

Автореферат  
К 30

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

На правах рукописи

КАХНИАШВИЛИ Тенгиз Арчилович

УДК 582.635.3:584.19:664.85

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ ИНЖИРА  
И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Специальность 05.18.13 – технология консервированных  
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса - 1987

Ск



Актуальность работы. XXVI съездом КПСС к концу 12-й пятилетки намечено обеспечить рост объема производства пищевых продуктов на 18-20%, повысить их качество и пищевую ценность, выработать к 1990 г. 16-18 млрд. условных банок плодоовощных консервов. Продовольственной программой предусмотрено к 1990 году выйти на следующий уровень среднедушевого потребления продуктов питания: овощей и бахчевых культур 126-135 кг в сравнении с 97 кг в 1980 году. Поэтому обеспечение населения плодами в свежем и консервированном виде в широком ассортименте при их высоком качестве способствует успешному решению социальной задачи нашего государства по вопросу полноценного питания трудящихся.

Среди субтропических культур, произрастающих в СССР, особое внимание привлекает инжир. Плоды инжира калорийны, имеют специфические органолептические достоинства, но отличаются низкой лежкоспособностью, что сдерживает их потребление в свежем виде, а также приводит к значительным потерям сырья, что затрудняет разработку рациональной технологии переработки инжира.

В Груз.ССР в этой связи, актуальным вопросом для перерабатывающих отраслей Агропрома Грузии является получение научно обоснованных данных по пищевой ценности плодов инжира, районированных в республике, которые должны служить теоретической основой для разработки новых рецептур и технологии консервов на основе инжира.

Цель и задачи работы. Целью работы является исследование биохимических особенностей плодов инжира, районированных в Груз.ССР, в сортовом разрезе и разработка на основе теории сбалансированного питания состава и технологии фруктовых консервов из инжира.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить биохимический состав сортов инжира, районированных в Груз.ССР и дать оценку их пищевой ценности с позиции теории сбалансированного питания;
- исследовать закономерности изменения биологически активных веществ (витамины, аминокислоты, углеводы, липидный комплекс и др.) в сортовом разрезе и в процессах технологической обработки плодов инжира;
- разработать технологию новых видов консервов на основе инжира и дать биохимическую характеристику их пищевой ценности.

Научная новизна результатов работы. Научная новизна работы состоит в следующем: впервые для наиболее районированных в Грузии

сортов инжира приведена дифференцированная биохимическая характеристика состава по широкому комплексу показателей, в т.ч. и по биологически активным веществам получена математическая модель оптимального состава фруктовых консервов на основе инжира в соответствии с концепцией сбалансированного питания; новизна работы подтверждена положительным решением ВНИИГПЭ от 12.01.87 г. по заявке № 4109063/31-13(122451).

Практическая ценность и реализация работы. Результаты работы положены в основу научно обоснованной технологии нового вида фруктовых консервов из инжира и послужили основой для разработки нормативно-технической документации на консервы "жидкие плоды" (ТУ 10 Груз.ССР 12-86, ТИ 10-12-86). Утверждены технико-экономические показатели производства нового вида консервов. Экономический эффект от выпуска консервов на Гурджаанском консервном заводе ГССР составил 17,69 тыс.руб. в год.

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены и получили положительную оценку на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИШ им.М.В.Ломоносова (г.Одесса, 1986, 1987 г.г.), на конференции молодых ученых, организованной ГрузНИИПИ в 1987 г. (г.Тбилиси, 1987 г.).

Публикация результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 9 работ, получено 1 положительное решение ВНИИГПЭ на выдачу авторского свидетельства.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 108 страницах и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы, включающего 172 наименования, в том числе 38 иностранных, 15 приложений, содержит 24 таблицы, 12 рисунков.

На защиту выносятся: результаты исследования биохимического состава плодов инжира, произрастающих в Груз.ССР:

- технология получения нового вида консервов на основе инжира;
- результаты исследования пищевой ценности полученных консервов "жидкие плоды".

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования послужили плоды 4-х перспективных сортов инжира, районированных в ГССР, - Смена (I), Кадота (II), Чумлакури мцване (III), Турецкий коричневый (IV), урожая 1985-1986 г.г.

