных овощей без подсушки по рецептуре,
 X_1 - количество обжаренных овощей с подсушкой для закладки по уточненной рецептуре, M, M_1 - соответственно содержание масла в обжаренных овощах без подсушки и с подсушкой.

Следующей задачей было исследование влияния предварительного подсушивания овощей на температурные режимы обжаривания. Масло является промежуточным теплоносителем между поверхностью нагрева и обжариваемым сырьем. Температура масла изменяется в зависимости от количества подводимого и расходуемого тепла, соответственно Q_1 и Q_2 . Для уточнения параметров, влияющих на изменение температуры масла в процессе обжаривания, был проведен анализ зависимости скорости изменения температуры масла от расходов тепла:

$$\frac{d(ct)}{dt} = f(Q_1, Q_2)$$

к. 0 12493

c - теплоемкость масла, Дж/град.

Анализ приведенной зависимости и экспериментальные исследования показали, что для проведения процесса при стабильных температурных режимах необходимо вести подогрев масла с постоянным темпом нагревания (m). Темп нагревания масла определялся в интервале температур 100-120°C, когда процесс подогрева масла протекает в стадии регулярного режима.

В ванне обжарочной печи должны поддерживаться постоянными отношение количества масла и обжариваемого сырья ($G_m/G_c = Const$). Овощи должны поступать на обжаривание определенных размеров и с равным влагосодержанием.

Если сопоставить статьи расхода тепла на испарение влаги и на нагрев продукта при обжаривании овощей с различным первоначальным влагосодержанием, то при обжаривании неподсушенного сырья это отношение равно 5, а подсушенного - только 2. Сокращение расхода тепла на испарение влаги при обжаривании подсушенных овощей приводит к повышению средней температуры масла в печи, интенсификации процессов тепло-массообмена, не прибегая к повышению температуры масла выше 150°C (рис.6).

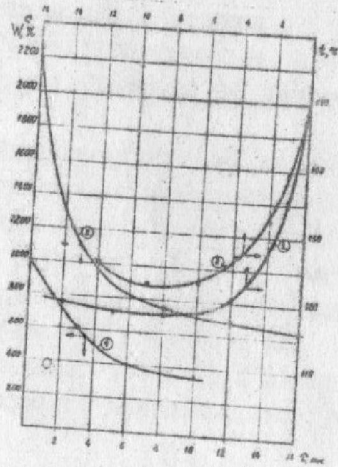


Рис.6. Изменение влагосодержания кабачков и температуры масла при обжаривании $t_m = 150^\circ\text{C}$.
1,3 - при обжаривании кабачков без подсушки,
2,4 - при обжаривании подсушенных кабачков.

3. Физико-химические изменения сырья и масла при обработке

Сложные физико-химические изменения свойств овощей при обжаривании обусловлены явлениями тепло-массообмена, глубина и скорость которых зависит от температурных полей и полей влагосодержания.

Обжаривание подсушенных овощей сопровождается непрерывным повышением их температуры до 98-100°C при параболическом характере распределения остаточной влаги.

Температура поверхностных слоев в течение 20-30 секунд достигает 100°C. Формирование корочки на поверхности продукта протекает при температурах 105-112°C, у готового продукта поверхностные слои прогреваются до 116°C. Кратковременный прогрев подсушенного сырья до температур 98-100°C важен с технологической точки зрения. За короткие промежутки времени в толще продукта протекают физико-химические изменения, которые в неподсушенном сырье протекают за более продолжительные промежутки времени.

По изменениям содержания каротина, аскорбиновой кислоты и общего сахара в моркови при подсушивании и обжаривании, в зависимости от температурных режимов обработки и степени подсушки, судили о качестве обжаренного продукта. Меньшие потери этих компонентов наблюдаются при сравнительно жестких температурных режимах обработки: подсушивание при $t_s = 100^\circ\text{C}$, обжаривание при $t_m = 170^\circ\text{C}$, что, вероятно, связано с кратковременной продолжительностью обработки. Средние потери каротина и аскорбиновой кислоты при обжаривании подсушенной моркови составляют - 22,4% и 17,5%, общего сахара - 17,6%.

