

Автор ер.  
К 48

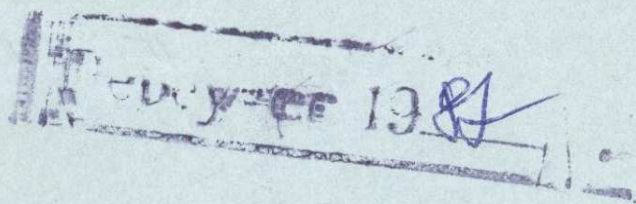
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КЛЕЩУНОВА Галина Андреевна

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОГО СОКА С МЯКОТЬЮ  
ИЗ АЙВЫ

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 - 1979



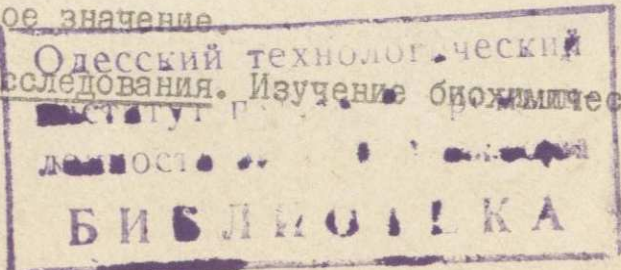
v013421

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Повышение эффективности производства, улучшение качества и биологической ценности продуктов питания на основе совершенствования технологии и максимального использования сельскохозяйственного сырья – основные задачи, указанные в решениях XXV съезда КПСС.

Среди плодов – айва ценная культура, широко распространена на юге нашей страны, но слабо изучена и мало используется в консервной промышленности, что связано с особенностями сырья и недостатками технологии производства натурального сока на прессах (низкий выход и качество продукции). Наиболее полно биологическая ценность сырья (яблок, томатов, косточковых плодов) сохраняется в натуральных соках с мякотью, полученных на непрерывно-действующих фильтрующих центрифугах. Однако промышленность не располагает возможностью производства нового продукта из плодов айвы, трудоемких при переработке и имеющих низкую сокоотдачу. В литературе отсутствуют данные о влиянии степени зрелости и сроках хранения айвы на выход и качество сока, нет объективных показателей качества сырья. Не изучено содержание отдельных групп биологически активного комплекса веществ (полифенолов, аминокислот, микроэлементов) новых районированных и перспективных сортов айвы, произрастающих в районах интенсивного консервного производства (Краснодарский край, Армянская ССР) и их изменение на технологических процессах. Нет данных о пищевой ценности айвовых отходов после центрифуг и рациональных способах использования их, возможности повышения биологической ценности нового продукта при купажировании. Комплексное решение указанных вопросов актуально и имеет практическое значение.

Цель и задачи исследования. Изучение биохимических и техно-



v 013421

гических особенностей плодов айвы разной зрелости, изменение их качества при хранении и установление сроков кондиционирования и объективных показателей этого вида сырья, предназначенного для натурального сока с мякотью; установление оптимальных параметров производства нерасслаивающегося продукта и возможность обогащения его методом купажирования, изыскание рационального пути использования вторичного сырья сокового производства и разработка технологической схемы производства натурального сока с мякотью из айвы с применением центрифуг и аппарата паротермической очистки плодов от кожицы (АПО).

Научная новизна. Впервые изучен комплекс отдельных групп биологически активных веществ плодов айвы разной зрелости и его динамика при хранении; установлены сроки кондиционирования плодов и объективные показатели их качества для натурального сока с мякотью; с учетом особенностей айвы изучено влияние на выход и качество сока технологических процессов и найдены математические зависимости достоверно их прогнозирующие; выявлено достоверное влияние степени тепловой обработки мякоти на инактивирование окислительных ферментов и сохранение полифенолов в соке, а также содержание в нем пектиновых веществ, мякоти и вязкости; разработан оптимальный режим получения нерасслаивающегося продукта из айвы на линиях с применением центрифуг и АПО, сроки хранения его и возможность повышения биологической ценности при купажировании; исследована пищевая ценность отходов и рациональные пути их использования для желеобразующих продуктов (пюре, концентрата), обогащенных витаминами Р и С.

Практическая ценность. Впервые для производства натурального сока с мякотью из айвы повышенной пищевой ценности рекомендована и внедрению комплексная технология с применением непрерывно-дей-

ствующих фильтрующих центрифуг и АПО, утверждена техническая документация. Рекомендованы технологическая схема и оптимальные режимы производства и купажирования айвового натурального сока с мякотью соками из разных сортов айвы и овощей, использование отходов после центрифуг для получения желирующих продуктов (пюре, концентрат), обогащенных витаминами Р и С, новые и перспективные сорта айвы, оптимальные сроки хранения их и объективные показатели плодов для натурального сока с мякотью. Экономический эффект от внедрения I туб нового продукта составляет 79,5 рублей, технологической линии - 596,3 тыс.руб. в год.

Апробация диссертационной работы. Основные положения работы докладывались на У Всесоюзном семинаре по биологически активным веществам плодов и ягод (Москва, 1975 г.), на II Зональной научно-технической конференции (г. Краснодар, 1976 г.), на Всесоюзном совещании (г. Георгиевск, 1977 г.), на отчетно-научных конференциях Краснодарского политехнического института (1973-1977 г.г.), заседаниях ученого совета КНИИП (1972-1976 г.г.), на совещаниях инженерно-технических работников Кропоткинского консервного завода и Краснодарского производственного объединения консервной промышленности (1973-1977 г.г.), на Всесоюзном совещании "Ускорение научно-технического прогресса в плодоовощной промышленности (г. Кишинев, 1978 г.). Результаты диссертационной работы отражены в 14 публикациях, из которых одна - авторское свидетельство.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (5 глав), выводов, рекомендаций промышленности, приложений и содержит 128 стр. основного текста, 29 рис. и 27 табл. Библиография включает 189 источников, из которых 43 иностранных.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объекты и методы исследования. Изучали плоды айвы разной зрело-

сти 16 сортов. Выявление влияния условий хранения ( $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $+10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $15-21^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха 90-96% и 80-85%, соответственно) на формирование качества сырья, предназначенного для натурального сока с мякотью, изучали по следующим показателям: естественная убыль, величина порчи, органолептически (вкус, цвет, аромат, терпкость), сокоотдача и химический состав. Для оценки пригодности плодов через определенные сроки хранения изготавливали натуральные соки с мякотью.

