

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

На правах рукописи

Для служебного пользования

Экз. № 00009

НАХМЕТОВ Сарух Гидаят-оглы

РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ И РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ И СУХИХ
РАСТВОРИМЫХ КОФЕПРОДУКТОВ

Специальность 05.18.13 - технология консер-
вированных пищевых
продуктов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Одесса - 1991

4
25 марта 91

Диссертационная работа выполнена по Всесоюзном научно-исследовательском институте пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (ВИИПП и СПТ)

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор Мохначев И.Г.

Доктор технических наук, профессор Аминов М.С.

Доктор технических наук, доцент Чагаровский А.П.

Редукция организация: Научно-Технический Центр пищевой промышленности ВАСХНИЛ

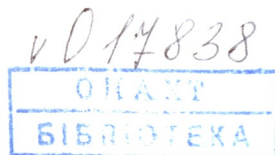
Защита состоится " " 1991 г в часов
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан " " 1991 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
к.т.н., доцент

В.В.Егоров



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность проблемы. Кофепродукты занимают важное место в пищевконцентратной отрасли агропромышленного комплекса. Ассортимент кофепродуктов, вырабатываемых в стране, долгое время ограничивался кофе натуральным жареным в зернах и молотым, а также нерастворимыми (жареными молотыми) кофейными напитками из хлебных злаков, цикория и других видов сырья. Производство растворимого кофе, начатое в стране в 60-х годах, было организовано исключительно по технологии зарубежных стран. В налаживании выпуска этой продукции в стране, а также изучении ее качественных показателей значительная роль принадлежит Генину С.А. (1970), Артемьеву Б.В. и Волкову Е.Н. (1964, 1972), Чиненовой Э.Г. (1970), Колеснику А.А. (1962), Дмитриевой Е.Т. (1976) и другим исследователям.

Вместе с тем, применявшиеся технологические режимы производства растворимого кофе, методы и технические решения носили узко специализированный характер и не могли быть использованы для создания новых видов растворимых кофейных напитков из нетрадиционного сырья (цикорий, злаковые и т.д.), спрос на который постоянно нарастал. Кроме того, они были далеки от совершенства и приводили к большим потерям дорогостоящего импортного сырья - кофе. В связи с чрезвычайной актуальностью данной проблемы, Совет Министров СССР Постановлением № 435 от 02.06.78 "О мерах по увеличению производства цикория и продуктов на его основе" предусмотрел значительное расширение исследований по производству растворимых кофепродуктов, создание новых видов растворимых кофейных напитков на базе отечественного сырья и резкое увеличение объемов их производства в стране.

Исходя из этого, возникла острая необходимость в создании и внедрении отечественной технологии производства растворимых кофе и кофейных напитков, соответствующих современным требованиям и обеспечивающих максимальный выход готовой продукции с высокими качественными показателями.

Цель работы. Усовершенствование существующих и разработка новых высокоэффективных технологических процессов производства растворимых кофе и кофейных напитков.

В задачи исследований включено:

- выявление структурных, биохимических и пирогенетических изменений, протекающих в сырье различного ботанического происхождения при их высокотермической обработке;
- установление факторов, обуславливающих скорость потемнения разнохарактерного сырья в процессе обжаривания и роли важнейших компонентов сырья в формировании его цвета, вкуса, аромата и изменений физико-химических показателей;
- разработка оптимальной степени обжаривания каждого вида сырья в отдельности и критерии контроля процесса обжаривания;
- определение зависимости выхода экстрактивных веществ, изменения качества и реологических свойств экстракта от степени измельчения обжаренного материала и режимов экстрагирования;
- установление оптимальных режимов экстрагирования обжаренных кофе, цикория и злакового сырья с применением биотехнологических методов (ферментация) и пищевых добавок растительного и иного происхождения;
- определение реологических свойств экстрактов в зависимости от способов экстракции и разработка режимов их концентрирования и сушки;
- установление режимов фасовки и условий хранения концентрированных и сухих растворимых кофепродуктов в различных видах тары;
- определение пищевой, биологической и энергетической ценности растворимых кофепродуктов, выработанных с применением новых технологических процессов.

На защиту выносятся:

- обоснование и разработка объективных методов контроля процесса обжаривания различных видов и сортов сырья;
- факторы, обуславливающие режимы экстракции разнохарактерного сырья и обоснование оптимизации процесса экстракции;
- методы контроля процесса экстракции кофе;
- способ двухстадийного экстрагирования кофе с применением ферментации;
- обоснование и разработка процесса экстракции сушеного цикория с применением кислотного и ферментативного гидролиза инулина;
- обоснование и разработка гибких способов экстрагирования крахмалистого сырья - обжаренного ячменя;
- факторы, обуславливающие реологические свойства экстрактов различных видов сырья и обоснование режимов концентрирования и

сушки, а также выбора тары для фасовки сухих и пастообразных растворимых кофепродуктов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- установлены основные закономерности изменения физических, микроструктурных, биохимических и технологических свойств сырья различного ботанического происхождения в процессе обжаривания;
- научно обоснованы основные стадии процесса обжаривания и разработаны критерии оценки оптимальной степени обжаривания в зависимости от биохимических и физико-химических изменений, происходящих в сырье;
- предложены научно-обоснованные и дифференцированные методы экстрагирования различных видов сырья в зависимости от их микроструктуры и химического состава;
- обоснованы теоретические предпосылки применения различных групп ферментных препаратов в производстве растворимого кофе и кофейных напитков из хлебных злаков и цикория;
- даны характеристики реологических свойств различных экстрактов и изотермы сорбции влаги порошков растворимых кофепродуктов.

По результатам исследований получено 12 авторских свидетельств. 9 изобретений описывают существо разработанных технологий растворимых кофе и кофепродуктов, закрыты Госкомизобретением СССР и имеют грифы "Для служебного пользования" и "Не подлежит опубликованию в открытой печати" в связи с предполагаемой продажей лицензий и патентованием за рубежом. Технология производства растворимого кофе по № 4746175/30 в настоящее время патентуется в странах ЕЭС.

Практическая значимость работы включает:

- разработку технологии производства сухих растворимых кофейных напитков на базе отечественного и, частично, импортного сырья и закладку промышленной основы их производства в стране впервые с 1977 г.;
- разработку рациональных режимов обжаривания кофе, цикория, злаковых и других видов сырья;
- разработку технологии производства растворимого кофе с применением двухстадийного способа экстрагирования и ферментации;
- разработку технологии производства растворимого пастообразного цикория без применения обжаривания;
- разработку технологии производства цикорно-фруктовых напитков;
- разработку технологии производства растворимого цикория со сгущенным молоком и сахаром.

Разработанные технологии прошли производственные испытания и внедрены на предприятиях Москвы, Ленинграда, Одессы, Днепропетровска, Львова, Днепра, Чуднова, Ростова (Ярославской обл.) и др.

Кроме того, новая технология производства растворимого кофе и растворимых кофейных напитков из хлебных злаков и цикория заложена в основу создания отечественного оборудования, изготавливаемого предприятиями Миноборонпрома СССР в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР № 1311 от 27.II.87 г.

Новые виды продукции - растворимые кофейные напитки "Летний" и "Южный" экспонировались на ВДНХ СССР в 1980 г. Главный комитет ВДНХ СССР постановлением от 25.II.80 № 1129-Н наградил автора разработки бронзовой медалью. На Международной выставке "Агро-комплекс-82" (г. Нитра, ЧССР) автор растворимых кофейных напитков "Южный" и "Черноморский" был награжден "Почетным дипломом".

Материалы исследований использованы при издании монографии "Технология кофепродуктов" (1984 г.) и IV-й гл. "Справочника технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства (1984 г.).

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на заседании секции консервной, овощесушильной и пищевого концентратного производства научно-технического совета б. Минпищепрома СССР "Пути усовершенствования технологии и рационального использования сырья при производстве кофепродуктов" (г. Днепропетровск, 1979 г.); всесоюзной научной конференции "Технология и техника пищевой и микробиологической промышленности и системы заготовок на основе современных технических методов и средств" (Москва, 1980 г.); заседании секции пищевого концентратного производства научно-технического совета б. Минпищепрома СССР "Вопросы совершенствования производства кофепродуктов" (Одесса, 1982 г.); IV-ом Всесоюзном симпозиуме по фенольным соединениям АН СССР (Ташкент, 1982 г.); всесоюзной научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания страны" (Харьков, 1984 г.); всесоюзном совещании "Синтез и применение пищевых добавок" (Могилев, 1985 г.); V-м Всесоюзном биохимическом съезде АН СССР (Киев, 1986 г.); заседании секции пищевой промышленности научно-технического совета Госагропрома СССР "Перспективы развития производства цикория и продуктов его переработки" (Москва, 1988 г.); заседании секции пищевой промышленности НТС Госагропрома СССР "Опыт экономного и рационального нормирования кофе-сырья при производстве кофепродуктов"

(Днепр, 1988 г.); научной конференции пищевого концентратного производства и специальной пищевой технологии (Москва, 1988 г.); заседаниях ученого совета ВНИИКОПа и ВНИИПП и СТИ (1971-1989 гг.).