Исследование биохимических, физико-химических, микробиологических показателей исходного сырья, на отдельных стадиях технологической обработки и в готовых консервах проводили по стандартным и оригинальным методам. Суммарные каротиноиды, катехины, фла -

вонолы, антоцианы, лейкоантоцианы, свободно окисленные и конденсированные формы биофлавоноидов с помощью спектрофотометра СФ-26 и колориметрически; состав свободных и связанных аминокислот на автоматическом анализаторе КЛА-5. Фракционирование липидов проводили по методу Фолча в модификации Блайя и Дайера. Разделение жирных кислот кислот липидов проводили методом ГЖХ на хроматографе "Хром", в виде метиловых эфиров жирных кислот, полученных по методу Штоффеля. Фракционирование углеводов проводили по Плешкову В.П. Идентификацию моносахаридов, полученных после выделения и гидролиза полисахаридов осуществляли методами ТСХ и БХ, ИК-спектры лигнина снимали на ИР-20.

Расчет рецептур консервов на основе инжира проводили с учетом теории сбалансированного питания на ЭВМ ЕС-1022 с программой на языке "Fortran".

Прогреваемость консервов изучили на экспериментальном стенде при помощи хромель-копелевых термопар. Бакконтроль консервов осуществляли в соответствии с ГОСТами.

Математическую обработку результатов опытов проводили, используя методы математической статистики, численного корреляционного и регрессивного анализов.

#### Содержание работы

Во введении изложены задачи, стоящие перед консервной промышленностью СССР в XI-й пятилетке, дано обоснование актуальности темы,

В первой главе приведены сведения, имеющиеся в литературе о химическом составе плодов инжира различных районов произрастания, его изменениях при хранении и переработке. Дан анализ существующих способов переработки инжира, характеристика ассортимента продукции из инжира. Отмечена роль биологически активных веществ в питании с позиций современного состояния науки о питании. Освещены биохимические аспекты конструирования пищевых продуктов с применением математических методов и средств вычислительной техники. Поставлены задачи исследования.

Во второй главе освещены вопросы выбора объектов и методов исследования. Изучали общие химические показатели плодов инжира, наиболее районированных в Грузии. Определение ферментативной активности проводили для оксидоредуктаз, полифенолоксидазы, пероксидазы, аскорбиноксидазы, каталазы, пектинэстеразы, полигалактуроназы. Установили фракционный состав углеводов, идентификацию моносахаридов, полученных после выделения и гидролиза полисахаридов, осуществляли методами ТСХ и БХ. Остаток после фракционирования углеводов подвергали ИК- и УФ-спектроскопии, изучению минерального и азотисто-

го состава. Фракции нейтральных, глико- и фосфолипидов получали с помощью колоночной хроматографии. ТСХ хроматограммы липидных фракций просматривали на приборе "Хроматоскоп" либо проявляли цветными реагентами. Количественное определение нейтральных липидов проводили по окислению липидов хромовой смесью, предложенной Аментой; гликолипидов - по углеводной составляющей при взаимодействии с орцином; фосфолипидов - спектрофотометрическим определением неорганического фосфата в виде окрашенного комплекса с молибдатом аммония. Пищевую ценность характеризовали интегральным скором в энергетическом выражении на 1255 кДж, рассчитанным по методике Покровского А.П.

В третьей главе приведены результаты исследований биохимических особенностей плодов инжира. Углеводы инжира, их фракционный состав приведены в табл. I. Сравнивая полученные нами данные по концентрации свободных сахаров с приведенными в литературе для Кировобадских, ленкоранских, итальянских и др. можно отметить, что наиболее сахаристыми являются итальянские сорта, а также исследованные нами. Сведений относительно дифференцированного состава гемицеллюлоз инжира в литературе мы не встретили. Имеются данные о концентрации суммарных гемицеллюлоз в двух сортах инжира Далматский и Бузой-Бурну, которая составляет 2,0 и 2,7% на сухую массу плодов соответственно. Таким образом, инжир из Азербайджана беднее плодов из Грузии одним из представителей пищевых волокон - гемицеллюлозами А и Б, выполняющими важные биологические функции и, в частности, абсорбцию и метаболизм белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов. Аналогичная тенденция обнаруживается для пектиновых веществ. По результатам наших исследований моносахаридный состав гемицеллюлоз инжира богаче в сравнении с ГМЦ томатов, яблок, однако беднее моркови, сахарной свеклы.

