

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

Евразийская технологическая платформа
«Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК – продукты здорового питания»



КубГАУ

Кубанский государственный
аграрный университет

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сборник статей

по материалам VII Международной научно-практической конференции

6 декабря 2023 года

Краснодар
КубГАУ
2023

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

Евразийская технологическая платформа
«Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности
АПК – продукты здорового питания»

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сборник статей

по материалам VII Международной научно-практической конференции
посвященной 20-летию кафедры технологии хранения и переработки
животноводческой продукции Кубанского ГАУ

6 декабря 2023 года

Краснодар
КубГАУ
2023

АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОГО РАФИНИРОВАНИЯ МАСЕЛ И ЖИРОВ

¹С. Б. Бахтияров к.т.н., ²Ш. У. Мирзаева к.т.н., ³Н. Р. Джураева к.т.н.

³М. Н. Хафизова

(¹Ургенчский государственный университет, город Ургенч,

²Бухарский государственный университет, город Бухара,

³Бухарский инженерно-технологический институт, город Бухара,
республика Узбекистан)

***Аннотация.** Создание и внедрение новых конкурентоспособных технологий, связано с развитием масложировой, также консервной, хлебобулочной, кондитерской промышленности. Важнейшим является процесс щелочного рафинирования, в частности хлопковых масел и жиров. К маслам и жирам в зависимости от назначения требуется определённые физико-химические показатели.*

***Ключевые слова.** Хлопковое, масло, жир, сопутствующий, щелочной, физико-химический, пищевой, саломас, кислотный, цветность.*

Создание и внедрение новых конкурентоспособных технологий, связано с развитием масложировой, также консервной, хлебобулочной, кондитерской промышленности.

Важнейшим является процесс щелочного рафинирования, в частности хлопковых масел и жиров. Для достижения требуемых физико-химических показателей хлопковых масел и жиров, перерабатывают процессами очистки-рафинирования. Масла и жиры, передаваемые на пищевые цели, должны максимально рафинироваться.

Физико-химическая оценка масел, а также требования к хлопковым маслам и жирам свидетельствуют о проведении оптимальных процессов рафинирования, дезодорирования.

Разработка процессов и режимов рафинирования хлопковых масел и жиров, свидетельствует тщательному удалению сопутствующих веществ [1].

Сопутствующие вещества и свободные жирные кислоты воздействуют вкусовым качествам, физико-химическим показателям масел и жиров, также ускоряет автоокисления, вызывающий их порчу также создают препятствия к оптимальным ведением технологических процессов получения качественных пищевых масложировых продуктов [2].

Для осуществления щелочного рафинирования (нейтрализации) хлопкового масла в нейтрализаторе, подготавливается раствор каустической соды плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$, далее вводится в нерафинированное хлопковое масло в количестве 11 кг/тн масла, при длительности процесса 60 минут при $+50^\circ\text{C}$.

Щелочное рафинирование раствором каустической содой широко применяется как эффективный метод очистки сырых растительных масел и обладает преимуществом, связанным с тем, что при этом образуется осадок соапстока. Соапсток имеет поглотительную способность и удаляет взвешенные примеси хлопкового масла. В результате рафинирования хлопкового масла щёлочью, удаётся полностью связать и удалить из масла свободные жирные кислоты, примеси и сопутствующие вещества масла [3].

В таблице 1 приведены показатели кислотного числа и цветности нерафинированных хлопковых масел.

Исходя из приведённых данных (таблицы 1) можем сделать вывод, что показатели кислотного числа и цветности нерафинированных хлопковых масел выше стандартных норм, соответственно повышаются с повышением сорта семян хлопчатника, что требует технологических процессов по удалению из состава масла свободных жирных кислот при щелочном рафинировании [4].

Таблица 1 – Показатели кислотного числа и цветности нерафинированных хлопковых масел

№ образца	Название показателей	Показатели масла по сортам семян			
		1	2	3	4
№ 1	Кислотное число, мг КОН/гр	3,21	4,10	5,48	6,28
№ 2	Кислотное число, мг КОН/гр	3,19	4,11	5,49	6,25
№ 3	Кислотное число, мг КОН/гр	3,21	4,11	5,53	6,24
№ 4	Кислотное число, мг КОН/гр	3,20	4,10	5,51	6,25
№ 5	Кислотное число, мг КОН/гр	3,21	4,12	5,56	6,26
№ 1	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	22	28	38	не просматривается
№ 2	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	22	28	37	не просматривается
№ 3	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	22	27	37	не просматривается
№ 4	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	21	28	38	не просматривается
№ 5	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	21	28	39	не просматривается

В таблице 2 приведены показатели кислотного числа и цветности рафинированных щёлочью хлопковых масел.

Таблица 2 – Показатели кислотного числа и цветности рафинированных щёлочью хлопковых масел

№ образца	Название показателей	Показатели масла по сортам семян			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
№ 1	Кислотное число, мг КОН/гр	0,3	0,3	0,4	0,4
№ 2	Кислотное число, мг КОН/гр	0,3	0,3	0,4	0,4

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
№ 3	Кислотное число, мг КОН/гр	0,3	0,4	0,5	0,5
№ 4	Кислотное число, мг КОН/гр	0,3	0,4	0,5	0,5
№ 5	Кислотное число, мг КОН/гр	0,3	0,3	0,4	0,4
№ 1	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	8	10	10	12
№ 2	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	8	10	11	11
№ 3	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	9	9	11	12
№ 4	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	9	9	10	12
№ 5	Цветность, красных единиц, при 35 жёлтых единиц	8	10	10	11

Исходя из приведённых данных (таблицы 2) можем сделать вывод, что показатели кислотного числа и цветности рафинированных щёлочью хлопковых масел по сравнению с нерафинированными ниже, так как при рафинировании щёлочь реагируя с свободными жирными кислотами образовало соапсток содержащий в своём составе сопутствующие (красящие) вещества масла, которая в свою очередь отделено от рафинируемого масла, соответственно уменьшилось кислотное число и цветность масла. Но показатели кислотного числа и цветности выше требуемых норм, что требует продолжения дальнейших технологических процессов рафинирования.