Оптимальный режим производства натурального сока с мякотью устанавливали на экспериментальной линии, усовершенствованной для айвы, и на стендовой установке с фильтрующей центрифугой и АПО. Критерием эффективности режима производства считали выход, качество сока и сохранение натуральных свойств айвы, оцененных по комплексу веществ (полифенолов, витаминов, ферментов, а также аминокислот, микроэлементов и стандартных показателей).

Эксперимент по выявлению влияния механической и тепловой обработки сырья, а также интенсивности загрузки линии на выход и качество сока планировали методом ортогональных латинских квадратов. При изучении кинетики деградации лейкоантоцианов в процессе тепловой обработки, вызванной стерилизацией, использовали свежееотжатый сок, который расфасовывали в стеклянные ампулы, запаивали их и термостатировали при температурах  $85-120^{\circ}\text{C}$  продолжительностью 0,5 - 120 минут. Опыты позволили установить условия, предохраняющие продукт от образования темных пигментов и гарантирующие его натуральность.

С целью определения оптимальных условий производства нерасслаивающегося айвового натурального сока с мякотью изучали динамику стабильности его коллоидной системы в зависимости от тепловой обработки мякоти ( $70, 80, 90, 96^{\circ}\text{C}$ ), содержания пектина, мякоти и вязкости сока. При изучении изменения качества и пищевой ценнос-

ти натуральных соков (с мякотью и неосветленного) выявляли их оптимальные условия хранения (температура: 5,25,37<sup>0</sup>С; продолжительность: 6,12,18,24 месяцев).

Повышение биологической ценности нового продукта, имеющего С/К менее 9,0, достигалось купажированием соками из разных сортов айвы и овощей (моркови, тыквы, свеклы). Для решения вопроса комплексной переработки айвы изучали химический состав отходов и пути рационального использования их.

О качестве плодов и их изменениях при производстве, купажировании и хранении натуральных соков судили по физико-химическим показателям, которые определяли современными методами. Состав свободных аминокислот изучали на аминоканализаторе Hd-I200E (Чехословакия), микроэлементы - спектральным анализом после озоления проб при температуре 450-500<sup>0</sup>С, идентификацию выделенных фракций полифенолов осуществляли на основе качественных реакций, изучения спектральных свойств и литературным данным. Полученные результаты подвергали статистической обработке. Надежность опытов составила 95%. Относительные ошибки при определении химических показателей не превышали 3,6%.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ АЙВЫ

Айва среднего и позднего сроков созревания составляет основную массу плодов этого вида, поступающих на переработку на консервные предприятия. Исследованные сорта айвы: Кубанская, Золотистая, Мускатная, Янтарная, Каунчи, Гибриды 3-2-10 и 3-4-6 (Краснодарский край) и Алэма, Анастасия, Ани, Араксени, Арарати, Сегани, Урарту, Эребуни (Армянская ССР) к моменту съема достигали технической и биологической степени зрелости при благоприятных метеорологических условиях. В айве найдено 6,5-10,3% сахаров, 0,36-1,38% кислот. Плоды биологической степени зрелости в сравнении с технической со-

держат больше сахаров на 0,5-1,4%, уровень кислот в них снижается на 0,08-0,21%, рН находится в пределах 3,01-3,42. Гармоничное сочетание сахаров и кислот (С/К 9,1-28,0) характерно для большинства сортов биологической зрелости.

Повышение качества плодов при созревании связано со снижением крахмала в 1,3-3,4 раза и клетчатки на 0,12-0,22%. Айва богата пектиновыми веществами, что является ее отличительной особенностью. По данным Фан-Юнга А.Ф. и Самсоновой А.Н., пектины - важные стабилизаторы консистенции соков с мякотью, поэтому целесообразно производить сортоотбор сырья с большим их количеством.

Айвовый пектин обладает ценным свойством, являясь высокометоксилированным продуктом, образует в водных растворах стойкий лиофильный коллоид. Пектиновые препараты из исследованных сортов айвы характеризуются высокой молекулярной массой (52100) и значительным содержанием метоксильных групп (10,2%). Количество пектиновых веществ и их фракционный состав зависит от степени зрелости, сорта и района произрастания. К моменту полного созревания плодов вследствие гидролитических процессов содержание растворимого пектина увеличивается до 0,40-0,71%, что положительно сказывается на консистенции плодов и их вкусовых достоинствах.

Сравнительное изучение сырья двух экологических зон, отличающихся климатическими условиями, показало, что зрелые плоды Краснодарского края в среднем содержат больше клетчатки (на 6%), крахмала (на 24%) и протопектина (на 29%). В Армянской ССР богаты пектиновыми веществами сорта Ани (1,96%) и Арарати (1,52%), в Краснодарском крае - Каунчи (1,79%), Краснодарская (1,90%). В айве Араратской равнины содержится больше РСВ (на 6%) и растворимого пектина (на 10%). По сахаристости и С/К плоды Краснодарского края не уступают сортам Армянской ССР.

С биохимическими особенностями айвы связано высокое содержание полифенольных веществ, растворимая фракция которых обладает Р-витаминным действием. Впервые определен качественный состав полифенолов плодов айвы (Кубанская и Араксени) и натуральных соков с мякотью. Идентифицированы: (+)-катехин, (-)-эпикатехин, производные оксикоричной кислоты - хлорогеновая и ее изомерные формы, кофейная, феруловая; лейкоантоцианы (олигомерная и полимерная формы), а также группа флавонолов. Большое количество растворимой фракции общих полифенолов обнаружено в плодах технической зрелости Краснодарского края (397-710 мг/гг) и меньшее (168-402 мг/гг) в зрелых плодах Армянской ССР (табл. I.).