Изучение состава остатков после фракционирования углеводов показало наличие в нем лигнина, азотсодержащих соединений, минеральных элементов. Массовая доля белка, связанного с лигнином, составляла 0,82% для сорта Чумлакури мцване и 0,50% для сорта Турецкий коричневый. При этом интересно отметить, что количество экстенсина - белка, ковалентно связанного с целлюлозными волокнами ниже и достигает 0,33 и 0,21% в сортах соответственно. Изучена возможность образования комплексов с металлами, лигандами, в которых являются функциональные группировки лигнина. Среди макроэлементов наиболее высокий уровень обнаруживается для натрия - в сорте Чумлакури мцване  $8,4 \cdot 10^{-3}\%$ , в Турецком коричневом -  $9,7 \cdot 10^{-3}\%$ . За ним следует калий и кальций. В лигнине инжира установили наличие других элементов,

Таблица I

## Углеводный состав плодов инжира

Экстрагент	Наименование	Углеводн., %		Мономерный состав углеводов (% к сумме олиго- и полисахаридов)													
		в плодах	на сухую массу	глю-коза	фрук-тоза	сахароза	арабиноза	ксилоза	уроновые кислоты	галактоза	манноза						
Спирт	I	15,81	70,30	45,45	42,10	12,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	15,40	64,23	49,33	46,38	4,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	12,75	67,20	48,57	46,35	5,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV	17,70	74,43	49,54	43,62	6,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вода	I	0,82	3,76	14,91	-	-	25,00	сл.	36,89	22,50	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,86	3,59	19,80	-	-	23,00	сл.	37,80	19,00	-	-	-	-	-	-	-
	III	1,02	5,39	18,39	-	-	24,01	сл.	38,50	17,70	-	-	-	-	-	-	-
	IV	1,14	4,79	19,56	-	-	17,04	-	46,10	22,10	-	-	-	-	-	-	-
Оксалат аммония, 0,5%	I	0,75	3,44	16,01	-	-	14,06	13,61	32,22	23,30	сл.	7,69	-	-	-	-	-
	II	0,53	2,21	12,41	-	-	16,16	1,17	45,96	13,61	-	-	-	-	-	-	-
	III	0,45	2,38	11,48	-	-	19,71	сл.	50,91	17,01	-	-	-	-	-	-	-
	IV	0,51	2,14	11,02	-	-	19,33	0,61	46,60	23,64	-	-	-	-	-	-	-
Гидроокись натрия, 5%	I	0,34	1,58	29,06	-	-	28,94	24,06	-	17,49	сл.	-	-	-	-	-	-
	II	0,36	1,50	23,61	-	-	27,62	27,87	-	20,5	сл.	-	-	-	-	-	-
	III	0,36	1,90	26,90	-	-	31,82	23,64	-	17,34	сл.	-	-	-	-	-	-
	IV	0,39	1,64	26,58	-	-	24,22	25,90	-	23,29	сл.	-	-	-	-	-	-
Гидроокись натрия, 18%	I	0,43	1,97	23,12	-	-	30,12	39,47	-	17,09	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,68	2,84	22,61	-	-	35,94	41,25	-	сл.	-	-	-	-	-	-	-
	III	0,58	3,06	27,64	-	-	39,02	33,04	-	сл.	-	-	-	-	-	-	-
	IV	0,73	3,07	27,14	-	-	36,13	37,06	-	сл.	-	-	-	-	-	-	-
Остаток	I	0,13	0,50	98,5	-	-	-	сл.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,15	0,63	99,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	0,30	1,59	99,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV	0,25	1,05	99,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

в частности; кремния ( $10^{-3}\%$ ) 0,04 и 1,93, железа 0,03 и 0,28, меди 0,03 и 0,16 для сортов Чумлакури мцване и Турецкий коричневый соответственно.

Массовая доля суммарных липидов в изученных сортах инжира составляет 0,4-0,9%. Нейтральные липиды явились наибольшей в количественном отношении фракцией липидов плодов инжира и составили 84,5 и 87,5% от общей их суммы соответственно для плодов светлой и темной окраски сорта Смена и Турецкий коричневый и различались в 4,2 раза. В составе нейтральных липидов установлено присутствие более 10 групп различных соединений. Превалирующим компонентом (около 50%) явились триглицериды, в существенных количествах (более 30%) содержались также эфиры стериннов, эфиры жирных кислот и свободные стерины. В небольших концентрациях (примерно 25%) обнаружены углеводороды, токоферолы, свободные жирные кислоты, моно- и диглицериды. Углеводородсодержащие липиды явились второй в количественном отношении фракцией липидов инжира и составили 9,5 и 4,5% от их суммы соответственно для сорта Смена и Турецкий коричневый. Превалирующими типами соединений в изученных сортах плодов являлись моно- и дигалактозилдиглицериды, этерифицированные гликозиды стериннов, цереброзиды и керамидолигозиды. Основными углеводными компонентами гликозидов являлись галактоза, глюкоза и арабиноза (1:1:1), составившие более 90% всех моносахаридов. Концентрация фосфолипидов в составе общих липидов невелика - 6 и 7% для сортов Смена и Турецкий коричневый. В составе фосфолипидов обнаружено 10 типов соединений, преобладающими из которых являются фосфатидилглицерины, фосфатидилхолины.