Рафинирование представляет технологические процессы переработки масел и жиров с целью удаления из них сопутствующих веществ, которые снижают качество и технологические свойства маслопродуктов [5].

Так как рафинированные масла и саломасы, приготовленные на их основе, должны быть светлыми, то возникает необходимость в дополнительной их обработке для снижения цветности.

В пищевой промышленности на основе достижений биотехнологии, совершенствования технологий, развивается производство жиров и жиросодержащих продуктов, учитывающих современные гигиенические,

органолептические и питательные свойства продуктов. При создании таких продуктов в перспективе необходимо:

- больше уделять внимания качеству исходного сырья, влияющему на характер и параметры применяемой технологии;
- в практике традиционных технологий обработки жиров избегать или лимитировать потери витаминов, накопление нежелательных для питания компонентов – продуктов окисления, трансизомеров;
- достигать этих же целей при создании новых технологий взамен устаревших;
- предотвращать окисление и загрязнение полученных продуктов при их упаковке и хранении;
- учитывать возможные не желаемые взаимодействия между жирами и ингредиентами:

Помимо совершенствования рецептур спредов и маргариновой продукции, улучшения их качества, обеспечения пищевой безопасности необходимо совершенствовать технологические этапы переработки исходных жиров. С гигиенической точки зрения необходимо проводить также высокотемпературную дезодорацию растительных жиров, так как при этом удаляется максимальное количество вредных для организма вещества, которые содержатся в продукте. Для восстановления пищевой ценности растительных масел и жиропродуктов, изготовленных на их основе, необходимо обогащение последних естественными пищевыми добавками и биологически активными веществами [6].

Пищевая ценность жиропродуктов-спреда, маргарина, кулинарного жира и других обусловлена комплексом питательных и биологически активных веществ-белков, жиров, углеводов, витаминов и другие, содержащихся в ингредиентах, используемых для их производства.

Повышение биологической ценности жиропродуктов достигается снижением его жирности, улучшением свойств жирнокислотного состава путём обогащения, введением видов масел и витаминов А, В, D, Е, К, РР [6].

Учитывая вышеизложенное, необходимо проведение научных и экспериментальных исследований в направлении повышения качества и обеспечения пищевой безопасности каталитически гидрогенизированных пищевых жиров на основе хлопкового масла.

Таким образом, следует отметить, что для системного совершенствования процессов рафинирования пищевого саломаса необходимо изучать проблемы щелочного рафинирования.

По традиционной технологии, подаваемое на гидрогенизацию нерафинированное хлопковое масло проходит процесс гидротации, нейтрализации, промывку и сушку. Обработка фосфорной кислотой и отбелка адсорбентом не проводится. Также не осуществляется в нужной степени очистка водорода от влаги. Наличие не выведенных из масла примесей обуславливают протекание ряда химических реакций, главными из которых является гидролиз, окисление, деструкция и полимеризация.

Полученный при гидрировании нерафинированный пищевой саломас поступает на щелочную рафинацию, куда по отдельной линии дозируются водный раствор щёлочи. Далее, образовавшиеся соапсток оседает в нижней части реактора и в качестве саломасного соапстока направляется на производство мыла, жирных кислот [7,8].

Поэтому, проведение процесса щелочного рафинирования безусловно позволяет значительно улучшить качество получаемого пищевого саломаса и обеспечить пищевую безопасность. Естественно, что в процессе гидрогенизации хлопковых масел с получением саломасов с различными физико-химическими показателями, определяет их области применения.

По лабораторным анализам выявлено, что с увеличением времени гидрирования хлопкового масла в составе получаемых пищевых саломасов увеличиваются содержания сопутствующих веществ, что требуют удаления в процессе щелочной рафинации.

Для получения каустической соды целесообразно применять технические соли месторождений республики Узбекистана, которая будет являться

решением задачи практического применения природных не используемых ресурсов республики, применение местной каустической соды в конечном счёте сказывается на повышение экономических показателей.

Рафинационный процесс, обработка щёлочью должна быть обеспечена современной высокопроизводительной технологией непрерывного действия, благодаря которому сокращаются трудовые затраты и продолжительность проведения процесса. На экономические показатели всех процессов рафинирования масел и жиров, также решающее влияние оказывает количество отходов (вторичных ресурсов), образующихся при получении масложировой продукции с заданными качественными показателями стандарта.

Список литературы:

1. Брукс Д. Продукты SELECT для решения различных задач при рафинации растительных масел. 13-международная конференция «Масложировая индустрия-2013». Сборник материалов конференции. 23-24 октября 2013 г. С 53-60.

2. Рабинович Л.М., Рыжова Р.Я. Окисление и пищевая порча триацилглицеролов в процессе гидрирования жиров и хранения саломасов. Вестник ВНИИЖ. № 1-2. 2021. С 31-32.

3. Щербакова Е.В. Комплексная переработка растительного сырья. <http://elibrary.ru/futhor-items.asp?authorid=144818>.

4. Ахмедов А.Н. Исследование показателей хлопкового масла полученных методом форпрессования из низкосортных семян хлопчатника. Universum. Технические науки. № 4 (6). Апрель, 2019 г.

5. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Янова А.И. и др. Технология переработки жиров. Под. ред. проф. Н.С. Арутюняна. 3-е издание. М: Пищепромиздат. 1990. С 452.

6. Ольхаватов Е.А. Ресурсосберегающие технологии пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства. <http://elibrary.ru/futhor-items.asp?authorid=695108>.

7. Шныш И.А., Слепнева Л.М., Краецкая О.Ф., Зык Н.В., Лукянова Р.С. Способы утилизации соапстока-техногенного отхода жироперерабатывающей промышленности. Вестник БНТУ. № 2. 2011. С 68-71.

8. Абдикамалова А.Б., Шарипова А.Ш., Артикова Г.Н., Сейтназарова О.М., Исмаилов Б.М. Способы выделения жирных кислот из соапстоков. Современные инновации. № 6 (8). Химические науки. С 78-84.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА

Н. З. Ходжиева магистрант, Ш. У. Мирзаева к.т.н. доцент

(Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан)

***Аннотация:** В работе рассматриван процесс экстракции двуокисью углерода биологически активных веществ из сырья растительного материала: дыня (семена), мята (листья), солодка (корни), шелковица (плоды), и др. При до- и сверхкритических средах разработана лабораторная экспериментальная установка для осуществления процесса экстракции растительного материала сжиженными газами и сверхкритическими флюидами при давлениях 3–7 КПа и температурах 20...60 °С. Выявлено, что максимальный выход экстрагируемого ингредиента для потребленных видов растительного материала достигается при давлении и температуре, превышающие критические для CO₂ (35...45 °С К, 3–7 КПа).*

***Ключевые слова:** сверхкритическая экстракция, дыня (семена), мята (листья), солодка (корни), шелковица (плоды), цветки розы (лепестки).*

Углекислота (CO₂) используется в современных производствах вместо широко применяемых в пищевой и фармацевтической промышленности органических растворителей (ацетон, бензин, спирт, и др.) для экстракции из растительного сырья биологически активных веществ (БАВ) и пищевых добавок, материалы для извлечения лекарственных средств является наиболее важным и перспективным направлением технологии. Избирательность и растворяющая способность сверхкритической (СК) – CO₂ выявляется их фазовыми состояниями, которые, равным образом, зависит от параметров процесса выделения-температуры и давления [1, 2]

Наличие ряда преимуществ СК–СО₂ экстракции, по сравнению с традиционными методами извлечения, показано в ряде работ [3,4–15], промышленные способы и установки для получения СК- СО₂ экстрактов из растительного сырья очень разнообразны [5, 6].

В соответствии с Республиканским грантом А-9-1 создана лабораторная установка, на которой отработана методика проведения извлечения с помощью СК–СО₂ в до- и сверхкритических условиях [16–21], позволяющий оптимизировать рабочие параметры технологического процесса при применении различного сырья растительного происхождения [7, 8].

Экспериментальная часть

Лабораторная установка позволяет проводить извлечение при подаче СО₂ плунжерным насосом высокого давления в до– и сверхкритическом состоянии с использованием теплового насоса (5).

Диапазон давлений 3–7 КПа, температур 295–310 К, объемный расход СК–СО₂ 800–900 г. СО₂/г/см 10 л СО₂.

Для определения параметров процесса до – и сверхкритической СО₂ экстракции на установке проводились опыты со цветками джиды и розы, листьями мяты и шелковицы, молотыми семенами тыквы и дыни, а также корни солодки (лакричный корень)

Молотые семена тыквы и дыни массой 1 кг, влажностью 9 %, с размером частиц 0,5–2 мм помешались в корзину, изготовленной из тонкостенной трубы диаметром 25 мм и высотой 420 мм, которая закрывается дверчатými крышками с сеткой. Данные этих опытов сведены в табл. 1,2.

Таблица 1 – Результаты опытов с молотыми семенами дыни

№ Опытов	Параметры процесса	Экстр актор	Сбор– ник (1)	Сбор– ник (2)	Время экстракции, час	Масса экстракта (масло), г	
						Сбор – ник (1)	Сбор– ник (2)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Т, К	305	308	293	0,5	4,0	4,0 (масло+воск)
	Р, КПа	15	7,0–8,0	3,0–4,0			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Т, К	320	323	293	1	12,0	20,0 (масло кремового цвета)
	Р, КПа	15	7,0–8,0	3,0–4,0			
3	Т, К	320	7,0–8,0	293	2	12,0	18,0 (масло кремового цвета)
	Р, КПа	15	325	3,0–4,0			
4	Т, К	290	292	313	2	3,0	3,0 (масло кремового цвета)
	Р, КПа	4,0	4,0	3,0			

Таблица 2 – Результаты опытов с молотыми семенами тыквы

№ опытов	Параметры процесса	Экстракт	Сборник (1)	Сборник (2)	Время Экстракции,	Масса экстракта (масло), г	
						Сборник (1)	Сборник (2)
1.	Т, К	305	308	293	0,5	4,8	4,8 (масло+воск)
	Р, КПа	15	7,0–8,0	3,0–4,0			
2	Т, К	320	323	293	1	11,6	20,8 (масло желтого цвета)
	Р, КПа	15	7,0–8,0	3,0–4,0			
3	Т, К	320	7,0–8,0	293	2	11,4	18,2 (масло желто- зеленого цвета)
	Р, КПа	15	325	3,0–4,0			
4	Т, К	290	292	313	2	3,2	3,0 (масло зеленого цвета)
	Р, КПа	4,0	4,0	3,0			

В результате 4-х последовательно проведенных циклов экстракции на одной загрузке при сверхкритических параметрах CO₂ (315–330 К; 3–7,5 КПа) убыль массы семян дыни составили 90 г, (тыквы 80 г), что совпадает с общим содержанием экстрагируемых веществ. За общее время экстракции 2,5 часа через реактор прокачено 20 кг CO₂ (25л при 290 К и 6,8 КПа), при этом среднее содержание масла в экстракте составляет 4 г на 1кг CO₂ (3.0 г на 1 л СК-CO₂).