Полифенольные вещества влияют на формирование качества сырья. Носителями вяжущего вкуса плодов являются флаванолы и их производные (Запрометов М.Н., Марх А.Т., Скорикова Ю.Г., Харборн Дж., Херман К.). Наши исследования показали, что из этой фракции в айве преобладают олигомерные соединения лейкоантоцианов (159-471 мг/гг) на основе лейкоцианидина. В плодах технической зрелости терпкость коррелирует с повышенным содержанием растворимой фракции флаванолов (36,4-160 мг/гг). В зрелых плодах флавоноидный комплекс веществ убывает в среднем на 13-38%. При этом не ощущается или слабо ощущается терпкость, что положительно сказывается на вкусовых достоинствах сырья и натурального сока с мякотью.

Важная роль аскорбиновой кислоты как синергиста витамина Р и стабилизатора качества соков отмечена Мархом А.Т., Березовской Н.Н., Скориковой Ю.Г., поэтому плоды с большим количеством витамина С предпочтительны. В сортах Прикубанской зоны его количество выше на 17%. Каротин (0,12-0,28 мг/гг) совместно с флавонолами (14,0 - 37,2 мг/гг) придает зрелой мякоти плодов хорошо выраженную свет-докремовую или желтую окраску.

Таблица I

Содержание полифенольных веществ и витамина С в айве Краснодарского края и Армянской ССР (мг/гг на сырую массу)

Образцы	Степень зрелости плодов	Количество исследованных сортов	Флаванолы		Лейкоантоцианы по цианидину	Флавонолы по кверцетину	Витамин С	Терпкий вкус (плоды, сок)
			Общие полифенолы (растворимые) по флороглюцину	Флаванолы				
Краснодарский край								
Плоды	I	8	397-710	54,7-160	241-471	10,5-25,1	17,2-40,6	++
			542	79	361	17,1	26,7	
пределы колебаний	II	8	288-639	30,4-55,0	111-332	14,0-30,0	20,3-42,2	±
			458	47,5	240	20,9	31,7	
Армянская ССР								
Плоды	I	8	180-471	31,4-98	159-410	16,5-30,0	18,6-34,1	++
			341	54,7	261	23,8	22,0	
пределы колебаний	II	8	168-402	26,4-43,8	97-248	21,0-37,2	22,7-36,0	±
			302	35,9	178	30,4	27,7	

Степень зрелости плодов: I - техническая; II - биологическая.

Терпкий вкус (плоды, сок): - не ощущается; + слабо ощущается, приятно дополняет гармоничный вкус;

++ сильно ощущается, отрицательно сказывается на органолептических показателях.

В зависимости от освещения, водоснабжения, высоты над уровнем моря (Метлицкий Л.В., Рубин Б.А., Марх А.Т., Фельдман А.Л.) по-разному происходит обмен веществ в растениях. Значительная инсоляция (количество солнечных дней 151-153) и относительно высокая температура воздуха (15,2-26,2°C) в Армянской ССР в период созревания способствуют накоплению в плодах в среднем больше на 34% каротина и на 9% флавонолов. За этот же период в Краснодарском крае в условиях умеренной инсоляции (число солнечных дней 88-111,4) и более низкой температуры воздуха (9,9-24,4°C) в айве в среднем выше содержание общих полифенолов (в 1,9 раза); флавонолов и лейкоантоцианов (в 1,4 раза).

Впервые изучен аминокислотный состав айвы Армении и Кубани. Свободные аминокислоты составляют 22,4-98,7 мг/гг. В плодах Краснодарского края их больше в 1,9 раза. Доминирующими в исследованных сортах являются аспарагиновая кислота, серин, глутаминовая кислота, цистин. В образцах найдено от 9 до 17 аминокислот. Плоды и соки с большим содержанием аминокислот и их набором выделяются лучшими органолептическими достоинствами.

Впервые выявлено содержание микроэлементов *Mo, Ni, Ti, B, Al, Cu, Fe, Mn* в перспективных сортах айвы Прикубанской зоны и Арагатской равнины. Преобладающими являются *Fe* (1,08-1,71 мг/гг) и *B* (0,046-0,229 мг/гг). Для большинства сортов наблюдается прямая взаимосвязь между накоплением марганца, полифенолов и аскорбиновой кислоты. Почвы Армянской ССР богаты медью и бором, их среднее содержание в плодах выше.

Между химическими показателями плодов разной степени зрелости и органолептической оценкой соков установлена достоверная корреляционная связь ( $r = 0,68-0,99$ ) и рекомендованы объективные показатели качества сырья для натурального сока с мякотью не менее:

14,0% содержание РСВ, 9,0 С/К; 0,4% растворимый пектин; полифенолы (168-639 мг/гг); флаванолы (26,4-55,0 мг/гг), лейкоантоцианы (97-332 мг/гг); аскорбиновая кислота (20,3-42,2 мг/гг); доминирующие: микроэлементы - Fe (1,08-1,71 мг/гг), В (0,046-0,229 мг/гг); свободные аминокислоты - аспарагиновая кислота, серин, цистин, глутаминовая кислота; органолептическая оценка не менее 4,0 балла.

Лежкоспособность айвы. Характер биохимических изменений плодов съёмной и технической степени зрелости связан с процессом созревания. В них накапливаются РСВ, сахара, снижаются кислотность, полисахариды и увеличивается С/К до 9,3-28,8. С убыванием фракции флаванолов и лейкоантоцианов закономерно снижается терпкость и повышаются вкусовые достоинства плодов и сока (свыше 4,0 балла). За 10 суток в неохлаждаемом складе и 30 суток в холодильнике ( $+2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) в плодах технической зрелости формируется более мягкий гармоничный вкус, аромат, размягчается консистенция, сокоотдача достигает максимальной величины (64,0-68,3%).