Газохроматографическое исследование состава жирных кислот липидов для всех классов липидов показало практически одинаковый набор ( $C_{12} - C_{20}$ ) жирных кислот, состоящий из 12-14 представителей, соотношение между которыми в целом было аналогичным. Доминирующими явились 4 кислоты - линолевая, пальмитиновая и олеиновая, составившие свыше 90% массы всех кислот.

В отличие от липидов состав липорастворимых пигментов существенно отличался для светло-темноокрашенного сорта (табл. 2).

Витаминоактивные каротиноиды составили 59,5% от массы каротиноидного комплекса плодов сорта Смена и 5,0% сорта Турецкий коричневый. Среди других витаминов в исследованных четырех сортах инжира концентрация аскорбиновой кислоты составляла от  $5,28 \cdot 10^{-3}\%$  в сорте Чумлакури мцване до  $7,9 \cdot 10^{-3}$  в сорте Турецкий коричневый, тиамин 57,0-64,0  $\cdot 10^{-6}\%$  в сортах Кадота и Чумлакури мцване соответ-

ственно, рибофлавина 6,3-7,5 ( $10^{-6}\%$ ) в сортах Турецкий коричневый и Кадота, пантотеновой кислоты 0,04-0,05 ( $10^{-3}\%$ ). По кумулятивным способностям инжира в отношении аскорбиновой кислоты его можно поставить в один ряд с такими плодами, как гранаты, груши, виноград, уровень же витаминов группы В, в частности, тиамина, более высокий, чем у абрикосов, айвы, бананов, вишен, груш, яблок, персиков. Максимальное накопление суммарных спирторастворимых биофлавоноидов наблюдается для сорта Турецкий коричневый, в частности, свободных  $85,0 \cdot 10^{-3}\%$  и связанных  $297,5 \cdot 10^{-3}\%$ . Минимальным уровнем катехинов, флавонолов, антоцианов, лейкоантоцианов характеризуется сорт инжира Смена, максимальным - Турецкий коричневый. Дифференцированное исследование полифенолов инжира различных сортов из СССР проведено впервые. С нашей точки зрения, более низкие концентрации свободных спирторастворимых полифенольных соединений  $22,5-85,0 \cdot 10^{-3}\%$  в сочетании со значительными величинами связанных форм биофлавоноидов  $250,0-340,0 \cdot 10^{-3}\%$  обуславливают отсутствие в инжире горького вкуса, присущего лимонам, или терпкости, свойственной другим плодам, например, хурме.

Таблица 2

Относительная концентрация (% от общей массы)  
липорастворимых пигментов в плодах инжира

Пигменты	Смена	Турецкий коричневый
I. Хлорофиллы		
Хлорофилл А	74,1	67,6
Хлорофилл В	25,9	32,4
Массовая доля, $10^{-3}\%$	1,1	2,5
II. Каротиноиды		
Фитоин	1,7	-
Фитофлюин	1,5	-
$\beta$ -каротин	4,5	-
$\gamma$ -каротин	32,3	10,4
Гидрокси- $\alpha$ -каротин	7,9	-
Криптоксантин	9,0	5,7
Рубиксантин	5,6	9,9
Лютеин	15,5	41,8
Виолаксантин	7,6	14,8
Неоксантин	9,4	8,6
Неидентифицированные ксантофиллы	5,0	8,8
Массовая доля, $10^{-3}\%$	4,3	1,6

Сравнительная характеристика минеральных веществ исследованных нами и другими авторами плодов инжира позволяет отметить, что плоды сортов Смена, Чумлакури мцване, Кадота, Турецкий коричневый - резервуар I4 идентифицированных количественно элементов, среди которых сведения по некоторым приведены впервые.

Белки инжира в своем составе содержат 17 аминокислот, среди них - 8 незаменимых. Доминирующими являются глутаминовая и аспарагиновая аминокислоты, которые составляют почти третью часть массы идентифицированных аминокислот. В минимальном количестве обнаружены метионин и гистидин, невысок также уровень лизина и тирозина. В плодах темноокрашенного сорта Турецкий коричневый наблюдаются самые высокие концентрации серина, метионина, изолейцина, лейцина, тирозина, фенилаланина. Свободные аминокислоты в сравнении с протеиногенными обнаружены в незначительных количествах. Анализ полученных данных, однако, позволяет установить почти аналогичные тенденции в соотношениях массовых долей отдельных аминокислот между собой.