Предварительная подсушка моркови перед обжариванием практически не влияет на изменение содержания каротина, общего са-

карс и аскорбиновой кислоты по сравнению с обжариванием моркови без подсушки. Некоторые сравнительные данные приведены в таблице 6.

При обжаривании овощей с различной влажностью в рафинированном подсолнечном масле исследовались изменения кислотного числа, иодного числа, перекисного числа, оптической плотности, кинематической вязкости и коэффициента преломления масла. Было установлено, что количества испаряющейся влаги из овощей при обжаривании влияют на изменения иодного числа, кислотного числа, оптической плотности и коэффициента преломления масла. Обжаривание овощей с подсушкой приводит к уменьшению иодного числа от 137 до 119% I_2 , а без подсушки от 137 до 107% I_2 соответственно коэффициент преломления масла - от 1,4740 до 1,4744 и 1,4740-1,4756. На рис. 7,8 приведены кривые возрастания кислотного числа и оптической плотности масла в зависимости от количества обжариваемого сырья с подсушкой и без подсушки. Меньшим изменениям этих показателей соответствует процесс обжаривания подсушенных овощей.

Увеличение перекисного числа и кинематической вязкости масла практически не зависят от количества удаляемой влаги при обжаривании овощей и достигают равных величин.

Таблица 6

Изменение содержания каротина, аскорбиновой кислоты и общего сахара при подсушивании и обжаривании моркови (мг/100 г на СВ).

Подсушивание при $t_s=100^{\circ}\text{C}$, обжаривание при $t_m=170^{\circ}\text{C}$.

в сырой моркови	в подсушен. моркови	в обжаренной	в обжарен. подсушкой	Потери в % от первонач. сод.		
				после подсушки	после обжар.	после обжар. с подсушкой
К а р о т и н (Сорт моркови Нантская)						
79,8	66,4	60,3	65,7	16,8	24,4	17,6
119,0	106,3	95,0	97,5	10,5	20,3	18,1
88,4	75,6	62,3	62,1	14,3	29,4	29,6
А с к о р б и н о в а я кислота (Сорт моркови Нантская)						
35,3	33,1	30,1	28,6	6,1	14,7	19,0
33,9	28,75	25,8	26,5	15,2	24,0	18,9
28,0	25,0	21,9	21,2	10,7	11,7	14,3
38,4	34,8	31,9	31,2	9,5	16,0	18,6
Содержание общего сахара (Сорт моркови Консервная)						
58,7	56,2	52,6	50,9	4,2	10,2	13,4
69,1	65,7	54,2	54,6	5,0	21,6	21,0
62,2	59,9	51,7	50,3	3,8	16,8	19,2
55,7	52,4	49,4	50,1	6,0	11,3	10,0

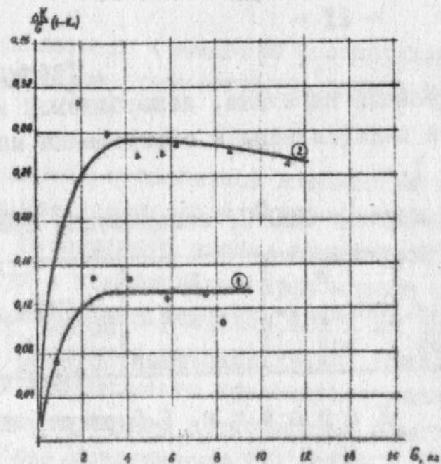


Рис. 7. Изменение кислотного числа масла
1 - при обжаривании моркови с подсушкой
2 - при обжаривании моркови без подсушки