В зависимости от сорта и степени зрелости высокие показатели качества плодов айвы сохранялись в течение 10-30 суток при  $15-21^{\circ}\text{C}$  и 30-130 суток при  $+2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Сроки рекомендованы для использования плодов в производстве натурального сока с мякотью. Плоды съёмной зрелости при  $+2 \pm 2^{\circ}\text{C}$  не дозревают. Их кондиционирование рекомендовано проводить при температурах не ниже  $+10^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО НАТУРАЛЬНОГО СОКА С МЯКОТЬЮ ИЗ АЙВЫ

Паротермическая очистка плодов от кожицы. Для установления оптимальных условий подготовки плодов испытывали моечные машины: вентиляторную, щеточную, барабанную и АПО конструкции Усть-Лабинского механического завода и КНИИП. Доказано, что обработка плодов с гладкой поверхностью в моечных машинах, установленных последова-

тельно, удовлетворяет требованиям технологии. Натуральный сок с мякотью, полученный на центрифугах, является качественным продуктом.

Для опущенных плодов с ребристой поверхностью лучший эффект достигается в АПО. Полная очистка айвы от кожицы наблюдается при любом давлении пара в аппарате (0,6-1,1 МПа), но чем оно ниже, тем продолжительней тепловое воздействие на плоды, вызывающее увеличение глубины проваривания и рост потерь и отходов (рис.1).

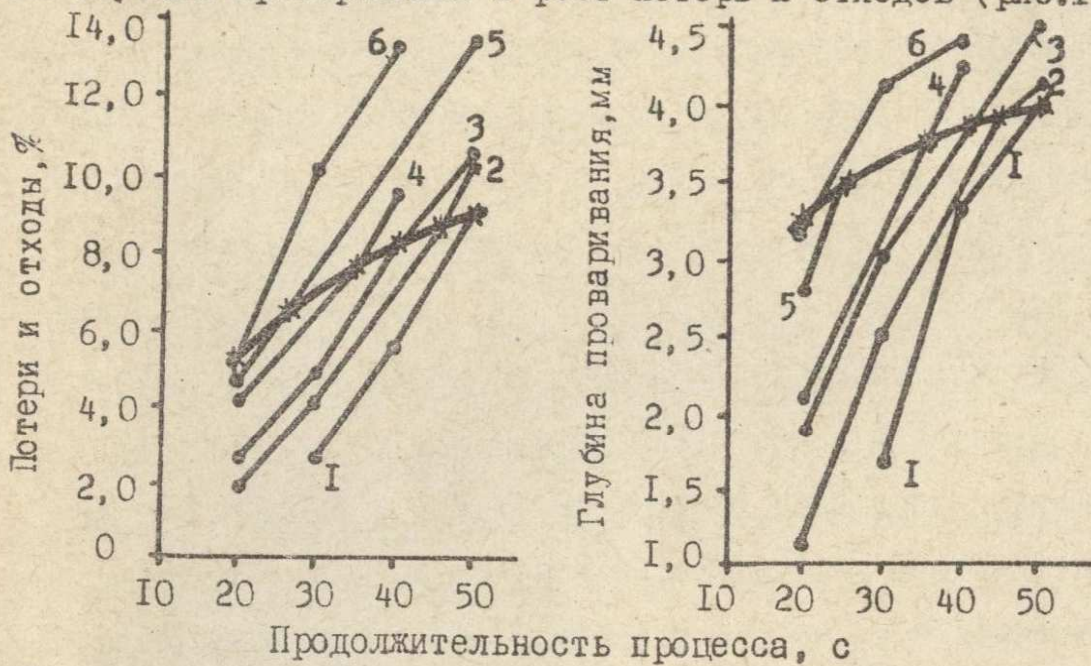


Рис.1. Динамика показателей процесса паротермической очистки плодов айвы от кожицы. Давление пара МПа: 1-0,6; 2-0,7; 3-0,8; 4-0,9; 5-1,0; 6-1,1.

В зависимости от давления пара (x) найдены уравнения для продолжительности процесса (1), глубины проваривания плодов (2) и величины потерь и отходов (3):

$$y_1 = 71,09 - 17,8x - 26,8x^2 \quad m \quad F \quad (1)$$

$$y_2 = 3,94 - 1,32x - 1,84x^2 \quad 1,49 \quad 20,3 \quad (2)$$

$$y_3 = 6,07 - 11,8x - 11,67x^2 \quad 1,72 \quad 76,0 \quad (3)$$

С учетом теплотехнических характеристик АПО рекомендуются следующие оптимальные режимы для айвы: давление пара 0,6-0,7 и 1,0-1,1 МПа, соответственно продолжительность его действия на плоды: 40-50 и 20-25 с.

Биологическая ценность соков, полученных на центрифугах из очищенных и плодов с кожицей, идентична, но по органолептической оценке выше из первых.

Дробление сырья, тепловая обработка мезги, отжим сока - основные технологические процессы, оказывающие влияние на режим производства натурального сока с мякотью. Раздробленность клеток плодов айвы: 55, 65, 75 % достигается в дробилках, принятых в производстве - КДП-4М, болгарской (после предварительной резки плодов на кусочки размером 10x40 мм) и дисковой, укомплектованной гребенчатыми дисками с отверстиями 4-6 и 15 мм; тепловая обработка айвовой мезги (70-100°C в течение 16-60 с) в сдвоенном шнековом подогревателе; отжим сока в центрифугах: НВШ-350, ФПШ-401К-4 и НВИЛ-200, укомплектованных ситами с перфорацией: 0,06мм; 0,1 мм; 0,1x2 мм и 0,2x4 мм. Установлено, что максимальный выход сока (в среднем 67,2%) и высокое его качество, оцененное выше 4,0 балла, получается с усилением термической обработки мезги до 90°C в течение 30-40 с и раздробленности растительных клеток 75%. Дальнейшее увеличение температуры мезги снижает выход сока на 8,6-12,4%. Соки из недостаточно прогретой мезги (70-80°C), имеющей невысокую раздробленность клеток (55-65%), характеризуются небольшим выходом (19,1-41,6%) и хлопьевидной, быстро расслаивающейся консистенцией.