В таблице 3 приведены результаты опытов со цветками джиды, как видно из таблицы 6 в сборнике два накапливается паста зеленого цвета при различных режимах экстракции, хотя и время экстракции различалось между собой.

Таблица 3 – Результаты опытов со цветками джиды

№	Параметры процесса	Экстрактор	Сборник 1	Сборник 2	Время экстракции и час	Масса сырья, г		Экстрагируемое вещество, г Сборник 2
						До	после	
1	Т,К	330	320	315	3	450	438	10–паста зеленого цвета
	Р,КПа	15,0	10,0	4,0				
2	Т,К	330	320	315	2,5	448	434	5–паста зеленого цвета
	Р,КПа	10,0	8,0	6,0				
3	Т,К	293	298	308	2,5	476	464	2,5–паста зеленого цвета
	Р,КПа	6,5	6,5	6,5				
4	Т,К	330	320	310	3,5	474	446	10–паста зеленого цвета
	Р,КПа	10,0	8,0	6,0				

Обратимся теперь к результатам опытов со цветками розы (табл. 4). Здесь наблюдалось накопление жидкости цвета при всех режимах экстракции, но масса жидкости различалась между собой. Наибольший выход жидкости желтого цвета получались в 1 и 4 вариантах опытов.

Таблица 4 – Результаты опытов со цветками розы

№	Параметры процесса	экстрактор	Сборник 1	Сборник 2	Время экстракции и час	Масса сырья,г		Экстрагируемое вещество, г Сборник 2
						До	После	
1	Т,К	330	318	312	3,0	448	430	8-жидкость желтого цветы
	Р,КПа	15	9,0	4,4				
2	Т,К	330	318	312	1,5	441	432	4-жидкость желтого цветы
	Р,КПа	10	8,0	5,0				
3	Т,К	293	296,2	306,0	1,5	480	466	2,5-жидкость желтого цветы
	Р,КПа	6,0	6,2	6,0				
4	Т,К	330	318	300	3,5	476	442	8-жидкость желтого цветы
	Р,КПа	9,0	7,0	5,0				

Результаты опытов с листьями мяты представлены в таблице 5. В данном случае максимальный выход жидкости зеленоватого цвета наблюдался при Т=315 К и Р=4 КПа (вариант 1).

Экстракцию листьев шелковицы также проводили в 4-х режимах. Максимальный выход жидкости светло–желтого цвета наблюдается в сборнике №2 при Т=306 К и Р=6,0 КПа.

Таблица 5 – Результаты опытов с листьями мяты

№	Параметры процесса	экстрактор	Сборник 1	Сборник 2	Время экстракции и мин	Масса До		Экстрагируемое вещество, г сборник 2
						До	после	
1	Т,К	330	320	315	180	440	436	8-жидкость зеленоватого цветы
	Р,КПа	15,0	10,0	4,0				
2	Т,К	330	320	315	160	428	424	4-жидкость зеленого цветы
	Р,КПа	10,0	8,0	6,0				
3	Т,К	293	298	308	120	496	490	2-жидкость зеленого цветы
	Р,КПа	6,5	6,5	6,5				
4	Т,К	330	320	310	200	490	470	2-жидкость зеленого цветы
	Р,КПа	10,0	8,0	6,0				

Таблица 6 – Результаты опытов с листьями шелковицы

№	Параметры процесса	экстрактор	Сборник 1	Сборник 2	Время экстракции и час	Масса сырья, г		Экстрагируемое вещество, г Сборник 2
						До	после	
1	Т,К	330	318	312	140	702	758	5-жидкость желтого цвета
	Р,КПа	15	9,0	4,4				
2	Т,К	330	318	312	120	690	682	5-жидкость светложелтого цвета
	Р,КПа	10	8,0	5,0				
3	Т,К	293	296	306	180	678	666	8-жидкость светложелтого цвета
	Р,КПа	6,0	6,2	6,0				
4	Т,К	330	318	300	160	650	660	2-жидкость желтоватого цвета
	Р,КПа	9,0	7,0	5,0				

В таблице 7 сведены результаты опытов с корнями солодки. Здесь в разных вариантах цвета жидкостей варьировании от желто-зеленого до желто-коричневого, а максимальный выход имел место 2-х вариантах – 1, 2 – режима экстракции.

Таблица 7 – Результаты опытов с корнями солодки (лакрица)

№	Параметры процесса	экстрактор	Сборник 1	Сборник 2	Время экстракции и час	Масса сырья, г		Экстрагируемое вещество, г Сборник 2
						До	после	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Т,К	306	293	300	150	950	926	6-жидкость желтокоричневого цвета
	Р,КПа	16,0	9,6	5,5				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Т,К	300	294	300	180	926	908	6-жидкость желтокоричне вого цвета
	Р,КПа	19	10,8	5,5				
3	Т,К	310	298	300	120	998	980	3-жидкость желтозеленого цвета
	Р,КПа	21	12,8	5,8				
4	Т,К	303	295	302	90	998	990	2-жидкость желтозеленого цвета
	Р,КПа	21	11,8	5,8				
5	Т,К	303	290	300	90	926	912	2-жидкость желтозеленого цвета
	Р,КПа	19	10,6	5,6				
6	Т,К	305	295	304	90	890	880	1,5-жидкость желтозеленого цвета
	Р,КПа	21	10,2	5,6				

Анализ компонентного состава жидкостей является предметом дальнейшего изучения.