Для сравнительной оценки стойкости плодов инжира темно- и светлоокрашенных сортов провели опытное хранение плодов при комнатной температуре и установили, что в то время, когда белые плоды испортились полностью, темные - на 75,2%. Повышенная стойкость темноокрашенных плодов при хранении связана не только с состоянием полимерных форм углеводов, но и в значительной степени зависит от участия полифенольных соединений в формировании этого свойства. Учитывая также роль окислительно-восстановительных ферментов и гидролиз в этих процессах, мы установили активность полифенолоксидазы, пероксидазы, каталазы, пектинэстеразы, полигалактуроназы, аскорбиноксидазы. Литературных сведений об активности оксидоредуктаз плодов инжира мы не встретили.

В четвертой главе изложены особенности технологии переработки плодов инжира, разработка научно обоснованных режимов стерилизации консервов, математического моделирования и конструирования консервов на основе инжира. Производство консервов на основе инжира проводили по двум технологическим схемам: традиционной, включающей инспекцию, мойку, бланширование по научно обоснованным режимам, базирующимся на исследовании ферментативной активности плодов - полифенолоксидазы, пероксидазы, каталазы; протирание, смешивание в соответствии с рецептурой, фасовку, стерилизацию - и новой, усовершенствованной технологии с применением кавитационной мельницы. При применении диспергирования на кавитационной мельнице имеет место улучшение качества диспергирования за счет большей степени измель-

чения плодов (массовая доля частиц с размером 50-150 мкм составляет 85% и более), повышение эффективности работы за счет интенсификации процесса диспергирования. Генератор кавитации разработан на кафедре биохимии и микробиологии под руководством профессора Голубева В.Н. Нами проведена работа по модернизации работы устройства за счет исключения забивания отражательных элементов гомогенизированным растительным материалом, а также снижения степени кавитационной эрозии отражательных элементов. Кроме того, устранена периодичность в работе, связанная с механической очисткой отражательных элементов. Поиск путей совершенствования процесса кавитационного диспергирования привел к исследованию возможности применения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Используемая нами натриевая соль N-ацил-L-аланина выполняет функцию солюбилизатора для формирования определенных свойств продукта, в частности, структуры и консистенции, а также участвует в формировании аромата фруктовых смесей, придавая карамельный запах.

Разработку научно обоснованных режимов стерилизации консервов проводили на кафедре технологии консервирования. При этом проводили теплофизические исследования, математические расчеты фактической и требуемой летальности, а также микробиологические анализы согласно Положению о разработке режимов стерилизации консервов. Кривые прогреваемости автоклава, продукта и летальности режимов стерилизации приведены на рис. I.