Для заданных условий найдены уравнения, достоверно описывающие выход (4) и качество (5) сока в зависимости от раздробленности клеток ( $x_1$ ), температуры мезги ( $x_2$ ), массового расхода ( $x_3$ ):

$$Y_4 = -120,1 + 1,46x_1 + 0,72x_2 + 2x_3 \quad \begin{matrix} m \\ 8,8 \end{matrix} \quad \begin{matrix} F \\ 14,3 \end{matrix} \quad (4)$$

$$Y_5 = -5,54 + 0,04x_1 + 0,07x_2 + 0,13x_3 \quad \begin{matrix} m \\ 4,7 \end{matrix} \quad \begin{matrix} F \\ 10,8 \end{matrix} \quad (5)$$

С повышением температуры прогревания дробленой массы активность окислительных ферментов мякоти сока достоверно снижается

( $\eta = -0,86-0,96$ ), и при  $85-95^{\circ}\text{C}$  аскорбиноксидаза и полифенолоксидаза инактивируются полностью. Эти условия способствуют высокой сохраняемости полифенольного комплекса веществ в соке: растворимых полифенолов  $94,4-98,6$ , флаванолов  $91,4-96,6$ , лейкоантоцианов  $88,8-95,1$  и флавонолов  $71,4-78,9\%$ .

Стабильность коллоидной системы сока зависит от вязкости, дисперсности частиц мякоти и их количества, химического состава, технологических условий производства (Фан-Юнг А.Ф., Самсонова А.Н.). Для соков с мякотью в качестве стабилизирующих веществ рекомендуется использовать яблочный пектин. При этом величина частиц, обусловленная размером отверстий сит, принятых в технологии с применением центрифуг, не оказывает влияния (данные Харченковой О.В.). Учитывая, что айва богата естественным высокометоксилированным пектином, нами впервые доказано, что нерасслаивающийся айвовый натуральный сок с мякотью получается при нагреве мезги  $88-92^{\circ}\text{C}$ , содержании пектиновых веществ  $0,58-0,72\%$ , мякоти  $13,7-17,2\%$  и вязкости  $183-232$  мПа.с (рис.2).

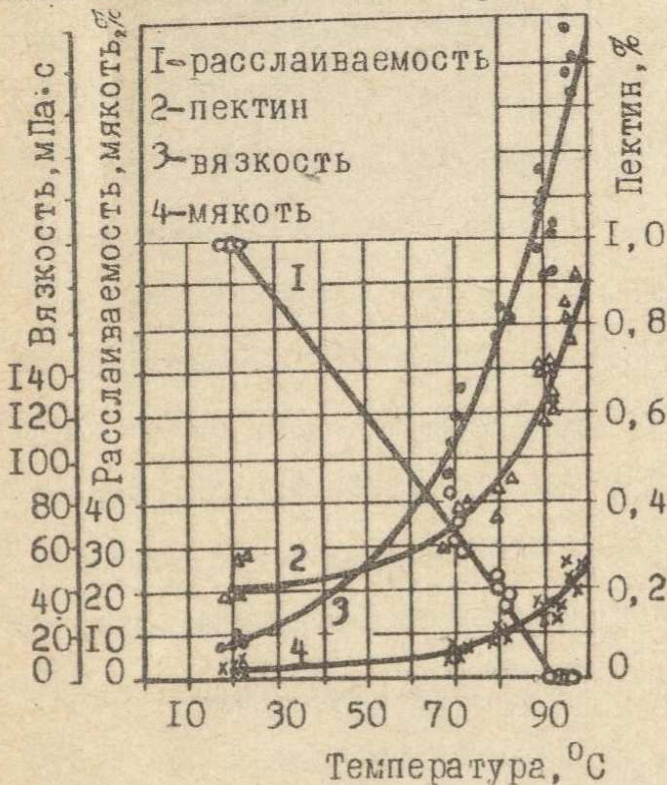


Рис.2. Влияние тепловой обработки мезги на физические показатели и содержание пектина в натуральном соке с мякотью из айвы.

При усилении тепловой обработки мезги ( $95-97^{\circ}\text{C}$ ) эти показатели увеличиваются. Продукт приобретает желеобразную консистенцию, несвойственную сокам.

Найдено уравнение, достоверно характеризующее изменение расслаивания айвового сока в зависимости от содержания пек-

тина ( $x_1$ ), вязкости ( $x_2$ ) и мякоти ( $x_3$ ):

$$Y_6 = 115,5 + 75,8x_1 - 0,9x_2 - 3,9x_3 - 268,4x_1^2 + 0,002x_2^2 - 0,12x_3^2 + 0,45x_1x_2 + 9,9x_1x_3 + 4 \cdot 10^{-5} x_2x_3. \quad F = 34,6 \quad (6)$$

Сок, полученный на ситах с размером отверстий 0,1 и 0,1x2 мм, содержит оптимальное количество мякоти (13,0-17,4%), имеет гомогенную консистенцию и качество, оцененное органолептически выше 4,0 балла. Применение сит со щелевидными отверстиями (0,2x4 мм) позволяет извлечь наибольшее количество сока (68,9-70,3%). Однако густая его консистенция, вызванная высоким содержанием мякоти (в среднем 23,8%), значительной вязкостью (в среднем 386 мПа.с) с наличием темных включений сердцевин плодов, неприемлема для соков.

Тепловая обработка сока. Свежеотжатый на центрифуге айвовый сок богат лейкоантоцианами (до 341 мг/гг), которые легко подвергаются неферментативным превращениям, снижающим качество продуктов. Их высокая сохранность (90,0-91,7%) достигается при температуре не выше 90°C, которая рекомендована для пастеризации сока в автоклавах периодического действия. Более жесткая термическая обработка приводит к значительным потерям биологически активных веществ (до 74,7%) и образованию темноокрашенных пигментов (рис.3).