По материалам диссертации опубликовано 66 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, выводов и рекомендаций, практического внедрения результатов работ, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 255 стр. машинописного текста, иллюстрирована 87 рисунками, 14 фотографиями, 40 таблицами и 11 приложениями. Список литературы включает 378 источников, в том числе 216 источников на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы и необходимость увеличения объемов производства кофепродуктов в стране за счет использования как отечественного, так и импортного сырья, а также создания современных технологических процессов.

В первой главе рассматриваются биология и технология возделывания и первичной переработки основного сырья - кофе и цикория, имеющие наибольшее значение для производства растворимых кофепродуктов, а также состояние исследований по растворимому кофе и растворимым кофейным напиткам в стране и за рубежом.

Во второй главе приведено описание материалов и методов исследований. В качестве объекта исследований были взяты основные ботанические виды и сорта кофе Арабика и Робуста, поступающие в СССР; три селекционных сорта цикория - Донор, Силезский, Ярославский, а также стандартные зерна ячменя и семян винограда.

Методы исследований включают в себя постановку опытов и условия их проведения применительно к технологическим процессам. Широко использованы в ходе работы и стандартные методы анализа, а также современные микроскопические, спектрофотометрические и газохроматографические методы.

В третьей главе изложены результаты теоретических и экспериментально-технологических исследований процесса обжаривания разных видов сырья и способы его оптимизации.

Процесс обжаривания является главной операцией при производстве кофепродуктов. Формирование вкуса, цвета и аромата кофепродуктов происходит, главным образом, в процессе обжаривания.

Микроскопические исследования, проведенные на сканирующем электронном микроскопе фирмы "Zeiss" (Япония) с увеличением 300 и 1000 раз, показали, что изменение микроструктуры тканей различных ботанических видов сырья в процессе обжаривания зависит, главным образом, от строения и состава клеток растительной ткани. Так, клетки кофейных зерен и семян винограда, в которых находятся частицы жира, при обжаривании становятся хрупкими и пористыми, а зерна приобретают взорванный вид с беспорядочно расположенными клетками и тканями.

Ткани сушеного цикория, богатые инулином, в процессе обжаривания разрываются и укорачиваются, а между ними как по длине, так и по ширине образуются воздушные пространства, в результате чего они становятся тонкими и бесформенными.

Ткани сырого ячменного зерна, богатые крахмалом, при обжаривании приобретают вид разорванных хлопьевидных сгустков.

Термогравиметрическими анализами на дериватографе установлено, что процесс обжаривания сырья проходит в три стадии (рис. 1).

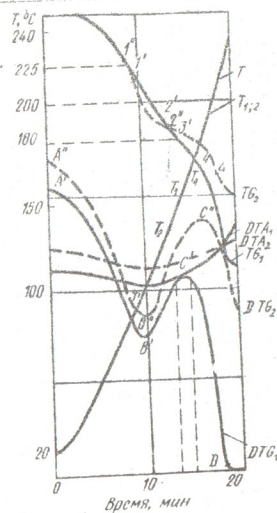


Рис. 1. Термограмма обжаривания кофе (1) и ячменя (2)
TG - термогравиметрическая кривая массы;
DTG - производная термогравиметрической кривой скорости; DTG - производная изменения энталпии; T - температурная кривая

Первая стадия, протекающая при $t = 80-120^\circ\text{C}$, (отрезок AB на кривой DTG) характеризуется интенсивным увеличением скорости изменения массы вещества за счет испарения влаги (стадия подсушки сырья). На второй стадии (на кривой TG отрезок BC) скорость изменения массы сырья несколько замедляется, но наблюдается образование темно-окрашенных пигментов, причем в кофе интенсивнее, чем в ячмене (стадия - собственно обжаривание). На этой стадии из материала удаляется адсорбционная и осмотически связанная влага.

Третья стадия обжаривания, протекающая при $t > 180^\circ\text{C}$ (на кривой DTG отрезок CD), вновь сопровождается резким увеличением скорости изменения массы сырья. При этом усиливается аромат и дальнейшее потемнение продукта (стадия выдерживания).

Критический период обжаривания (исходя из потери массы сырья) для кофе наступает при $t > 225^\circ\text{C}$, для ячменя - 240°C .

Изменение физического состояния цикория и семян винограда в процессе обжаривания носит такой же характер, что и для кофе и ячменя. Однако, период интенсивного обжаривания цикория наступает после достижения температуры $150-160^\circ\text{C}$, а для семян винограда - $140-150^\circ\text{C}$, а критическая стадия, соответственно, при $t > 180^\circ\text{C}$ и 170°C .

Изменение физического состояния сырья в процессе обжаривания сопровождается комплексом биохимических, физико-химических и пиролизических изменений.

Биохимические изменения, протекающие на начальных стадиях обжаривания, охватывают наиболее лабильные компоненты сырья. В зернах кофе такими компонентами являются хлорогеновые кислоты и дубильные вещества, которые в первую очередь подвергаются термическому распаду (рис. 2). Период интенсивных окислительных превращений фенольных соединений совпадает с периодом усиленного накопления в продукте коричневого пигмента с максимумами поглощения света при длинах волн 280-285 нм и 335-340 нм. Судя по оптической плотности (D) экстракта и отражательной способности (R) продукта, около 80 % темноокрашенных пигментов в обжаренном кофе образуются за 11-12 мин. при $t \approx 120-150^\circ\text{C}$.

При $t > 150^\circ\text{C}$ концентрация темноокрашенных пигментов в кофе продолжает расти и достигает максимума при $t \approx 205-215^\circ\text{C}$. На этой стадии интенсивно меняется состав и содержание белковых веществ.

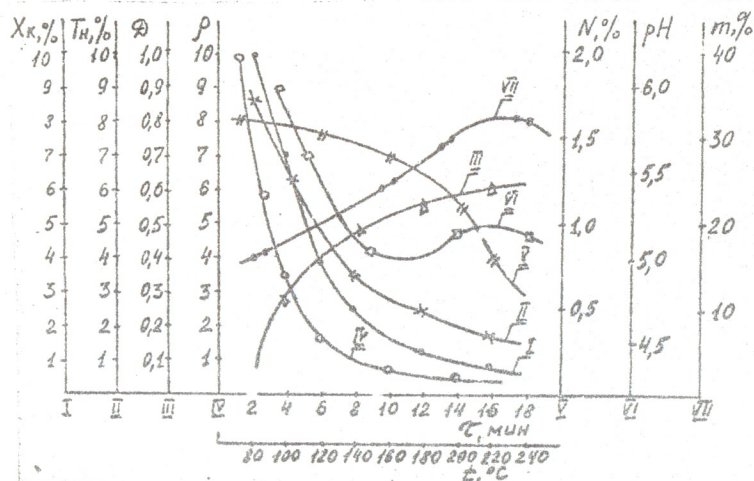


Рис. 2. Изменение физико-химических показателей кофе Робуста в процессе обжаривания: I - хлорогеновая кислота; II - таннин; III - оптическая плотность экстракта (D , при $\lambda_{\text{макс}} = 340 \text{ нм}$); IV - отражательная способность продукта (ρ , при $\lambda_{\text{макс}} = 436 \text{ нм}$); V - аминный азот; VI - pH (экстракта); VII - экстрактивные вещества (содержание компонентов в пересчете на сухое вещество)

При этом свободные аминокислоты фактически полностью исчезают и обнаруживаются только следы аспарагиновой и глутаминовой кислот, треонина, серина, валина. По-видимому, они в первую очередь вступают в реакции Майяра и участвуют в окончательном формировании цвета и других качественных показателей кофе. Сказанное подтверждается еще и тем, что содержание аминокислот, связанных в белках, за весь период обжаривания (16 мин. при 80-215 °C) уменьшается на 11-15% по сравнению с исходным сырьем (табл. I).