При извлечении в докритических условиях (300 К, 6,0 КПа) в сборнике выделено 4 г экстракта желто–зеленого цвета, который по внешнему виду отличается от масла, экстрагированного при сверхкритических условиях (табл.1)

Результаты опытов с молотыми семенами дыни представлены в табл.2. При давлении в экстракторе 7,5 КПа извлеченное вещество выделяется только в сборнике 2 и имеет 2 фазы: жидкую и твердую желто–коричного цвета.

В результате опытов влажность сырья уменьшилась на 2 %, т.е. из сырья было извлечено около 20 г воды, но в сборнике два было собрано всего 12 г жидкости. Измельчению сырья до размера 1–2 мм привело к росту количества экстрагируемого вещества почти в 1,5 раза. Влажность сырья после экстракции также уменьшилась почти на 2 %, по в сборнике жидкости было мало. Очевидно, что пары воды косятся в конденсатор.

Снижению давления в реакторе до 10 КПа и в сборнике 1 до 6 КПа приводит к выделению экстрагируемого вещества в сборнике 1 в виде жидкой фазы желтого цвета 2 г. и не жидкой фазы 3 г., состоящей примерно из равной степени составов двух ингредиентов – белого и зеленого цвета. В целом, максимальное количество твёрдого экстрагируемого вещества – 2 % от массы

сырья получено при температуре в экстракторе 308К и давлении 7,5 КПа. В процессе экстракции в докритических средах во втором сборнике не было жидкой фазы, в сборнике накоплялась одна желто-зеленая паста.

В процессе экстракции докритических средах CO_2 количество экстрагируемого материала уменьшилось почти два раза. При этом влажность сырья не изменялась, что свидетельствует о том, что в жидком CO_2 вода практически не растворяется.

По итогам технологического процесса олучения из измельченных семян дыни, тыквы и корней солодки, а также листьев мяты, шелковицы и цветков джиды свидетельствуют, что максимальный выход экстрагируемого вещества обеспечивается при сверхкритических параметрах углекислоты в экстракционном аппарате (310 К, 7,5 КПа). При получении жидким CO_2 (300 К и 6–8 КПа) экстрагируется до 2 % вещества желтоватого цвета, по виду не отличающееся от сверхкритического-экстракта.

Авторами создана лабораторная экспериментальная установка, позволяющая производить экстракцию экстрактов и биологически активных веществ и других ценных компонентов из растительного материала двуокисью углерода при до- и сверхкритических средах в широком диапазоне и предоставляет определение оптимальные параметры технологического процесса в экстракторе, и в сепараторах – сборниках извлекаемого ингредиента.

Для исследованных видов растительного сырья – семян дыни и тыквы, цветков джиды, листьев мяты и шелковицы, корней солодки – получены экспериментальные данные по экстракции с CO_2 в до и сверхкритических условиях в экстракторе (300–310 К, 6–7,5 КПа) и параметрах в сборнике (298–303 К, 5–6 КПа).

Список литературы:

1. Мухаммадиев Б.Т., Джураева Л.Р., Параметрический анализ CO_2 экстракции растительных ингредиентов, *Universum: химия и биология* Архив выпусков журнала «Химия и биология» 2020 № 2 (68).

2. Касьянов Г.И., Щербаков В.Г., Франков Е.П., Карпенко М.В. Получение CO_2 -экстракта из подсолнечной лузги. // Известия вузов. Пищевая технология. № 5–6. 2010.– С.113–114.

3. Касьянов Г.И. Новые пути использования диоксида углерода (в пищевой промышленности) // Теория и практика суб-и сверхкритической флюидной обработки сельскохозяйственного сырья. Краснодар. НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции-Краснодар, 2009–С.32–36.

4. Касьянов Г.И., Силянская С.М., Ольховатов Е.А. Экономико-математическое обоснование применимости процесса CO_2 -экстракции в условиях действующего предприятия // Современная наука и инновации. 2017. № 3 (19). С. 109–114.

4. Яралиева З.А., Ахмедов М.Э., Касьянов Г.И. Технология производства плодово-ягодных криопорошков. Краснодар: Экоинвест, 2018. – 155 с.

5. Вершинина О.Л., Назарько М.Д., Касьянов Г.И., Тагирова П.Р., Христюк В.Т. Использование вторичных ресурсов переработки винограда для обогащения пищевых продуктов // Известия вузов. Пищевая технология, № 1, 2015. – С.55–58.

6. Касьянов Г.И., Мякинникова Е.И., Сязин И.Е., Карикурубу Ж.Ф. Установка для сушка сельскохозяйственного сырья (сушка субтропического сырья, корнеплодов и рыбы) // Техника и технология пищевых производств, № 2, 2014. –С. 10–14.

7. Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Эффективная технология комплексной переработки томатов // Известия вузов. Пищевая технология. № 1, 2013. –С. 76–79.

8. Сагайдак Г.А., Касьянов Г.И. Математическое описание процесса CO_2 -экстракции (получение CO_2 -экстрактов из смесей сухих пряностей) // Теория и практика суб-и сверхкритической флюидной обработки сельскохозяйственного сырья / Краснодар. НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – Краснодар, 2009 – С 99–102.

9. Касьянов Г.И., Силинская С.М., Иночкина Е.В., Занин Д.Е. Препаративное CO₂-экстрагирование компонентов из растительного сырья // Известия вузов. Пищевая технология, № 1, 2016. – С. 42–46. 10. Касьянов Г.И. Техника и технология использования диоксида углерода в суб- и сверхкритическом // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014, №1. С.130–135.