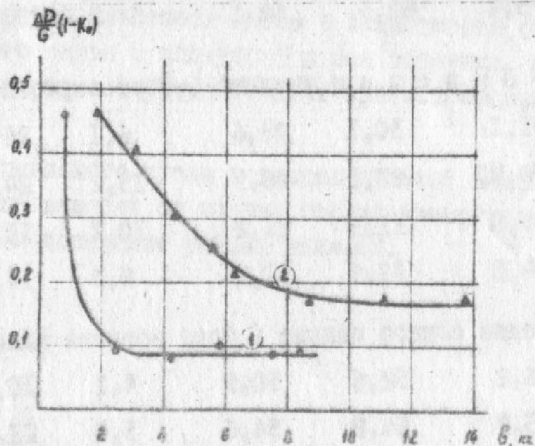


Рис. 8. Изменение оптической плотности масла
1 - при обжаривании подсушенной моркови
2 - при обжаривании моркови без подсушки

Таким образом, интенсивное проведение процессов подсушивания и обжаривания сырья способствует более продолжительному сохранению, качества масла и улучшению качества готового продукта.

На Григориопольском консервном заводе были проведены опыты по обжариванию овощей с предварительным подсушиванием. Проверка исследованного способа в полупроизводственных условиях и полученные данные согласуются с основными данными лабораторных исследований. Опытные образцы консервов из кабачков и баклажан получили на дегустациях положительную оценку.

Для примера проведен расчет механизированной технологической линии производства икры кабачковой мощностью 1200 кг/ч (25 туб/см). Ориентировочный расчет экономической эффективности производства овощной икры на предложенной линии может составить 1,1-1,3 руб. на тысячу учетных банок консервов.

На основании проведенных исследований начаты работы по внедрению в промышленность способа обжаривания овощей с предварительным подсушиванием при производстве овощной икры.

ВЫВОДЫ

1. Проведено экспериментальное исследование процессов изменения влагосодержания овощей методом конвективной сушки при $M_{\text{в}}/t = 1,29-6,18 \text{ кг/м}^2$, $t_{\text{с}} = 60-100^\circ\text{C}$, $V = 1,0-2,0 \text{ м/с}$ и при переменных режимах обжаривания подсушенных овощей в глубоком слое масла при $t_{\text{ж}} = 120-170^\circ\text{C}$. Экспериментально исследовано изменение основных показателей качества масла при обжаривании в нем подсушенных и неподсушенных овощей, изменение содержания каротина, аскорбиновой кислоты, общего сахара моркови при подсушивании и обжаривании.

2. Подтверждено, что наряду с применяющимися в настоящее время способами обжаривания овощей в масле при производстве овощезакусочных консервов целесообразно проведение процесса

обжаривания овощей с их предварительным частичным обезвоживанием, при этом улучшается качество продукта и уменьшается скорость порчи масла.

3. Установлено, что предварительное подсушивание овощей может проводиться до следующих значений влагосодержания: кабачки 900-1000% ($K_n = 0,4-0,6$), баклажаны 700-800 ($K_n = 0,2-0,4$), морковь 300-400% ($K_n = 0,35-0,45$). Для определения продолжительности подсушивания овощей можно рекомендовать соотношение /3/.

4. Установлено, что оптимальные технологические свойства подсушенными овощами для последующего обжаривания достигаются при параболическом характере распределения остаточной влаги с перепадом влагосодержания между центральными и поверхностными слоями 200-300%. Для достижения указанных полей влагосодержания процесс подсушивания овощей можно проводить при $t_s = 90-100^\circ\text{C}$, $V = 1,5-2,0$ м/с.

5. Процесс обжаривания подсушенных овощей в основном протекает в первом периоде испарения влаги, готовность продукта достигается в конце первого, или начале второго периода. Зависимость коэффициента скорости удаления влаги в первом периоде от температуры масла удовлетворительно описывается соотношением:

$$K_1 = K_0 \exp(kt)$$

6. Установлено, что при обжаривании подсушенных овощей продолжительность процесса сокращается в 2-3 раза, коэффициент сменяемости масла увеличивается в 1,5 раза. Увеличение иодного числа, кислотного числа, оптической плотности, коэффициента преломления масла меньше, по сравнению с их ростом при обжаривании овощей без подсушивания.