Таблица I

Изменение содержания свободных и связанных в белках аминокислот кофе в процессе обжаривания

Аминокислота	Свободные аминокислоты (мг на 100 г сухого вещества)		Связанные в белках аминокислоты (г на 100 г сухого вещества)	
	до обжаривания	после обжаривания (80-215 °C) 16 мин.	до обжаривания	после обжаривания (80-215 °C) 16 мин.
Аспарагиновая кислота	59,8	следы	1,81	1,22
Треонин	29,1	следы	0,73	0,42
Серин	25,8	следы	0,91	0,31
Глутаминовая кислота	658,9	следы	2,61	2,51
Пролин	168,6	-	0,71	0,67
Глицин	9,1	-	1,84	0,88
Аланин	42,7	-	0,82	0,80
Цистин	следы	-	0,11	0,04
Валин	11,5	следы	0,89	0,80
Метионин	следы	-	0,03	0,02
Изолейцин	4,4	-	0,60	0,48
Лейцин	5,5	-	1,25	1,18
Тирозин	43,3	-	0,50	0,42
Фенилаланин	1074,9	-	0,70	0,65
Гистидин	147,5	-	0,46	0,63
Лизин	20,24	-	0,31	0,40
Аргинин	10,4	-	0,81	0,42
Сумма	2311,1	-	14,58	11,86

В процессе обжаривания происходит глубокий обмен углеводного состава кофе. Исследование триметилсилильных производных углеводов на ГЖХ "Сигма - 2" (США) показало, что по мере усиления термической обработки кофе содержание моно- и дисахаридов существенно изменяется (табл. 2).

Таблица 2

Изменение моно- и дисахаридов кофе Робуста при обжаривании (% на сухое вещество)

Варианты опыта	Фрук-тоза	α и β глюкоза	Сахароза	Галактоза	Арабиноза
Кофе скрой (необжаренный)	2,6	3,7	3,6	0,5	0,2
Кофе обжаренный:					
8 мин. при 80-150 °C	1,6	1,7	2,4	0,8	0,6
10 мин. при 80-180 °C	1,2	1,3	2,0	0,9	0,7
14 мин. при 80-200 °C	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9
16 мин. при 80-215 °C	0,8	1,5	0,5	1,2	1,1

При этом, если сахароза в процессе обжаривания почти полностью разлагается, а фруктоза уменьшается постепенно, то суммарное содержание α и β глюкозы сначала (при 150-200 °C) резко уменьшается, затем (при 205 °C) вновь возрастает, что по-видимому, связано с расходом некоторого их количества на реакции Майяра и каремелизации на "пиковой" стадии обжаривания и повторным увеличением их концентрации за счет термической деградации полисахаридов кофейного зерна при повышенной температуре.

Наряду с образованием темноокрашенных пигментов, при обжаривании фактически заново формируется вкус продукта. Здесь важную роль играют органические и жирные кислоты.

На начальном этапе обжаривания кофе идет интенсивное накопление уксусной и муравьиной кислот, которые вызывают снижение pH экстракта с 5,8-5,6 до 4,9-5,1. На этой стадии основные кислоты кофейных зерен (лимонная и яблочная) претерпевают незначительные изменения, но при $t = 205-210$ °C они разлагаются почти вдвое, в результате чего баланс кислот в зернах нарушается, что приводит к возрастанию pH в продукте до 5,2-5,1. При дальнейшем повышении температуры (> 215 °C), значение pH экстракта необратимо снижается. Этому способствуют также жирные кислоты, высвобождающиеся из клеточных стенок зерна при их термической деградации.

Кофеин, являющийся одним из важнейших компонентов кофе, в начале процесса обжаривания остается без изменения, при $t = 200-215$ °C несколько возрастает за счет высвобождения его из клеточ-

ных стенок, а при > 240 °C - начинает разлагаться, что проявляется на периодическом усилении и исчезновении кислото-горького вкуса экстракта.

Изменения качественных показателей кофе в процессе обжаривания отражаются на его глазном - технологическом и экономическом показателе - экстрактивности, которая достигает оптимального уровня на 14-16 минутах при $t = 205-215$ °C. При отклонении от этих режимов в меньшую сторону клетки и ткани сырья недостаточно подготавливаются к выводу экстрактивных веществ, а в большую сторону - увеличиваются распад и потери этих веществ.

Биохимические и физико-химические изменения, протекающие в цикории в процессе обжаривания, имеют несколько иную направленность, чем в кофе (рис. 3).

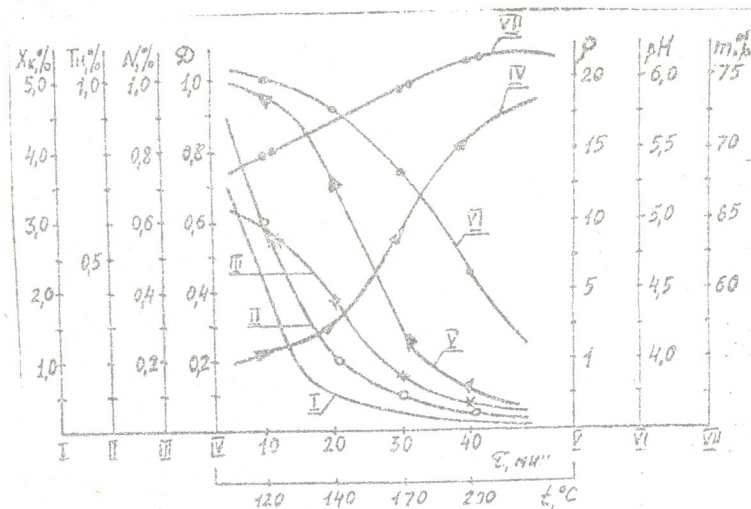


рис. 3. Изменение физико-химических показателей цикория в процессе обжаривания: I - хлорогеновая кислота; II - танин; III - аминный азот; IV - оптическая плотность экстракта (D); V - отражательная способность продукта (P); VI - pH (экстракта); VII - экстрактивные вещества

Главной особенностью цикория является его медленное потемнение. Это объясняется прежде всего низким содержанием в нем хлорогеновых кислот (2,1-3,5 %) и дубильных веществ (0,5-0,85 %).

В формировании темноокрашенных пигментов цикория главную роль играют, очевидно, реакции Майяра и карамелизации, т.к. интенсивное потемнение сушеного цикория начинается на 15-20-х минутах обжаривания ($t = 160-175^\circ\text{C}$). Именно на данном этапе происходят наиболее активные изменения в составе и содержании углеводов и аминокислот (табл. 3).

Таблица 3

Влияние режимов обжаривания на содержание углеводов цикория (в % на сухое вещество)

Варианты опыта	Углеводы					Сумма углеводов
	инулин	сахароза	фруктоза	α и β -глюкоза	галактоза	
Цикорий сушеный	45,5	8,0	4,2	1,3	0,4	59,3
Цикорий обжаренный						
10 мин., при $80-120^\circ\text{C}$	38,0	7,3	3,3	1,4	0,5	50,5
20 мин., при $80-150^\circ\text{C}$	35,1	6,4	2,2	1,4	0,7	45,6
30 мин., при $80-175^\circ\text{C}$	32,2	5,9	2,4	0,6	0,6	41,7

Из табл. 3 видно, что в процессе обжаривания, и особенно при $t > 150^\circ\text{C}$, содержание основных углеводов (наиболее ощутимо α и β -глюкоза) уменьшается. Очевидно, из-за слабого участия фруктозы в карбонил-аминных реакциях, к концу обжаривания в продукте накапливается значительное количество этого сахара.

На этих стадиях свободные аминокислоты разрушаются в первую очередь, а из связанных в белках аминокислот содержание аспарагиновой кислоты, треонина, серина, глицина, валина, изолейцина, лейцина, тирозина, гистидина, лизина и аргинина в процессе обжаривания снижается на 20-30%.

Следующая отличительная черта цикория: необратимое снижение значений pH экстракта в процессе обжаривания. Чем жестче термическая обработка цикория, тем ниже его pH. Критическое значение pH экстракта обжаренного цикория находится на уровне 4,3. Этому способствуют интенсивное образование уксусной кислоты, а также ус-

тойчивое сохранение ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая и линоленовая), составляющих в сушеном и обжаренном цикории 70 % от общего количества жирных кислот.