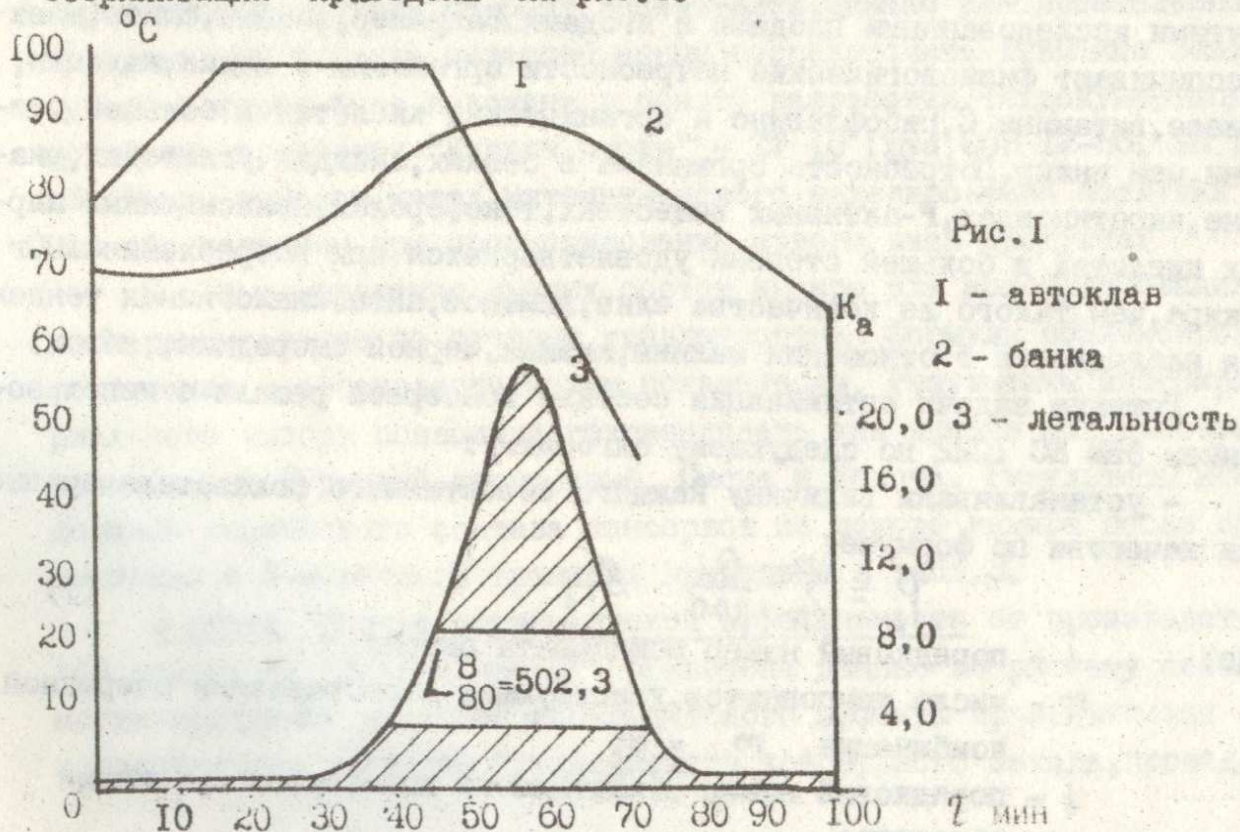


Рис. I

I - автоклав

2 - банка

3 - летальность

20,0

16,0

12,0

8,0

4,0

7 мин

Теоретическим подходом при математическом моделировании и конструировании консервов на основе инжира явилось применение метода минимизации функции. Решение задачи осуществляли путем поиска объективных показателей сравнения по их значимости в интегральной оценке качества нового продукта, формирования массива переменных, которые аппроксимировали к стандарту. В качестве критерия нами были избраны рекомендации формулы сбалансированного питания А.А.Покровского, а также требование о разнообразии питания. При выборе ассортимента плодов для купажирования с инжиром исходили из того, чтобы сроки созревания совпадали с периодом сбора инжира, для исключения необходимости изготовления полуфабрикатов, а также определяли сочетаемость отдельных видов плодов путем дегустаций. Методом интегрального сора продуктов питания выражали пищевую ценность каждого вида фруктового пюре, отобранного для купажирования. Сравнивая формулы пищевой ценности пюре из инжира, слив, айвы, лимонного сока и др. можно отметить, что исследуемые объекты неравноценны между собой.

Для уточнения роли отдельных компонентов в удовлетворении физиологических потребностей организма в пищевых веществах и энергии провели расчет степени соответствия (в процентах) концентрации компонентов в 100 граммах разных сортов инжира, лимонов, слив, айвы и др. суточным нормам, разработанным Институтом питания АМН СССР и утвержденных Минздравом СССР. Установленные нами отличия послужили научным обоснованием целесообразности осуществления купажирования инжира с другими исследованными плодами и ягодами. Например, лимоны, сливы, айва обеспечивают физиологические потребности организма в калии, кальции, железе, витамине С, рибофлавине и органических кислотах в большей степени, чем инжир. Потребность организма в белках, липидах, углеводах, тиамине, каротиноидах, Р-активных веществах, токоферолах, ненасыщенных жирных кислотах в большей степени удовлетворяется при потреблении 100г инжира, чем такого же количества слив, лимонов, айвы. Аналогичная тенденция наблюдается в отношении малины, кизила, черной смородины, яблок.

Решение задачи оптимизации состава консервов решали с использованием ЭМ ЕС 1022 по следующему алгоритму:

- устанавливали величину каждого объективного показателя сравнения качества по формуле:

$$P_j = \sum_{i=1}^m \frac{Q_i}{100} \cdot S_{ij} \quad (1)$$

где:  $i$  - порядковый номер компонента смеси;  
 $m$  - число компонентов, участвующих в составлении очередной комбинации,  $m = 8$ ;  
 $j$  - порядковый номер объективного показателя сравнения качества;

$Q_i$  - массовая доля каждого компонента в смеси, %;

$S_{ij}$  - концентрация в  $i$ -том компоненте  $j$ -го показателя, г;

- вычисляли относительную (нормированную) величину каждого контролируемого показателя, участвующего в блоке формирования комбинации:

$$P_j' = \frac{P_j}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad (2)$$

где:  $P_j$  - концентрация контролируемого показателя (г), рассчитанная по (1);

$n$  - количество контролируемых показателей,  $n = 11$ ;

- итоговую оценку каждого варианта смеси рассчитывали по формуле:

$$R = \sum_{j=1}^n (|P_j' - N_j'|)^2 \quad (3)$$

где:  $P_j'$  - нормированная величина  $j$ -го контролируемого показателя, определенного по (2);

$N_j'$  - нормированная величина  $j$ -го контролируемого показателя на основании формулы сбалансированного питания аналогично вычислению  $P_j'$ .