10. Мухаммадиев Б.Т., Гафуров К.Х., Мирзаева Ш.У., Perspectives of extraction with CO₂, Развитие науки и технологий, №4, Бухара, 2015.

11. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х. Применение сжиженного углекислого газа как растворителя для получения экстрактов из растительного сырья: (Монография) – Бухара: Изд-во – Бухара, 2017. С.117.

12. Зилфикаров И.Н., Челомбытько А.М., Алиев А.М. Обработка лекарственного растительного сырья сжиженными газами и сверхкритическими флюидами. Монография / Пятигорск, 2007.

13. Гафуров К.Х., Артыков А.А., Мухаммадиев Б.Т., Мирзаева Ш.У. Получение ингредиентов из местного растительного сырья CO₂ – экстракцией.: (Монография) – Бухара: Изд-во – Бухара, 2014.

14. Мухаммадиев Б.Т., Гафуров К. Х, Мирзаева Ш.У. Методология оптимизации сверхкритической CO₂ экстракции ресвератрола из ягод шелковицы, Бутлеровские сообщения, №3, том 49. 2017., г. Казань, Республика Татарстан, Россия.

15. Мухаммадиев Б.Т., Гафуров К.Х, Мирзаева Ш.У. Сверхкритическая [СК]–CO₂ экстракция глицирризиновой кислоты из лакричных корней, Бутлеровские сообщения, №1, том 49. 2017., г. Казань, Республика Татарстан.

16. Varivoda A.A., Kenijz N.V., Zaitseva T.N., Kulikov D.A., Ginzburg N.A. Analysis and features of methods for low-calorie dessert sauce production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 012157 DOI:10.1088/1755–1315/613/1/012157.

17. Варивода А. А., Особенности технологии производства сухих продуктов из растительного и животного сырья, Министерство сельского

хозяйства Российской Федерации, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – Краснодар : КубГАУ, 2021, Библиогр.: с. 133–135.

18. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V., Lyubimova L.V., Usatkov S.V., Shantyz A.Kh., Miroshnichenko P.V., Prediction model of microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the processing by extremely low frequency electromagnetic fields/ //BIO Web Conf.Volume 17, 2020. International Scientific–Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”.

19. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V., Lyubimova L.V., Usatkov S.V., Shantyz A.Kh., Miroshnichenko P.V, A model for predicting microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the use of chitosan.//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 422, Issue 1, 10 January 2020.

20. М. Ю.Тамова, Е. В. Барашкина, Р.А. Журавлев, Н.Р. Третьяква, А.Х. Шантыз, И.С. Коба, Детоксикационные свойства комбинированных пищевых волокон, полученных из вторичного сырья свеклосахарного производства, // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2019. – С. 107–110.

21. В.А. Антипов, А.Х.Шантыз, Е.В.Громыко, А.В.Егунова, С.А.Манукало, Йод в ветеринарии / Монография. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 306 с.

УДК 664.8.

МАССОПЕРЕНОС ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ CO_2 ЧЕРЕЗ ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Х. Ф. Джураев д.т.н. профессор, Ш. У. Мирзаева к.т.н., доцент

(Бухарский инженерно-технологический институт, Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан)

***Аннотация:** Разработана упрощенная математическая модель экстракции растительных ингредиентов сверхкритической CO_2 . Она сводится к двум системам гиперболических уравнений, относящихся к основным характеристикам процесса, а именно, 1) концентрации масла в флюиде в микроскопических каналах зернистого слоя частиц и 2) выделение начального запаса масла из частиц.*

***Ключевые слова:** сверхкритическая экстракция, масличные культуры, математическая модель, гиперболические уравнения, флюиды, мицелла, микрофибриллы, макрофибриллы, диффузия, полидиспертность.*

На современном этапе осуществления экономических реформ в Узбекистане особый приоритет отдается модернизации производства [1]. При этом большое значение имеет анализ, моделирование, расчет и выбор оптимальных систем.

В результате осуществления мер по рационализации издержек производства, внедрению энергосберегающих технологий обеспечено снижение себестоимости производимой продукции в среднем на 11,2 %, а энергоемкости ВВП – на 15,3 %.

Несмотря на нестабильность конъюнктуры мирового рынка, обеспечен рост объемов экспорта на 10,9 % и получено положительное сальдо

внешнеторгового оборота в размере 1,3 млрд. долларов США. Свыше 72 % всего объема экспорта приходилось на несырьевые товары.

Подводя итог сделанному за истекшие года, сегодня есть все основания сказать – нами осуществлена огромная по масштабам и глубине работа по обновлению и реформированию страны, достижению стабильных и устойчивых темпов роста и макроэкономической сбалансированности экономики. Несмотря на продолжающийся мировой финансово-экономический кризис, в отчетном году валовой внутренний продукт вырос на 8 процентов, объем производства промышленной продукции – на 8 процентов, продукции сельского хозяйства – почти на 7, строительно-монтажных работ – почти на 18 процентов. Согласно рейтингу авторитетного Всемирного экономического форума Узбекистан, входит в пятерку стран с самой быстро развивающейся экономикой в мире. Узбекистан стал одной из 14 стран, получивших награды за достижение Целей развития тысячелетия в области обеспечения продовольственной безопасности государствами-членами Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) [1].