Оптимальные величины pH (4,5-4,7) экстракта обжаренного цикория совпадают с гармоничным вкусом и максимальным содержанием в продукте водорастворимых экстрактивных веществ (кривая VIII, рис.3). Дальнейшее повышение температуры ($t > 175^\circ\text{C}$) и увеличение продолжительности процесса (> 35 мин.) отрицательно сказывается на этих показателях.

Анализируя результаты исследований по обжариванию ячменя, можно сделать заключение, что увеличению содержания водорастворимых экстрактивных веществ в сырье в процессе обжаривания способствует деструкция крахмала с образованием моносахаридов и декстринов (рис. 4).

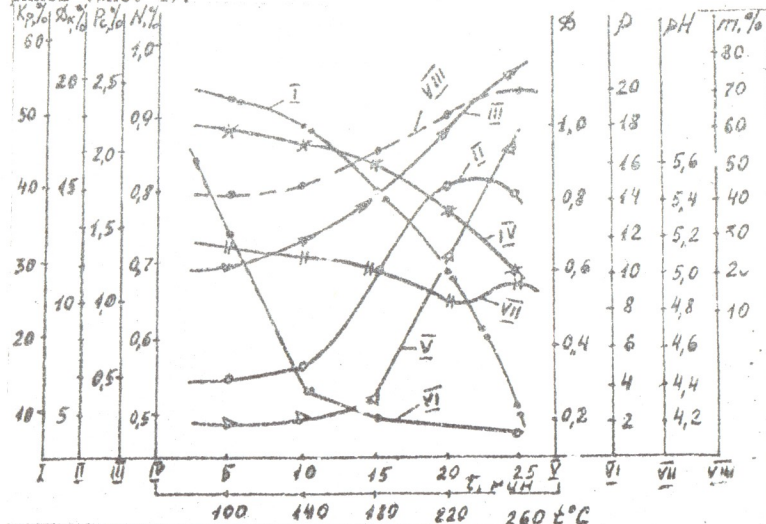


Рис. 4. Изменение физико-химических показателей ячменя в процессе обжаривания: I — крахмал; II — декстрины; III — восстанавливающие сахара; IV — азот; V — оптическая плотность экстракта (D , при $\lambda_{\text{макс}} = 340 \text{ нм}$); VI — экстрактивность продукта (p , при $\lambda_{\text{макс}} = 336 \text{ нм}$); VII — pH экстракта; VIII — экстрактивные вещества (содержание компонентов в пересчете на сухое вещество).

Снижение концентрации последних при чрезмерном обжаривании объясняется их пирогенетическим распадом, что подтверждается увеличением концентрации темноокрашенных пигментов в экстракте, которые проявляются в показателях оптической плотности экстракта (D) и отражательной способности (ρ) продукта.

При обжаривании ячменя изменения аминокислот протекают при относительно высокой температуре (180-220 °C), и в формировании вкусовых свойств продукта главную роль играют органические и жирные кислоты. На долю ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты) в ячмене приходится почти 80 % от общего количества жирных кислот, а из органических кислот в обжаренном ячмене преобладает, в основном, уксусная кислота. Стабильное сохранение жирных кислот с одновременным образованием уксусной кислоты сказываются на необратимом снижении значения pH экстракта в процессе обжаривания.

При обжаривании семян винограда в формировании его качественных показателей решающую роль играют в первую очередь дубильные вещества и жиры (рис. 5).

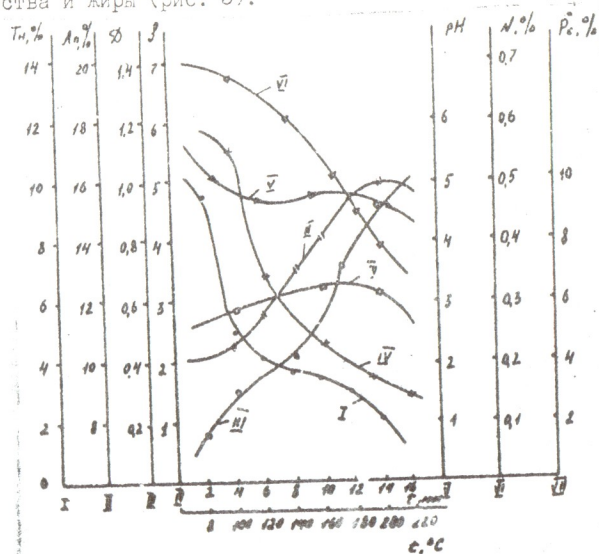


Рис. 5. Влияние режимов обжаривания на физико-химические показатели семян винограда: I - танин; II - липиды; III - оптическая плотность экстракта (D); IV - отражательная способность продукта (ρ); V - pH экстракта; VI - аминный азот; VII - редуцирующие сахара

Благодаря окислительным превращениям таннино-катехиновой фракции и жирных кислот, семена винограда при относительно низкой температуре (150-160 °C) и за очень короткое время (9-11 мин.) обжаривания приобретают темную окраску и необходимые вкус и аромат. Коричневые пигменты, образующиеся при термической обработке семян винограда, показывают максимум поглощения света при длине волны 340 нм, что также говорит о фенольном характере этих соединений.

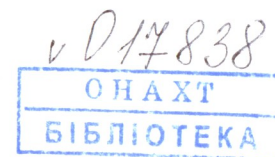
В четвертой главе рассматриваются теоретические аспекты процесса экстракции и рациональные способы экстрагирования разных видов сырья.

Экстракция является решающей стадией в производстве растворимых кофепродуктов. Эффективность извлечения экстрактивных веществ из структурно деформированного при обжаривании материала, зависит от ряда факторов, но прежде всего от способности его абсорбировать воду.

За 60 мин. замачивания в горячей воде (70-80 °C) обжаренные измельченные кофе и семена винограда абсорбируют воду в количестве в 1,5-2,0 раза превышающем их собственные массы, ячмень - в три раза, цикорий - в четыре раза. Водопоглощительная способность обжаренного цикория обусловлена повышенным содержанием углеводов - инулина, обжаренного ячменя - крахмала, кофе и семян винограда - клетчатки и гемицеллюлозы.

Обжаренное сырье, активно абсорбирующее воду на стадии замачивания, проявляет способность интенсивно выделять водорастворимые вещества при экстрагировании. На начальной стадии процесса, протекающего при температуре 80-100 °C, за 120 мин. из обжаренного цикория извлекаются 68-70 % экстрактивных веществ, ячменя - 35-40 %, кофе - 20-25 % и семян винограда - 8-10 %. Фактически, данная стадия экстрагирования для цикория является основной и заключительной, тогда как для остальных видов сырья - только начальной.

Для экстрагирования кофе степень измельчения обжаренного материала имеет чрезвычайно важное значение. Оптимальными размерами частиц для него оказались 0,5-1,5 мм, которые обеспечивают наиболее ускоренный выход экстрактивных веществ, кофеина и моносахаридов из клеточной системы. Но до какой бы степени кофе не был измельчен, для полного извлечения из него экстрактивных веществ необходимо проведение гидролиза при температуре выше 100 °C.



Исследованиями установлено, что при температуре экстракции 175-185 °С возможно достичь выхода экстрактивных веществ из обжаренного измельченного кофе до 44-47 %, что недостаточно для рационального использования этого дорогостоящего импортного сырья.

В то же время, исследования показали, что из-за гидролитических процессов, протекающих при экстракции, дальнейшее продолжение ее в условиях высокой температуры (190-200 °С) приводит к резкому снижению pH экстракта (рис. 5) и образованию в продукте горьких веществ. Как видно из кривых рис. 6, чем выше температура гидролитической стадии экстракции, тем больше выхода экстрактивных веществ, но ниже pH экстракта.