Анализ отклонений полученных итоговых эмпирических коэффициентов оценки смеси от стандарта позволил выделить несколько вариантов рецептур. Минимальные величины эмпирического коэффициента, отвечающего оптимальной рецептуре, наблюдались для следующих композиций: пюре из инжира - 70%, лимонного сока 5%, пюре из слив 25% и пюре из инжира - 70%, пюре из яблок - 25%, лимонного сока 5%. Наряду с указанными можно выделить еще ряд рецептур, обладающих высокой степенью сбалансированности состава по ряду показателей, однако для промышленного внедрения мы считали целесообразным сосредоточить внимание лишь на лучшей, которая была положена в основу разработки технической документации на новый вид консервов "Жидкие плоды" - ТУ 10 Груз.ССР 12-86, ТИ 10-12-86. Таким образом, метод математического моделирования послужил научным обоснованием при прогнозировании нового вида продукта.

С целью выявления лучших сортов инжира для консервирования провели ранжирование по степени удовлетворения формулы сбалансированного питания и органолептическим показателям. Результаты многокритериального выбора позволили рекомендовать как лучшие для консервирования сорта Турецкий коричневый, Смена и Кадота. Результаты исследования химического состава консервов на основе инжира после изготовления и 6-месячного хранения приведены в табл. 3.

В главе "Расчет экономической эффективности от производства новой продукции "Жидкие плоды"" приведены данные по расчету себестоимости продукции годового экономического эффекта применительно к производственным условиям Гурджаанского консервного завода, приведенных

в соответствии с действующей "Методикой определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений".

Таблица 3

Химический состав консервов на основе инжира

Показатели	Сорта инжира			
	Турецкий коричневый		Смена	
	после из-готовл.	после 6-мес. хранения	после изготовл.	после 6-мес. хранения
Сухие вещества, %	20,35	20,20	16,21	15,90
Органические кислоты в пересчете на яблочную, %	0,65	0,60	0,59	0,57
рН	3,9	3,9	4,05	4,08
Общий сахар, %	15,01	14,92	13,34	13,30
Пектиновые вещества, %	1,35	1,32	1,30	1,30
Протопектин, %	0,51	0,51	0,78	0,75
Фруктоза, %	5,85	5,82	4,78	4,76
Общий азот, % (N x 6,25)	1,14	1,08	1,47	1,45
Аминный азот, 10 <sup>-3</sup> %	282,0	264,2	265,5	250,1
Липиды, %	0,35	0,35	0,62	0,61
Зола, %	0,55	0,52	0,55	0,54
Витамин С, 10 <sup>-3</sup> %	8,40	7,95	6,60	6,38
Антоцианы, 10 <sup>-3</sup> %	162,7	150,7	115,2	91,9
Лейкоантоцианы, 10 <sup>-3</sup> %	71,3	65,1	50,2	34,0
Флавонолы, 10 <sup>-3</sup> %	45,2	38,6	12,4	10,1
Тиамин, 10 <sup>-6</sup> %	48,9	47,4	49,3	48,0
Рибофлавин, 10 <sup>-6</sup> %	15,9	15,5	16,2	16,0

### В ы в о д ы:

1. Исследован углеводный комплекс инжира. Массовая концентрация глюкозы 6,2...8,8%, диетических факторов питания - фруктозы 5,9...7,7%, гемицеллюлоз А 0,34...0,39%, гемицеллюлоз В 0,43...0,73%, протопектина 0,45...0,75%, растворимого пектина 0,82...1,14%, клетчатки 0,13...0,25%.

2. При изучении химии природных соединений впервые для инжира получены данные о способности хромофорных групп к аддитивному поглощению ИК- и УФ-лучей. Установлена концентрация натрия, калия, кальция, кремния, железа, меди в лигнинах инжира, а также негидролизованного конденсированного компонента, содержащего азот.

3. Дифференцированная характеристика липидов плодов инжира, отсутствовавшая в литературе ранее, показала присутствие более 10 групп различных соединений в составе нейтральной фракции, 11 типов соединений среди гликолипидов, 10 - в фосфолипидах. Газожидкостная хроматография жирных кислот позволила установить концентрацию 12-14 представителей, среди которых доминирующими были линолевая, линоленовая - незаменимые факторы питания.