Методом хроматографии и спектрофотометрии выявлено, что пигмент, подвижный на хроматограмме по  $R_f$  и максимумам абсорбции в УФ и видимой области спектра (276 и 545 мкм), а также батохромному сдвигу ( $\Delta\lambda = 18$  мкм, видимая область), является цианидином.

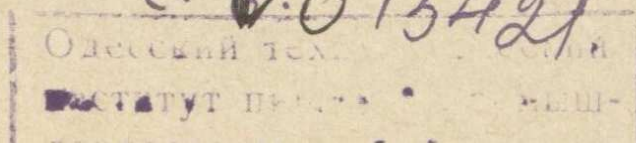
Изменение цвета айвового сока вызвано образованием красно-коричневых флобафенов вследствие окисления, конденсации и полимеризации лейкоантоцианов и катехинов. Режимы пастеризации натурального сока с мякотью обеспечивают высокое качество готового продукта. Отсутствие в соках оксиметилфурфурола гарантирует их натуральные свойства.

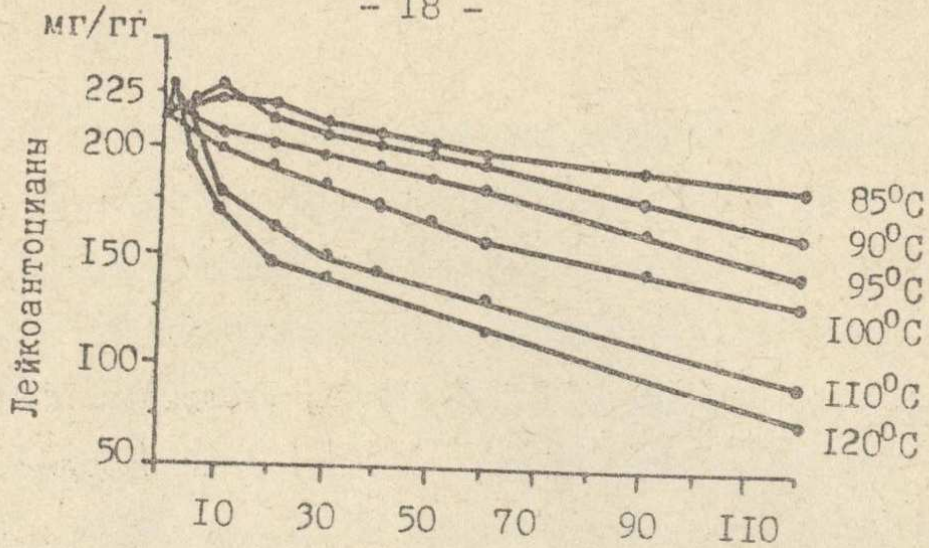
Купажирование соков. Гармоничные вкусовые достоинства натуральных продуктов достигаются при оптимальном соотношении (1:2 и (1:3) соков из разных сортов айвы (кислых и сладких) и айвового и овощных (1:1). Пищевая ценность купажированных соков в сравнении с айвовым выше по содержанию минеральных веществ в 1,5-1,8 раза, в том числе микроэлементов: молибдена, меди, железа, марганца и алюминия; каротина в 3,6 - 34 раза и свободных аминокислот в 1,4-2,5 раза, в том числе незаменимых: лизина, валина, метионина, изолейцина, лейцина и фенилаланина.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ СОКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ

Изменение пищевой ценности плодов айвы при переработке зависит от технологии сокового производства и отражается на биологически активном комплексе веществ (табл.2). В производстве неосветленных соков на прессах происходят высокие потери (85-100%) аскорбиновой кислоты и полифенолов, что вызвано ферментативным окислением при дроблении сырья и извлечении сока. Для предотвращения окислительных процессов технология производства натурального сока с мякотью из айвы предусматривает измельчение плодов с одновременной обработкой их антиоксидантом (аскорбиновой кислотой 50 мг на 100 г сырья), кратковременным прогревом мезги (30-40 с) и последующим (0,7-1,5 с) мгновенным отжимом на центрифугах. Тепловая обработка сырья при 90°C вызывает увеличение в дробленной массе (до 5%) растворимых полифенолов и аминокислот, на 15-22% растворимого пектина, вследствие частичного гидролиза олигомерных форм полифенолов, белков, протопектина и положительно сказывается на пищевой ценности готового продукта.

В сравнении с неосветленным соком натуральный с мякотью содержит больше: в 5,8-7,1 раз пектиновых веществ, более чем в 9 раз





Продолжительность тепловой обработки сока, мин  
Рис.3. Динамика лейкоантоцианов в зависимости от режима тепловой обработки айвового натурального сока с мякотью.

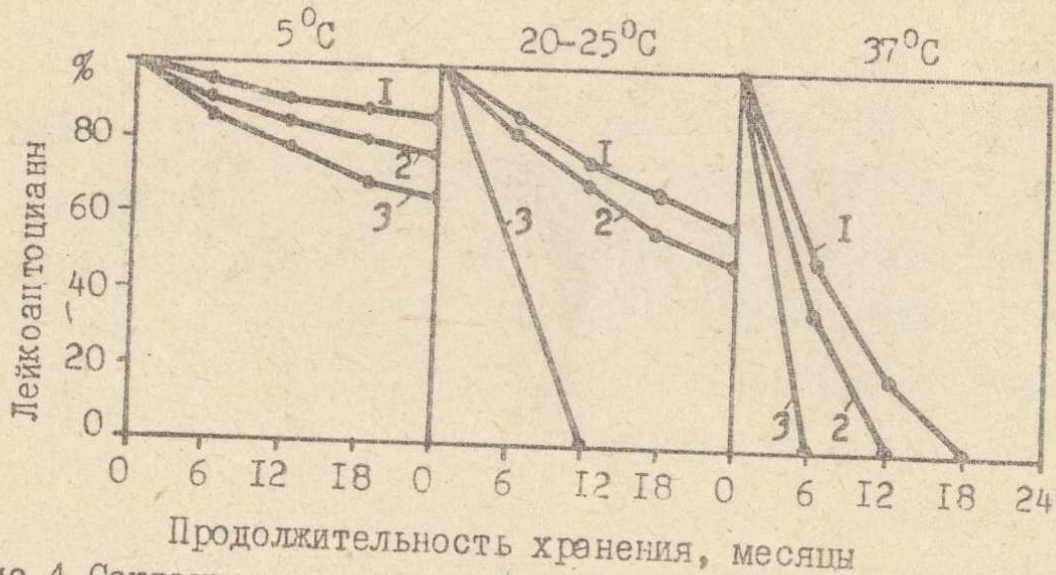


Рис.4. Сохранность лейкоантоцианов в натуральных айвовых соках в процессе хранения