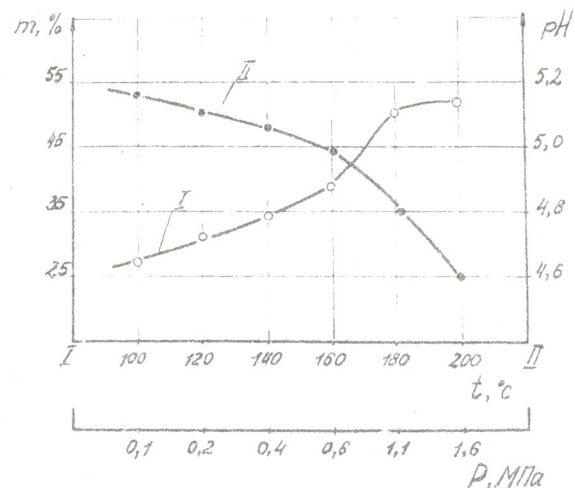


Рис. 6. Взаимосвязь между выходом экстрактивных веществ (I) и изменением значения pH (II) экстракта кофе в процессе экстракции при различных температурных режимах

С целью достижения максимального выхода экстрактивных веществ, без ухудшения качества готовой продукции, нами разработана технология двухстадийного экстрагирования кофе с применением ферментации (заявка № 4743175/30-13; полож. решение ВНИИПЗ от 18.05.90). Она предусматривает осуществление первой стадии экстракции при 80-100 °С, отделение полученной "ароматной" фракции, перед

началом второй стадии экстрагирования непосредственно в кофе, прошедшем первый этап экстрагирования, добавление ферментного препарата комплексного действия Ксилотриканофосфетидина Π_{10x} (продукт *Asp. Foetidus*) в количестве 0,1-0,5 % к массе сырья и воды в соотношении 1:2-1:4. Смесь выдерживают при 40-60 °С в течение 2,5-3,5 ч., а затем экстрагируют при 165-175 °С. Полученный экстракт смешивают с "ароматной" фракцией первой стадии экстрагирования в соотношениях 40:60 - 50:50 по объему и сушат на распылительной сушилке или каждую фракцию экстракта сушат отдельно, получая два сорта растворимого кофе.

В другом варианте ферментацию осуществляли непосредственно перед началом процесса экстракции на стадии замачивания измельченного кофе. При этом ферментный препарат добавляли в дозах 0,01-0,1 % к массе измельченного кофе и ферментацию проводили в течение 20-25 мин.

Исследованиями установлено, что при применении ферментации обоими методами, выход экстрактивных веществ из кофе в процессе экстракции увеличивается от 3% (при дозе 0,01%) до 7-9% (при дозах 0,1-0,3%). Кроме того, благодаря гидролитическому и осаживающему влиянию ферментации на клетчатку и микроструктуру тканей, содержание кофеина, моносахаридов и дубильных веществ в экстракте заметно возрастает, а цвет (ρ) улучшается на 0,15-0,2 усл. ед. (табл. 4).

Таблица 4

Влияние Ксилотриканофосфетидина Π_{10x} на технологические и физико-химические показатели экстракта и порошка растворимого кофе

Наименование показателя	Вар: анты опыта				
	Без ферментации (контроль)	Ферментация с дозами препарата (% к массе сырья)			
		0,01	0,1	0,3	0,5
Выход экстрактивных веществ, %	43,0	45,5	48,0	49,5	52,0
Содержание в экстракте (% на сухое вещество):					
- моно- и дисахаридов	3,5	3,8	4,3	4,6	5,7
- кофеина	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
- дубильных веществ	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
pH (экстракта)	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0
Оптическая плотность (D) при $\lambda_{\text{макс}} = 340 \text{ нм}$	0,8	0,82	0,85	0,85	0,9
Отражательная способность (f) порошка при $\lambda_{\text{макс}} = 436 \text{ нм}$	1,85	1,90	1,90	2,0	2,0

В процессе экстракции обжаренного цикория при температуре 100-110 °С выход экстрактивных веществ практически не увеличивается, в то же время вязкость экстракта возрастает с 1,5 - 1,7 Па.с до 2,0 - 2,3 Па.с и способность его к фильтрации снижается почти в два раза. Это приводит к снижению экстрагируемой способности сырья и потере значительной части полезных веществ.

Исследованиями установлено, что путем кислотного или ферментативного гидролиза инулина сушеного цикория в процессе его экстракции возможно получить из него темноокрашенный экстракт, идентично экстракту обжаренного цикория, одновременно достигая более высокого выхода экстрактивных веществ.

Обработка сушеного цикория или его экстракта лимонной кислотой дозами 0,3-0,8% способствует ускоренному гидролизу инулина (до обработки 58-60%, после - 40-42%), накоплению моно- и дисахаридов (до - 8,5-9%, после - 13-14%), снижению вязкости экстракта (до - 1,5-1,7 Па.с, после - 1,1-1,4 Па.с), улучшению его цвета (оптическая плотность, D при $\lambda = 340$ нм, до - 0,4-0,6 усл.ед., после - 0,7-0,85 усл.ед.) и увеличению выхода экстрактивных веществ на 2,5-3,0% по сравнению с обжаренным и сушеным цикорием, не подвергнутым кислотному гидролизу (рис. 7).

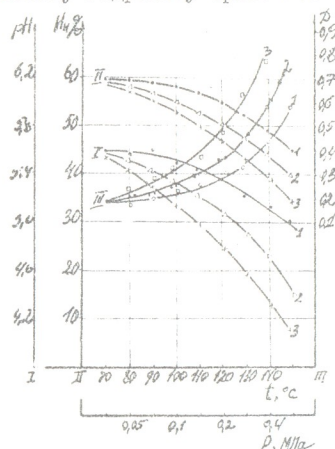


Рис. 7. Влияние лимонной кислоты на pH (I), инулин (II) и оптическую плотность (III) экстракта сушеного цикория в процессе экстракции: I - контроль; 2 - доза лимонной кислоты 0,3%; 3 - то же, 0,8%

Концентрированный экстракт лимоннокислой обработки по основным физико-химическим и органолептическим показателям соответствовал требованиям стандарта и был рекомендован для выпуска нового вида продукции.

Ферментативная обработка сушеного цикория Ксилотриканоефетидином Π_{IOX} в процессе экстракции вызывает более глубокий гидролиз инулина и образование редуцирующих сахаров и экстрактивных веществ, чем лимонная обработка (рис. 8).

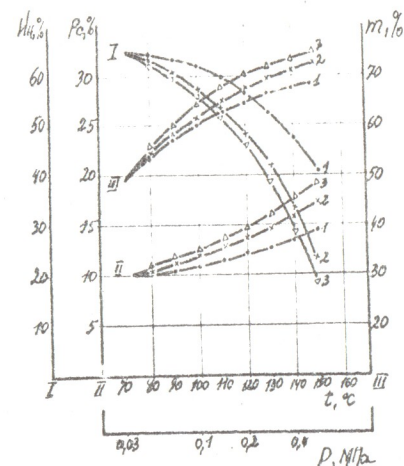


Рис. 8. Влияние Ксилотриканоефетидина Π_{IOX} на гидролиз инулина (I), содержание редуцирующих сахаров (II) и выход экстрактивных веществ (III) сушеного цикория: I - контроль (без ферментации); 2 - доза препарата 0,2%; 3 - то же, 0,4%

При добавлении в ферментируемую среду ионов Ca^{2+} (путем внесения хлористого кальция из расчета 0,5-1,0% к массе экстрагируемого цикория) активность ферментного препарата усиливается и эффективность гидролиза инулина (более 50%), образования моно- и дисахаридов ($>20\%$), выхода экстрактивных веществ ($>75\%$) еще больше возрастает. Благодаря свойствам ионов Ca^{2+} связываться с углеводами и белками и образовывать комплексные соединения, $CaCl_2$ изменяет соотношение составных веществ экстракта, в результате чего снижается активная кислотность (pH) и вязкость экстракта.

Для ускорения потемнения экстракта сушеного цикория и обогащения его состава недостающими элементами, наилучший эффект дают такие виды дубильного сырья, как порошки из плодов яблок и кожуры граната. При совместном экстрагировании сушеного цикория с 40-50%-ми порошка яблок или 20-30%-ми кожуры граната, цвет экстракта (2) улучшается на 0,5-0,6 усл.ед., исчезает присущая сушеному цикорию горечь и продукт приобретает приятно-терпкий или кисло-терпкий вкус. Наряду с этим, цикорийный экстракт обогащается пектиновыми и дубильными веществами.

Учитывая, что экстракты цикория преимущественно имеют слабокислую pH среды (4,7-5,0), то это в некоторой степени ограничивает область его применения, особенно на молочных продуктах.

В связи с этим, нами был разработан способ, который предусматривает внесение непосредственно в сушеный или обжаренный цикорий перед экстрагированием или после него неорганической соли лимоннокислого натрия, хлористого натрия или двууглекислого натрия из такого расчета (0,2-0,5%), чтобы pH получаемого экстракта достиг уровня pH молочного продукта (6,0-6,2). Полученный экстракт концентрируют до содержания сухих веществ 65 - 70 %, охлаждают до температуры 30 - 35 °C и купажируют со сгущенным молоком и сахаром в соотношении 1:3 - 1:4, смесь подогревают до 23 - 25 °C и фасуют в алюминиевые тубы или стеклянные банки.