4. Среди микрофакторов пищевой ценности плодов инжира изучены аминокислоты (свободные и протеиногенные), витамины, микроэлементы. Сумма незаменимых аминокислот колеблется от 30,6 до 35,2% от их общего количества в протеиногенной фракции. Максимальное накопление характерно для сорта Турецкий коричневый. Плоды инжира в особо значительной степени (по сравнению с малиной, яблоками, сливами и др.) аккумулируют каротиноиды, биофлавоноиды, токоферолы. При этом они являются также источником в питании тиамин, рибофлавин, пантотеновой кислоты. По нашим данным, инжир резервирует 14 минеральных элементов.

5. Изучена лежкость инжира, установлены различия в сроках хранения темноокрашенного и светлоокрашенных сортов. Повышенная стойкость плодов сорта Турецкий коричневый связана, судя по полученным данным, с ферментативной активностью, концентрацией спирторастворимых биофлавоноидов, органических кислот, а также гликолипидов. Значительная массовая доля нейтральных и фосфолипидов с высокой степенью ненасыщенности жирнокислотных ацилов у светлоокрашенного сорта Смена в определенной степени может обуславливать его лабильность к окислительной порче.

6. Рассчитаны формулы пищевой ценности исследованных сортов инжира. На основании ранжирования сортов инжира по степени удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах и органолептическим показателям проведен отбор лучших.

7. Метод расчета рецептур, предложенный в работе, дал возможность получить оптимальные варианты концентраций плодов в смеси, максимально отвечающей требованиям теории Института питания АМН СССР и, таким образом, получить продукт повышенной пищевой ценности, что имеет социальный эффект.

8. Разработаны режимы стерилизации нового вида консервов "Жидкие плоды" в стеклотаре 1-58-200 и 1-82-500. В соответствии с утвержденной нормативно-технической документацией - ТУ 10 СССР 12-86 и ТИ 10-12-86 - выработана партия консервов на Гурджаанском консервном заводе. Экономический эффект от внедрения консервов - 17,69 тыс. рублей в год.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Заявка № 4109063/31-13(122451) от 20.06.86 г. Способ приготовления фруктового пюре из плодов инжира /В.Н.Голубев, Л.Н.Пилипенко, Т.А.Кахниашвили, К.А.Матиашвили и Г.С.Сомхишвили //Полож.реш. ВНИИПЭ о выдаче авторского свидетельства от 12.01.87 г.
2. Голубев В.Н., Пилипенко Л.Н., Кахниашвили Т.А. Фракционирование и состав углеводов *Ficus carica* L. //Химия природных соединений.- 1986.- № 5.- С.673...677.
3. Липиды плодов *Ficus carica* L. /А.А.Колесник, Т.А.Кахниашвили, Ю.Л. Жеребин и др. //Химия природных соединений.- 1986.- № 4.- С.423...427.
4. Липорастворимые пигменты плодов *Ficus carica* L. /Т.А.Кахниашвили, А.А.Колесник и др. //Химия природных соединений, 1986.- № 4.- С.508...509.
5. Голубев В.Н., Пилипенко Л.Н., Кахниашвили Т.А. Углеводный комплекс плодов инжира.- Деп. //Изв.вузов. Пищевая технология, 1987.- № 1.- 23 с.
6. Исследование фосфолипидных веществ плодов инжира /Т.А.Кахниашвили, В.Н.Голубев, Л.Н.Пилипенко и др. //Тез.докл.Респ.науч.-техн.конф. мол.уч. по созданию и освоению новой техники, технологии и повышению качества готовой продукции пищ.пром. в свете решений XXVII съезда КПСС, 27-28 апреля 1987 г., г.Тбилиси: -1987.- С.197...199.
7. Химический состав углеводоодержащей фракции липидов инжира /Т.А.Кахниашвили, В.Н.Голубев и др. //Тез.докл.Респ.науч.-техн.конф.мол.уч. по созданию новой техники, технологии и повышению качества готовой продукции пищ.пром. в свете решений XXVII съезда КПСС, 27-28 апреля 1987 г., г.Тбилиси:- 1987.- С.210-212.
8. Нейтральные липиды инжира /Т.А.Кахниашвили, В.Н.Голубев, Л.Н.Пилипенко и др. - //Тез.докл.Респ.науч.-техн.конф.мол.уч. по созданию и освоению новой техники, технологии и повышению качества готовой продукции пищ.пром. в свете решений XXVII съезда КПСС, 27-28 апреля 1987 г., г.Тбилиси:- 1987.- С.214-216.
9. Биологически активные вещества плодов инжира /Изв.вузов. Пищ.технология. Краснодар, 1987 (рукопись деп. в АгрониИТЭИпищепром 02.03.87 № 1530 пш 87).

В.В. 16001

III. K

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