1-сок с мякотью; 2-сок неосветленный витаминизированный аскорбиновой кислотой; 3-сок неосветленный (контроль).

полифенолов, в 2,1-2,8 раза белка, в 1,1 раза свободных аминокислот, в 1,2 раза минеральных веществ (зола), в том числе микроэлементов: в 29 раз молибдена, в 1,6 раза никеля, в 2,1 раза бора, в 1,4 раза алюминия, в 2,2 раза меди, в 10,5 раза железа, в 1,4 раза марганца.

Снижение пищевой ценности соков при хранении происходит в результате неферментативных изменений (Марх А.Т., Скоринова Ю.Г.,

Херман К., Треслер Д., Джослин М.). Наибольшим превращениям подвергаются полифенолы и аскорбиновая кислота (рис. 4). Высокое качество, биологическую ценность, органолептическую оценку (свыше 4,0 балла) и стабильную коллоидную систему натуральный сок с мякотью из айвы имеет в течение 24 мес. при +5°C и 18 мес. при +20-25°C. Сок неосветленный, полученный по типовой технологии, сохраняет удовлетворительное качество при +20-25°C не более 6 мес. При температуре 37°C айвовые соки хранить нельзя.

Таблица 2

Изменение полифенолов и аскорбиновой кислоты в айве (сорт Кубанская) при производстве натуральных соков<sup>х)</sup>, мг/гг

Объект исследования	Аскорбиновая кислота	Растворимые полифенолы	Флавонолы	Лейкоантоцианы	Флаванолы
Технологическая линия с применением центрифуг					
Плоды	31,0	630	16,9	341	59,2
Дробленая масса	55,2 <sup>хх)</sup>	652	16,9	356	60,4
Сок после центрифуг	36,6	601	12,6	303	54,6
Сок пастеризованный	34,1	542	12,5	276	50,4
Типовая технологическая линия производства неосветленного сока					
Плоды	31,9	615	18,2	292	54,8
Мезга	14,2	454	18,2	178	38,4
Сок после пресса	1,6	270	1,5	29	12,6
Сок пастеризованный	0	226	1,4	следы	7,7

х) С учетом разведения конденсатом.

хх) Аскорбиновую кислоту добавляли при измельчении плодов из расчета 50 мг на 100 г сырья.

Использование вторичного сырья сокового производства. Отходы после центрифуг содержат значительное количество полифенолов (159-245 мг/гг), пектиновых веществ (1,93-3,37%), витамина С (25,9-40,1 мг/гг), имеют вязкую консистенцию и кремовый цвет, что явилось важной предпосылкой их использования для производства жели-

рущихся продуктов: пюре и концентрата, обогащенных витаминами Р и С. Установлен оптимальный режим гидролиза протопектина: температура 87-88°C, продолжительность процесса 65 мин. Найдена математическая зависимость выхода растворимого пектина от температуры ( $x_1$ ) и продолжительности процесса ( $x_2$ ):

$$y_7 = 0,73 - 0,015x_1 + 0,021 x_1x_2 \quad (7)$$

На основании изучения биохимических и технологических особенностей плодов айвы, ферментативных и неферментативных изменений, изыскания оптимального режима производства и купажирования, рациональных способов использования отходов разработана комплексная технологическая схема производства натурального сока с мякотью с применением центрифуг и АПО. Промышленные и ведомственные испытания новой технологической схемы (авторское свидетельство №548257) подтвердили целесообразность получения натурального сока с мякотью из айвы и натуральных купажированных из овощей и айвы, как продуктов повышенной биологической ценности. Результатом научного обоснования новой технологии явилось утверждение технической документации на новый вид консервов "Сок айвовый натуральный с мякотью", который рекомендован Институтом питания АМН СССР для детского и диетического питания. Экономическая эффективность при объеме внедрения 21000 условных банок на первом этапе (Кропоткинский консервный завод) составила 1113 рублей. Новые виды продукции включены в план внедрения Росконсервпрома (Краснодарское объединение).

### В ы в о д ы

I. Установлено содержание отдельных групп биологически активных веществ (полифенолов, аминокислот, микроэлементов) айвы и выявлена достоверная связь между зрелостью плодов, их химическими показателями, количественным и качественным составом полифенолов и вяжущим вкусом. Рекомендованы сорта, объективные показатели качест-

ва сырья для натурального сока с мякотью и предельные сроки дозревания и хранения плодов айвы: 10-30 суток при 15-21<sup>0</sup>С и 30-120 суток при +2±2<sup>0</sup>С.

2. Разработана комплексная технология производства натурального сока с мякотью из айвы с использованием непрерывно-действующих фильтрующих центрифуг и аппарата паротермической очистки плодов от кожицы; утверждена техническая документация на новый вид продукта. Лучший эффект предварительной обработки опушенных плодов с ребристой поверхностью обеспечивается в АПО при давлении пара 0,6-0,7 и 1,0-1,1 МПа, продолжительности его воздействия 40-50 и 20-25 с и величине потерь и отходов 5,1-9,0%. Максимальный выход сока (в среднем 67,2) достигается нагревом мезги (30-40 с при 90<sup>0</sup>С), который инактивирует окислительные ферменты и достоверно сохраняет в соке полифенолы (94,4-98,6%), флаванолы (91,4-96,6%), лейкоантоцианы (88,8-95,1%), флавонолы (71,4-78,9%). Найдены уравнения, прогнозирующие выход и качество сока в зависимости от параметров технологического процесса.