Цикорио-молочный растворимый кофейный напиток, вырабатываемый указанным способом, имеет идентичный с "Кофе натуральным со сгущенным молоком и сахаром" темно-коричневый цвет, шоколадный вкус и аромат. Замена натурального кофе цикорием позволяет сэкономить дорогостоящее импортное сырье отечественным и получить продукт, сочетающий в себе самые ценные свойства цикория (легкоусвояемые углеводы, минеральные элементы) и молока (белки, жиры).

При экстрагировании обжаренного ячменя, главная задача заключалась в снижении вязкости крахмалистого экстракта и улучшении массообменных процессов в экстрагируемой среде. С этой целью нами был разработан способ, предусматривающий применение амилотического ферментного препарата Амилоубтилил Γ_{10x} (продуцент *Bacillus subtilis*) в дозах 0,01-0,1 % до или после экстракции.

Исследованиями установлено, что ферментация как в процессе экстракции, так и после нее оказывает благоприятное влияние на реологические свойства экстракта, но в отношении степени гидролиза крахмала, выхода экстрактивных веществ и содержания в них

моно- и дисахаридов более эффективной является ферментативная обработка обжаренного ячменя непосредственно в процессе экстракции (рис. 9).

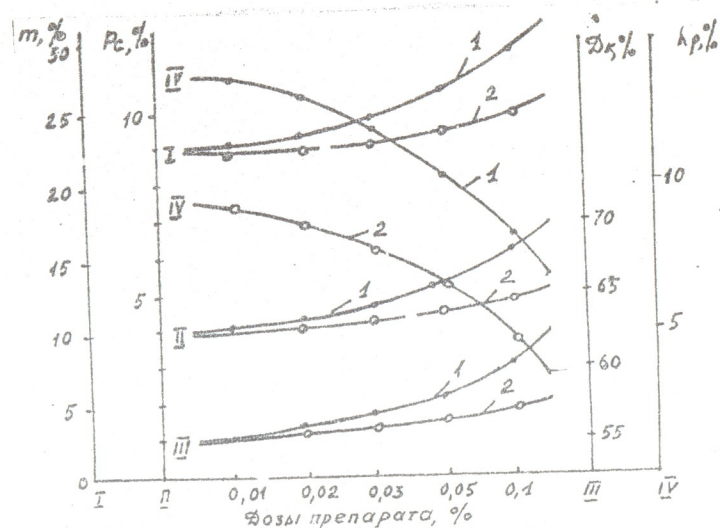


Рис. 9. Влияние Амилоубтилила Γ_{10x} на выход экстрактивных веществ (I), содержание в экстракте редуцирующих сахаров (II), декстринов (III) и крахмала (IV); 1 — ферментация в процессе экстракции и 2 — после экстракции (содержание компонентов в пересчете на сухое вещество)

В главе пятой нами изложены результаты исследований по конечной стадии технологии производства растворимых кофейных продуктов: концентрированию и сушке экстрактов, а также по изучению качественных показателей этих продуктов в процессе хранения в различных видах тары.

С учетом спроса потребителей и характера перерабатываемого сырья, в ходе исследований нами вырабатывались два типа готовой продукции: концентрированные с содержанием сухих веществ 65 - 70 % и сухие (порошкообразные) влажностью 3-4 %.

При концентрировании, сушке и фасовке этих продуктов важную роль играют реологические свойства экстрактов. Показано, что экстракты к.фе, цикория и ячменя с содержанием сухих веществ 25-30 %, в области малых скоростей сдвига ($\dot{\gamma} < 6 \text{ с}^{-1}$) проявляют псевдопластичные свойства и имеют вязкость 0,28 - 1,28 Па.с при температуре 25 °C и 0,4 - 0,88 Па.с при - 40 °C. В диапазоне скоростей сдвига $\dot{\gamma} = 6-128 \text{ с}^{-1}$ эти экстракты приближаются к ньютоновской жидкости. Кроме того установлено, что реологические свойства экстрактов зависят от концентрации сухих веществ в них, температуры нагревания и срока хранения. Так, при хранении в течение 5-10 сут. их вязкость увеличивается в 1,3-4,0 раза, а при нагревании от 30 до 60 °C вязкость концентрированных до 63-70 % сухих веществ экстрактов уменьшается в 4,1-4,7 раз. На основании этого было сделано заключение о необходимости дополнительного нагрева экстрактов перед сушкой до 60-65 °C, а сушку их осуществлять на распылительных сушилках при следующих режимах: экстракт ячменя при температуре 230-250 °C на входе сушилки и 100-110 °C - на выходе; цикория, естественно, при температуре 80-90 °C и 185-195 °C.

Сухие растворимые кофе и кофейные напитки чрезвычайно лабильны в отношении кислорода, паров воды и тепла. Значения равновесной влажности, полученные для процессов сорбции ($W^{\text{ср}}$) и десорбции ($W^{\text{дср}}$) при разной относительной влажности воздуха показали, что они не совпадают, т.е. наблюдается явление сорбционного гистерезиса. Изотермы сорбции порошков растворимых кофейных продуктов можно отнести к изотермам II-типа по классификации БЭТ, характерные для капиллярно-пористых материалов.

Показано, что сухие растворимые кофейные напитки из злакового сырья и цикория возможно хранить в металлических банках из белой и хромированной жести и в пакетах из 3-х слойных комбинированных материалов полиэтилен-фольга-целлофан в течение 8-9 мес., в 2-х слойном материале лавсан-полиэтилен - 2,5-3,0 мес. Другие полимерные материалы - полиэтилен-целлофан и бумага-полипролен, из-за высокой газо-воздухо- и влагопроницаемости, непригодны для фасовки растворимых кофейных продуктов.

Благодаря высокой сахаристости и низкой активной кислотности ($\text{pH} = 3,2-4,8$), а также промышленной стерильности в микробиологическом отношении, концентрированные кофейные напитки при фасовке не требуют дополнительной термической обработки (стерилизации или пастеризации) и стабильны при хранении в течение 12-14 мес.

Нами также проведены исследования и представлены данные по пищевой, биологической и энергетической ценности растворимых кофейных продуктов, выработанных по разработанным технологическим режимам и выдержавших соответствующие гарантийные сроки хранения (гл. 6).

В результате исследований разработано 10 наименований растворимых кофейных напитков, в том числе 7 сухих и 3 концентрированных. Они либо не содержат кофеина ("Цикорно-молочный", "Чудновский", "Растворимый цикорий", "Цикорно-яблочный"), либо же содержат его в умеренных количествах - 0,6-0,8 % ("Летний", "Львовский", "Мария", "Черноморский", "Южный", "Новость"). Главной особенностью растворимых кофейных напитков является высокое содержание в них легкоусвояемых углеводов (фруктоза, глюкоза, сахара, инулин, крахмал и др.), которые составляют более 60 % от сухой массы продукта. В этих напитках содержатся белки (9,0-16,5 %), жиры (0,1-7,0 %), органические кислоты (1,7-2,7 %), а в большинстве из них также и дубильные вещества (0,5-3,1 %) и хлорогеновые кислоты (0,4-2,7 %). По энергетической ценности растворимые кофейные напитки (220-324 ккал), несколько превышают растворимый кофе (212 ккал). При переводе на одну порцию напитка (10 г концентрированного или 5 г сухого порошка в 200 мл воды) калорийность растворимых кофейных напитков составляет 17-25 ккал, растворимого кофе - (2,5 г порошка на 170 мл воды) - 6,0 ккал.

Растворимые кофе и кофейные напитки в биологическом отношении полноценные продукты. В них обнаружены 17 аминокислот (в том числе незаменимые: треонин, валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин). Содержание аминокислот в них колеблется от 8,3 до 13,8 % на сухие вещества продукта, в том числе незаменимых 1,8-3,5 %. Кроме того, в растворимых кофейных продуктах содержатся жирные кислоты, макро- и микроэлементы и другие ценные пищевые вещества.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что процесс обжаривания растительного сырья проходит три стадии: биохимическую, физико-химическую и пиролитическую, которые соответствуют технологическим процессам: подсушке, собственно обжариванию и выдерживанию.

2. Установлено, что в кофе и семенах винограда интенсивное

образование темноокрашенных пигментов происходит на биохимической стадии обжаривания, в цикории и ячмене — на физико-химических и пиролизических стадиях.

3. Установлено, что в формировании вкуса кофепродуктов при обжаривании главную роль играют распад одних и образование других органических кислот, а также жирные кислоты. В соответствии с этим колеблется значение pH продукта.