Растительные материалы, которые подвергаются экстракции состоят из капиллярно-пористых систем, которые составляют их ткани. Ткани слагаются из сотен клеток, являющихся основными функциональными единицами высших растений. Между клетками разных по специализации тканей наблюдается существенное различие. Такое различие позволяет, пользуясь морфологическими признаками, устанавливать специализацию тканей. Специализация основной ткани обуславливает развитие в них внутриклеточных структур, обеспечивающих синтез запасных веществ клетки, в том числе липидов (масла). Специфической особенностью растительной клетки является наличие у неё оболочки, неспособной пропускать твердые частицы и из окружающей среды в клетку питательные вещества могут попасть в клетку только в растворенном виде. Под оболочкой клетки расположена цитоплазма, в неё погружены ядро клетки и другие органеллы различного строения и функций.

Форму клетки определяет клеточная оболочка, она придает клеткам и тканям растений механическую прочность, защищает цитоплазматическую мембрану от разрушения под влиянием гидростатического давления, развиваемого внутри клетки. В состав клеточной оболочки входят клетчатка, гемицеллюлоза, целлюлоза, пектиновые вещества, липиды и белки. Они выделяются из цитоплазмы и претерпевают превращения на поверхности плазмалеммы. Остов клеточной оболочки составляют переплетенные микро- и макрофибриллы целлюлозы. Молекулы целлюлозы объединены в микрофибриллу, микрофибриллы объединены в макрофибриллу. Макрофибриллы, мицеллы и микрофибриллы соединены в пучки водородными связями, что в конечном итоге образует зернистые слои растительных материалов.

Целью данного исследования является создание и рассмотрение математических моделей массопереноса при фильтрации сверхкритической CO_2 через зернистый слой обрабатываемого растительного материала. Этот процесс, т.е. фильтрация через зернистый слой растительного материала, представляет собой довольно – таки сложный многофакторный процесс, осуществление которого как в лабораторных, так и в промышленных масштабах требует значительных временных затрат. Математические модели дают возможность выбора наиболее оптимальных условий (ресурсо- и энергосбережение) ведения процесса для достижения поставленных целей [4-6].

Рассмотрение подходов к математическому описанию взаимодействий потоков сверхкритических флюидов (СКФ) с зернистыми слоями растительных материалов и измерению фазовых равновесий экстрагируемых целевых ингредиентов в чистых и модифицированных СКФ и выбор методов анализа обнаруживает два основных подхода (7) к описанию диффузионного и конвективного массопереноса при фильтрации флюида через зернистый слой клеточных структур: модели «разрушенных ячеек» ВИС и «служащего ядра» SC. По-видимому, модель SC является лучшей, т.к. содержит один свободный параметр – диффузионное сопротивление межклеточных каналов, тогда как в модели ВИС таких параметров 2 или 3, в зависимости от ее модификации.

Следует отметить, что до сих пор не проведен критериальный анализ этих моделей, нет детального параметрического анализа процессов экстракции, не учитывается полидисперсность сырья, не оптимизированы процессы массопереноса через слой обрабатываемого растительного материала в отношении качества получаемого ингредиента. Нет четких алгоритмов промышленных экстракционных технологий, основанных на результаты лабораторных опытов.

Рассмотрим математическую модель массопереноса на примере молотых семян арбуза. В процессе экстракции масло, содержащееся в косточках, растворяется в СКФ, диффундирует по межклеточным каналам к границам частиц зернистого слоя, отсюда уносится фильтрационным потокам СК-СО₂.

Согласно модели SC в частицах зернистого слоя выделяются две зоны: в ядре масло из растительных клеток ещё не начало вырабатываться, а межклеточные каналы заполнены СК СО₂ с равновесной концентрацией растворенного масла θ_z ; в зоне истощения масло из ячеек полностью выработано, а концентрация в межклеточных каналах изменяется от θ_z на подвижной границе $z=f(t)$ до меньшего значения θ_α при $z=\alpha$. Перепад концентраций $\theta_z - \theta_\alpha$ является движущей силой диффузионного переноса масла по межклеточным каналам от ядра к поверхности частицы. Доказано (8), что диффузионное сопротивление области истощения много больше сопротивления диффузионного пограничного слоя, возникающего во внутриводном пространстве на границе частицы и процесс диффузии в истощенной зоне, можно считать квазистационарным. Это позволяет отождествлять величины θ_α и C выразить через разность концентраций $\theta_z - C$ скорость движения R фронта истощения и диффузионный поток q, кг/м² с единицы поверхности частицы во внутриводное пространство

$$-(a - R)R \frac{\partial R}{\partial t} = \frac{\varepsilon D a}{(\theta)_0} (\theta_z - C) \quad (1)$$

$$q = \frac{\varepsilon D R}{(a - R)a} (\theta_z - C) \quad (2)$$

где ε – объемная доля межклеточных каналов внутри частицы,

D – коэффициент молекулярной диффузии,

α – радиус частицы, м.

Проведением критериального анализа процесса экстракции было показано, что в типичных ситуациях емкостными и дисперсионными эффектами во внутривещном пространстве можно пренебречь в сравнении с емкостью частиц засыпки и конвективным переносом. Следовательно, уравнение для концентрации с раствора масла в СКФ при его фильтрации через зернистый слой выглядит так:

$$v \frac{\partial C}{\partial Z} = 3 \frac{1-e}{a} q \quad (3)$$

Величина $(1-e) \alpha^{-1}$ представляет собой площадь поверхности частиц засыпки в единице объема пористого слоя. Уравнения (1) и (3) совместно дадут систему уравнений для определения неизвестных функций $C(Z,t)$ и $R(Z,t)$

$$-R(a - R) \frac{\partial R}{\partial t} = \frac{\varepsilon D a}{(\theta)_0} (\theta_z - C) \quad (4)$$

$$v \frac{\partial R}{\partial t} = 3 \frac{\varepsilon D (1-e) E}{a^2 (a-R)} (\theta_z - C) \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) представляют собой результирующую формулировку модели экстракции масла из монодисперсного зернистого слоя. Переход с сохранением прежних обозначений к безразмерным переменным C, R, t, Z за счет нормировки их на $\theta_z, a, t_{sc}, Z_{sc}$ соответственно.