7. На примере обжаривания предварительно подсушенной моркови установлено, что кратковременная обработка приводит к сравнительно более полному сохранению каротина, аскорбиновой кислоты общего сахара и улучшению качества готового продукта.

8. Для интенсификации процессов тепло-массообмена при переменных режимах обжаривания подсушенных овощей в глубоком слое масла процесс может проводиться при $t_M = 150^\circ\text{C}$ с понижением не ниже 140°C и сохранением постоянными: темпа нагревания масла, количества удаляемой влаги из овощей в масле, отношения количества сырья и масла в обжарочных аппаратах.

9. Показано, что обжаренные с предварительным подсушиванием овощи содержат меньшее количество масла, чем обжаренные овощи без подсушки. Для определения процентов уварки овощей, с учетом удаленной влаги при подсушивании, и пересчетов рецептур при производстве консервов можно рекомендовать формулы (5-7).

10. Способ обжаривания подсушенных овощей опробован в полупроизводственных условиях. Опытные образцы консервов получили положительную оценку.

Основные материалы диссертации опубликованы в
следующих работах:

1. Б.В.Зозулевич, П.Г.Татаров. Совершенствование технологии овощных консервов. Материалы докладов IV научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, Кишинев, 1968 г.

2. Б.В.Зозулевич, П.Г.Татаров. Исследование процесса обжарки кабачков с предварительной подсушкой. Материалы докладов IX научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, Кишинев, 1968 г.

3. Б.В.Зозулевич, П.Г.Татаров. Влияние предварительной подсушки сырья на изменение качества масла в процессе обжарки овощей. Материалы докладов V научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, Кишинев, 1969 г.

4. П.Г.Татаров. Оценка теплового режима процесса обжарки. Материалы докладов V научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, Кишинев, 1969 г.

5. П.Г.Татаров. Обжарка растительного сырья с предварительным частичным обезвоживанием. Материалы докладов всесоюзной межвузовской конференции по тематическим методам обработки при консервировании, г.Одесса, 1969 г.

6. Е.В.Зозулевич, П.Г.Татаров. Качество масла при обжаривании овощей. Консервная и овощесушильная промышленность, № 8, 1970 г.

7. Б.В.Зозулевич, П.Г.Татаров. Некоторые нормативы процесса обжаривания. Консервная, овощесушильная и пищевая концентратная промышленность ПНИИЭПИЩЕПРОМ, Выпуск 4, 1970 г.

8. П.Г.Татаров. Распределение влаги в овощах при подсушке и обжарке. Сборник трудов молодых ученых, Кишинев, Выпуск 2, 1970 г.

9. П.Г.Татаров. Изменение полей влажности и температур растительного сырья при обжаривании. Материалы докладов VI научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, г.Кишинев, 1970 г.

10. П.Г.Татаров. О технологической линии овощных закусок консервов с применением предварительной подсушки овощей. Материалы докладов VIII научно-технической конференции КПИ им.С.Лазо, Кишинев, 1972 г.

11. П.Г.Татаров. Влияние параметров воздуха на скорость подсушки овощей. Труды технологического факультета, химия и химическая технология. Кишинев. Выпуск 24, 1971 г.

12. П.Г.Татаров. Температурные режимы при обжаривании овощей. Биохимические и физико-химические методы оптимизации технологии пищевых производств, Кишинев, 1972 г.

Представленные материалы были доложены и обсуждены на:

1. IV, V, VI, VII, VIII научно-технических конференциях Кишиневского политехнического института им.С.Лазо, апрель 1968-1972 гг.

2. Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, октябрь, 1969 г.

3. Научной конференции Краснодарского политехнического института, апрель 1972 г.

4. XXXXII научной конференции Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова, ноябрь 1972 г.