4. Разработаны объективные методы контроля процесса обжаривания каждого вида сырья. Оптимальными режимами обжаривания для кофе являются: $t = 80-215^\circ\text{C}$, $\tau = 15-17$ мин., при которых показатели pH достигают 5,2-5,4, экстрактивных веществ 27-30 %, фенольных соединений 3,5-4,0 %, кофеина 1,0-2,0 % и потери массы 12-13 %; для цикория: $t = 80-170^\circ\text{C}$, $\tau = 30-35$ мин., pH — 4,5-4,7, экстрактивные вещества — 70-72 %, инулин — 25-30 %, редуцирующие сахара 14-16 % и потери массы — 13,5-14,0 %; для ячменя: $t = 80-230^\circ\text{C}$, $\tau = 20-22$ мин., pH — 4,8-5,2, экстрактивные вещества — 60-62 %, крахмал — 22-25 %, редуцирующие сахара — 3,0-3,5 % и потери массы — 14 — 15 %; для семян винограда: $t = 80-165^\circ\text{C}$, $\tau = 10-11$ мин., pH — 4,5-4,8, экстрактивные вещества — 13,5-15 %, дубильные вещества 3,5-4,0 % и потери массы — 7,5-8,0 %.

5. Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что процесс экстракции термически деградированного растительного сырья в зависимости от его микроструктуры и химического состава, может пройти две (замачивание и собственно экстракция при $t = 80-100^\circ\text{C}$) или три стадии, включая гидролиз при $t > 100$.

6. Установлено, что pH экстракта является главным критерием гидролитической стадии экстрагирования кофе: оптимальный уровень pH 4,6-4,7 достигается при $t = 175-180^\circ\text{C}$, критический уровень ($< 4,5$) — при $t > 185^\circ\text{C}$.

7. Разработана технология двухстадийного экстрагирования кофе с применением ферментации Ксилотрикарбамидом Π_{10x} , способствующей увеличению выхода экстрактивных веществ на 5-7 % по сравнению с традиционными способами.

8. Установлена принципиальная возможность получения темноокрашенного экстракта из необжаренного цикория путем кислотного (лимонной кислотой) или ферментативного (Ксилотрикарбамидом Π_{10x}) гидролиза инулина, а также совместного экстрагирования его с дубильным сырьем или купажирования с его экстрактом. Показано, что эффективность действия ферментного препарата возрастает в присутствии ионов Ca^{2+} .

9. Установлена эффективность применения Амилосубилина Γ_{10x} в дозах 0,05 — 0,1 % при экстракции обжаренного ячменя или в дозах 0,02 — 0,03 % на его экстракте с целью гидролиза крахмала и снижения вязкости экстракта.

10. Показано, что экстракты кофепродуктов обладают сложными реологическими свойствами. При малых скоростях сдвига ($\dot{\gamma} = 0,08 - 6 \text{ с}^{-1}$) они проявляют псевдопластичные свойства, при высоких скоростях ($\dot{\gamma} = 6 - 24 \text{ с}^{-1}$) вязкость их уменьшается, при хранении — возрастает, а при нагревании до температуры 60 — 80 $^\circ\text{C}$ — снижается в 4 — 5 раз.

11. Сухие растворимые кофепродукты по изотермам сорбции относятся к капиллярно-пористым материалам и обладают повышенной гигроскопичностью. В растворимом кофе и кофейных напитках, содержащих кофе и злаковое сырье, аморфное состояние и саморастворение наступает при $\phi > 0,85$, а в растворимом цикории — при $\phi < 0,60$.

12. Концентрированные растворимые кофейные напитки рекомендуются фасовать в алюминиевые трубы и стеклянные банки методом "горячего розлива" и хранить в течение 6 — 12 мес.

13. Сухие растворимые кофепродукты рекомендуется фасовать в пакеты из комбинированных полимерных материалов — полиэтилен-фольга-целлофан и лавсан-полиэтилен, а также в металлические банки из белой и хромированной жести и хранить в течение 8 — 12 мес.

14. По пищевой и биологической ценности растворимые кофепродукты, вырабатываемые по разработанным технологиям, являются полноценными натуральными продуктами.

15. На основе теоретических и экспериментальных исследований, а также промышленных испытаний, впервые разработаны и рекомендованы промышленностью 14 принципиально новых технических решений, включающих в себя усовершенствованные технологические режимы и современные высокоэффективные технологические процессы. Практическое внедрение этих работ на кофе-цикорных предприятиях подтвердило правильность теоретических положений и экспериментальных данных исследований. Фактический экономический эффект от внедрения разработок за 1981-1989 гг составил 8,1 млн. руб.

Основное содержание диссертации опубликовано в 66 научных трудах, наиболее существенные из которых приведены ниже:

1. Нахметов Ф.Г. Состояние и перспективы мирового производства кофепродуктов // Консервная и овощесушильная промышленность. — 1981. — №5. — с. 37-40.

2. Нахметов Ф.Г. Технологии кофейных продуктов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 176 с.
3. Нахметов Ф.Г. Пути дальнейшего усовершенствования технологии производства растворимых кофейных продуктов //Труды ВНИИП и СПТ. - М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1985. - С. 6-12.
4. А.с. № 1347214 СССР, МКИ А 23 F 5/44 Способ производства растворимых кофейных напитков из хлебных злаков и цикория./ Нахметов Ф.Г. (СССР) - Заявка № 3992452/30-13; Заявл. 05.11.85; с грифом "Для служебного пользования".
5. Нахметов Ф.Г. Состояние и перспективы развития производства кофейных продуктов в стране //Труды ВНИИП и СПТ "Совершенствование техники, технологии и организации производства продуктов питания, пайков и рационов"; - М.: АгроНИИТЭИпищепром. - 1989- Вып. IV - с. 48-58
6. Нахметов Ф.Г., Бесельева И.Е. Роль фенольных соединений в технологических процессах производства растворимого кофе //Тезисы докладов У Всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям; 8-10 июня 1982 г. - Ташкент. ФАН. - 1982. - с.69-70.
7. Нахметов Ф.Г., Гущина И.М., Фадеева И.В. Влияние видовых и сортовых особенностей сырья на выход и качество растворимого кофе //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1982. - № 3. - с. 11-14.
8. Нахметов Ф.Г., Доронин А.Ф. Изучение процесса обжарки кофе натурального с целью разработки оптимального режима //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1980. - № 3. - с. 20-23.
9. Нахметов Ф.Г., Доронин А.Ф. Исследование процесса обжарки кофе //Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Технология и техника пищевой и микробиологической промышленности системы заготовок на основе современных технических методов и средств", М.: МТИП. - 1980. - с. 62.
10. Нахметов Ф.Г., Завьялова З.А., Большакова Т.И., Бесельева И.Е. Пути повышения эффективности производства кофе натурального растворимого //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1982. - № 2 - с. 22-23.
11. А.С. № 1332578 СССР, МКИ А 23 F 55/44, Способ производства растворимого цикория /Нахметов Ф.Г., Калунянц К.А., Князева Г.В., Шаненко Е.Ф., Крикунова И.П., Гудков В.И. (СССР). - Заявка № 3915725/28-13; заявл. 26.06.85; с грифом "Для служебного пользования".

12. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В. Влияние обжаривания на физико-химические и технологические показатели цикория //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1980. - № 11. - с. 22-23,
13. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В. Производство растворимых кофейных напитков в СССР //Тезисы докладов Всес. научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания", - Харьков. - 1994 с. 124-125.
14. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В. Растворимые кофейные напитки с диабетическими свойствами //Тезисы докладов Всес. совещ. "Синтез и применение пищевых добавок"; 30-31 мая 1985 г. - Могилёв. - 1985 - с. 109.
15. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В., Гудков В.И. Новая технология производства растворимых кофейных напитков //Пищевая и перерабатывающая промышленность. - 1985. - № 11 - с. 30-32.
16. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В., Козлова Г.Г., Емельянова Н.В. Биотехнология в производстве кофейных продуктов //сб. Тезисов У Всес. биохимического съезда; М.: Наука. - 1986. - с. 163-164.
17. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В., Козлова Г.Г., Кулясова Н.В. Влияние технологических режимов на белковые вещества растворимого цикория //ЦНИИТЭИпищепром. Пищевая промышленность. - 1985. - серия 6 вып. 3. - с. 2-5.
18. Нахметов Ф.Г., Князева Г.В., Кольцова Т.П., Позднякова Л.Г., Ильина Г.П., Шалимова Т.В. Влияние гранулометрического состава обжаренного кофе на кинетику процесса экстракции и выход готовой продукции //ЦНИИТЭИпищепром. Пищевая промышленность. - 1985. - серия 6. - вып. 6. - с. 11-14.
19. А.С. № 1427634 СССР, МКИ А 23 F 5/44. Способ производства растворимого цикория. Нахметов Ф.Г., Кулямова Н.В., Климов А.С. (СССР). - Заявка № 401567/30-13; заявл. 30.01.86. С грифом "Для служебного пользования".
20. Нахметов Ф.Г., Козлова Г.Г. Аминокислотный состав растворимых кофейных напитков //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1981. - № 1. - с. 19-22.
21. Нахметов Ф.Г., Козлова Г.Г. Влияние аминолитических ферментных препаратов на реологические свойства экстракта и качество растворимых кофейных напитков //Тезисы докл. Всес. совещ. "Синтез и применение пищевых добавок; 30-31 мая 1985 г. - Могилёв. - 1985 - с. 109-110.
22. Нахметов Ф.Г., Кузнецов Д.И., Кольцова Т.П., Кулясова Н.В., Ермакова Л.Н. Влияние температуры обжаривания на жирнокислотный

состав кофе и цикория // Пищевая промышленность. - 1990. - № 4. - с. 63-64.

23. Нахметов Ф.Г., Кулясова Н.В. Кофейные напитки с яблочным соком // Пищевая и перерабатывающая промышленность. - 1988. - № 6. - с. 20-21.

24. Нахметов Ф.Г., Левенко В.А., Белькова О.Г., Кольцова Т.П. Использование банок из хромированной жести и алюминия для фасовки кофейных продуктов и сохранности качества продукции // ЦНИИТЭИпищепром - 1983. - вып. I. - с. 12-17.

25. Нахметов Ф.Г., Ломачинский В.А. Кофейные продукты // Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства; М.: - Легкая и пищевая промышленность. - 1984. - гл. LV - с. 258-294.

26. Нахметов Ф.Г., Дубова Р.Ю. Влияние отечественных полимерных упаковок на сохранность качества растворимых кофейных продуктов // Научно-тех. реф. сб. - Консервная, овощесушильная и пищевая концентратная промышленность. - ЦНИИТЭИпищепром. - 1981. - вып. I. - с. 22-28.

27. А.А. № 95556 СССР, МКИ А 23 Г 5/24. Способ производства растворимых кофейных напитков / Нахметов Ф.Г., Ломачинский В.А., Козлова Г.Г., Гельфанд С.Ю., Широкова М.Г. (СССР). - заявка № 324093/23-13; заявл. 25.12.80. С грифом "Не подлежит опубликованию в открытой печати".

28. Нахметов Ф.Г., Ломачинский В.А., Козлова Г.Г. Аминокислотный состав растворимых кофейных напитков // Вопросы питания. - 1982. - № I. - с. 66-68.

29. Нахметов Ф.Г., Ломачинский В.А., Черевитинов О.Б. Исследование минерального состава быстрорастворимых кофейных напитков - заменителей натурального растворимого кофе // Вопросы питания. - 1978. - № 3. - с. 80-82.

30. Нахметов Ф.Г., Малыгина Е.С., Позднякова Л.Г., Кольцова Т.П. Некоторые вопросы оптимизации процесса обжаривания при производстве кофейных продуктов // Труды ВНИИП и СПТ. М.: АгроНИИТЭИП - 1986. - вып. 2 - с. 96-100.

31. Нахметов Ф.Г., Оркина Н.И., Кулясова Н.В., Абрамов В.С., Щорникова Л.А., Лашевич Л.П., Гельфанд С.Ю. Углеводный состав корней цикория и его изменение в процессе термической обработки // Труды ВНИИП и СПТ; М.: АгроНИИТЭИП - 1987. - вып. 3 - с. 30-34.

32. Нахметов Ф.Г., Османов С.Г., Сырцов С.Г. Вязкость концентратов кофейных продуктов // Консервная и овощесушильная промышленность

- 1983. - № 3. - с. 15-16.

33. А.С. № 1142917 СССР, МКИ А 23 Г 5/44. Способ производства растворимого цикория / Нахметов Ф.Г., Пастушкова Т.М., Сургучева Т.П. (СССР). - заявка № 3546459/28-13; заявл. 24.01.83. С грифом "Не подлежит опубликованию в открытой печати".

34. Нахметов Ф.Г., Пастушкова Т.М., Пушкарев А.Ф. Новая технология производства растворимых кофейных напитков // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1983. - № 3. - с. 8-10.

35. Нахметов Ф.Г., Пушкарев А.Ф., Безуменко Д.Г., Булаева Г.П. Применение жестяных банок с непропаиваемым швом для расфасовки кофейных продуктов // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1980. - № 8 - с. 20-22.

36. Нахметов Ф.Г., Терехова А.И., Бикторова Т.И., Лашевич Л.П., Позднякова Л.Г., Жукова И.В. Применение отечественного комбинированного пленочного материала в производстве кофе натурального растворимого // Труды ВНИИП и СПТ; М.: АгроНИИТЭИП. - 1986. - вып. 2. - с. 135-139.

37. Нахметов Ф.Г., Худоминская Р.Н., Князева Г.В., Монахова Н.Г. Влияние видов упаковки на сохранность качества растворимого кофе при длительном хранении // Научно-технич. реф. сб. Консервная, овощесушильная и пищевая концентратная промышленность; ЦНИИТЭИпищепром. - 1978. - № 2. - с. 15-22.

38. Гуляев В.Н., Нахметов Ф.Г., Худоминская Р.Н., Закуя К.П., Хромых Н.В. Применение алюминиевых труб для фасовки пастообразного цикория // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1978. № 6 с. 19-21.

39. Дмитриева Е.Т., Чесноков П.И., Нахметов Ф.Г., Худоминская Р.Н., Князева Г.В. Влияние технологических режимов производства натурального растворимого кофе на выход и качество готовой продукции. // Научно-технич. реф. сб. "Овощесушильная и пищевая концентратная промышленность; М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1976. - вып. 5. - с. 14-20.

40. А.С. № 1347468 СССР, МКИ С 13 К 11/00. Способ получения фруктозного сиропа / Калунянц К.А., Нахметов Ф.Г., Крикунова Л.Н., Шаненко Е.Ф., Кочетков А.А., Петрова М.С. (СССР). Заявка № 3976481/31-13; заявл. 22.11.85. С грифом "Опубликованию в открытой печати запрещено".

41. Козлова Г.Г., Нахметов Ф.Г., Рогачев В.И., Есюткина Г.С. Изменение азотсодержащих соединений ячменя и кофе при обжаривании // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1984. - № 10. - с. 43-44.

42. Кулясова Н.В., Нахметов Ф.Г. Технология производства цикорно-фруктовых напитков //Труды ВНИИПП и СПТ. - 1989. - вып. IV. - с. 62-66.

43. Ломачинский В.А., Нахметов Ф.Г. Цикорий и продукты его переработки //ЦНИИТпищепром. - М.: 1981. - с. 55

44. А.С. № 683707 СССР МКИ, А 23 Г I/14. Способ производства быстрорастворимых напитков-заменителей кофе. /Ломачинский В.А., Нахметов Ф.Г. (СССР). Заявка № 2583864/23-13; заявл. 22.02.78. Оpubл. 05.09.79. Бюлл. № 35.

45. А.С. I 649394 СССР, МКИ А 23 Г I/16. Способ производства заменителей кофе /Ломачинский В.А., Нахметов Ф.Г., Дмитриева Е.Т., Гуляев В.И., Худоминская Р.Н., Князева Г.В. (СССР). Заявка № 2378406/23213; заявл. 01.07.76. С грифом "Не подлежит опубликованию в открытой печати".

46. Ломачинский В.А., Нахметов Ф.Г., Космодемьянский Ю.В., Голиков Е.Н. Получение агломерированных порошков растворимых кофейных напитков //Консервная и овощесушильная промышленность. - 1979 - № 2, - с. 18-20.

47. А.С. № 827007 СССР, МКИ А 23 С 9/00. Способ получения молочного кофейного напитка /Миролюбов В.И., Радаева И.А., Нахметов Ф.Г., Князева Г.В., Невар Н.Г. (СССР). Заявка № 2702660/23-13 заявл. 25.12.78; опубл. 07.05.81. Бюлл. № 17.