3. Впервые доказано, что нерасслаивающаяся консистенция айвового сока достигается тепловой обработкой мезги при 88-92<sup>0</sup>С, содержанием естественного пектина 0,58-0,72% и мякоти 13,7-17,2%.

4. Выявлена взаимосвязь между условиями тепловой обработки сока, содержанием лейкоантоцианов и природой темноокрашенных пигментов. Изменение цвета айвового сока вызвано образованием красно-коричневых флорафенов вследствие окисления, конденсации и полимеризации лейкоантоцианов и катехинов. Сохранение биологически активного комплекса веществ в соке (до 91,7%) обеспечивается при температуре его нагрева не выше 90<sup>0</sup>С. Разработаны щадящие режимы пастеризации, гарантирующие отсутствие оксиметилфурфурола, высокое качество и пищевую ценность нового продукта.

5. Биологическая ценность натурального сока с мякотью из айвы в сравнении с неосветленным выше по содержанию: пектиновых веществ в 5,8-7,1 раза, полифенолов в 9 раз, белка в 2,1-2,8 раза, аминокислот в 1,1 раза, минеральных веществ (зола) в 1,2 раза, в том числе микроэлементов - молибдена в 29 раз, никеля в 1,6 раза, бора в 2,1 раза, алюминия в 1,4 раза, меди в 2,2 раза, железа в 10,5 раза, марганца в 1,4 раза.

6. Рекомендовано соотношение соков при купаже (1:2 и 1:3) из разных сортов айвы и (1:1) айвового и овощных. Пищевая ценность смешанных соков богаче айвового по содержанию минеральных веществ в 1,5-1,8 раза, каротина в 3,6-34 раза и аминокислот в 1,4-2,5 раза.

7. Исследования показали, что в неосветленном соке при хранении неферментативные изменения проходят интенсивнее, чем в натуральном с мякотью. Стабилизация нерасслаивающейся консистенции и качества сока с мякотью при длительном хранении достигается использованием низких температур (+5°C).

8. Изучена пищевая ценность отходов после центрифуг и установлена возможность использования их для желирующих пюре и концентрата, обогащенных витаминами P и C.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Бархатов В.Ю., Клещунова Г.А., Юрченко Н.В. Изменение пектиновых веществ при хранении сульфитированных айвовых выжимок. - Изв. вузов. Пищевая технология, 1975, № 5, с.137-139.
2. Габриелян-Бекетовская Э.А., Козенко С.И., Клещунова Г.А. Некоторые биологически активные вещества плодов и натуральных соков с мякотью новых сортов айвы Армянской ССР. - Биол.ж.Армении. АН Арм.ССР, 1975, № 2, с.59-64.
3. Изменение полифенолов при консервировании. Березовская Н.Н., Козенко С.И., Брумштейн В.Д., Алиев М.М., Клещунова Г.А. - В кн.: Тезисы третьего Всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям. Тбилиси, 1976, с.170-171.

4. Клещунова Г.А., Середич Н.И., Волощук И.А. Новая схема производства натурального сока из айвы. - Информ. листок Краснодарского ЦНИИП, 1974, № 473, с.1-4.
5. Клещунова Г.А., Троян З.А., Корастилева Н.Н., Козенко С.И. Получение натуральных соков с мякотью из айвы. - Экспресс-информ. ЦНИИТЭПищепром. Консервная промышленность, 1974, № 12, с.1-8.
6. Клещунова Г.А., Козенко С.И., Русак С.Ф. Влияние технологии производства соков на биологически активные вещества айвы. - В кн.: Биологически активные вещества плодов и ягод. М., 1976, с.127-130.
7. Клещунова Г.А., Козенко С.И., Горенькова А.Н. Повышение пищевой ценности натурального айвового сока с мякотью методом купажирования. - Научно-техн. реф. сб. ЦНИИТЭПищепром. Консервн., овощесушилн. и пищекоцентр. пром-сть, 1978, № 5, с.1-7.
8. Козенко С.И., Клещунова Г.А., Корастилева Н.Н. Сорга айвы для натуральных соков с мякотью. Консервн. и овощесушилн. пром-сть, 1973, № II, с.34-35.
9. Клещунова Г.А., Волощук И.А., Корастилева Н.Н. Применение центрифуги ФПШ-40ИК-4 в производстве высококачественного натурального сока с мякотью из айвы. - Изв. вузов Северо-Кавказск. научного центра высшей школы. Технические науки., 1977, № 2, с.100-102.
10. Козенко С.И., Малина В.П., Клещунова Г.А. Микроэлементы плодов айвы. - Изв. вузов. Пищевая технология, 1974, №3, с.163-165.
11. Козенко С.И., Малина В.П., Клещунова Г.А. Изменение содержания минеральных веществ при производстве соков из айвы. - Реф. сб. ЦНИИТЭПищепром. Консервн. пром-сть, 1975, № 4, с.14-17.
12. Козенко С.И., Клещунова Г.А., Горенькова А.Н. Аминокислотный состав плодов айвы и его изменения при консервировании. - Консервная и овощесушильная пром-сть, 1976, № 2, с.32-34.
13. А.с.548257 (СССР). Линия производства соков с мякотью из плодово-овощного сырья. Краснодарский научно-исследовательский институт пищевой пром-сти; Авт. изобрет. Шалашный В.М., Троян З.А., Волощук И.А., Трандин Г.Г., Харченкова О.В., Ляшенко Е.П., Клещунова Г.А. - опубл. 1977, Б.И., № 2.
14. Троян З.А., Бархатов В.Ю., Клещунова Г.А. Использование айвовых отходов сокового производства. - Изв. Северо-Кавказск. научного центра высшей школы. Технические науки, 1974, № 4, с.40-42.