$Z_{sc} \frac{va^2}{3\varepsilon(1-e)}, t_{sc} = \frac{a^2(\theta)_0}{\varepsilon D \theta_z}$, позволяет получить следующего задачу для нахождения C, R

$$-R(1 - R) \frac{\partial R}{\partial t} = 1 - C, R(\theta, Z) = 1 \quad (6)$$

$$(1 - R) \frac{\partial C}{\partial Z} = R(1 - C), C(t, 0) = 0 \quad (7)$$

Задача допускает аналитическое решение, которое можно использовать для расчета динамики экстракции масла в зернистом слое заданной высоты H . Отношение добытого к моменту времени t масла к его начальным запасам определяется универсальной зависимостью $Y(\tau, \bar{H})$,

$$\gamma = \frac{y}{\rho}, \quad \tau = \frac{vt}{\rho H}, \quad \bar{H} = \frac{3H(1-e)}{la^2v} \varepsilon D, \quad (8)$$

здесь $y(t)$, кг/м³ – масса извлеченного масла за время t , отнесенная к объему зернистого слоя; $\rho = (\theta)_0(1 - e)(1 - \varepsilon)$ – масса масла в единице объема зернистого слоя до начала процесса.

До сих пор мы рассматривали монодисперсный зернистый слой, состоящий из сферических частиц одного размера. Следующим шагом в моделировании процессов СК экстракции реального растительного сырья (например, косточки арбуза) является учет полидисперсности зернистого слоя. Для этого необходимо иметь данные о распределении частиц слоя по размерам. Она задается с помощью плотности $f(a)$ объемного распределения частиц, так что величина $f(a) da$ представляет собой отношение суммарного объема частиц с размерами в диапазоне $a - (a+da)$, к суммарному объему всех частиц.

Очевидно, что глубина проработки частиц зависит в данном случае не только от времени и пространственной координаты, как для монодисперсного слоя, но и от размера, a данной частицы, $R=R(t, Z, a)$. В то же время концентрация масла $C=C(t, Z)$ в фильтрационном потоке остается функцией только t и Z . Уравнение (4), описывающее продвижение границы истощения, очевидно сохраняет свой вид и в случае полидисперсного слоя. Здесь необходимо учитывать уже не одно, а семейство уравнений, зависящих от a , как от параметра. Для нахождения общего потока масла во внутриворонное пространство необходимо просуммировать потоки от каждой из частиц. Тогда уравнение (3) для концентрации примет вид

$$v \frac{\partial C}{\partial Z} = (1 - e)\varepsilon D(\theta_2 - C) \int_0^{\infty} \frac{R}{a-R} f(a) \frac{da}{a^2} \quad (9)$$

Таким образом, для нахождения функций $R(t, Z, a)$ и $C(t, Z)$ имеется параметрическое семейство уравнений (4) и дифференциально – интегральное уравнение (9).

Выяснено, что для зернистого слоя с явно выраженной полидисперсностью, процесс СКЭ имеет двухстадийный характер, присущий модели BIG. Следовательно, учет полидисперсности в модели SC позволяет объяснить резкую смену темпа извлечения без привлечения дополнительных

гипотез, лежащих в основе модели ВІG. Для подтверждения адекватности полидисперсной модели была проведена серия лабораторных опытов по извлечению масла из молотых косточек арбуза для различных распределений частиц по размерам. Наблюдалось во всех случаях удовлетворительное совпадение опытных и теоретических кривых темпа выхода масла [9,10-16]. Эти экспериментальные данные будут обсуждаться в дальнейших публикациях.

Список литературы:

1. <https://www.gazeta.uz/ru/2017/02/07/strategy/>
2. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х., Шомуродов Т.Р. Перспективы применения сверхкритичной флюидной экстракции в пищевой промышленности Узбекистана // научно-технический журнал «Химия и химическая технология», 2013, №3. - С.65-69.
3. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х. Применение сжиженного углекислого газа как растворителя для получения экстрактов из растительного сырья: (Монография) - Бухара: Изд-во - Бухара, 2014. - С.117.
4. Р.Н.Максудов, А.Г.Егоров, А.Н.Мазо и др. Математическая модель экстрагирования семян масличных культур сверхкритическим CO₂. Сверхкритич. флюиды: Теория и практика, 2008, № 2, С. 20.
5. Р.Н.Максудов. Автореферат док. дисс.: Казань, КТУ, 2012.
6. Касьянов Г.И. Новые пути использования диоксида углерода (в пищевой промышленности) // Теория и практика суб-и сверхкритической флюидной обработки сельскохозяйственного сырья. Краснодар. НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции-Краснодар, 2009-С.32-36.
7. Касьянов Г.И., Щербаков В.Г., Франков Е.П., Карпенко М.В. Получение CO₂-экстракта из подсолнечной лузги. // Известия вузов. Пищевая технология. № 5-6. 2010.- С.113-114.
8. Касьянов Г.И., Силинская С.М., Ольховатов Е.А. Экономико-математическое обоснование применимости процесса CO₂-экстракции в условиях действующего предприятия // Современная наука и инновации. 2017. № 3 (19). С. 109-114.
9. Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Эффективная технология комплексной переработки томатов // Известия вузов. Пищевая технология. № 1, 2013. - С.76-79.

10. Сагайдак Г.А., Касьянов Г.И. Математическое описание процесса СО₂-экстракции (получение СО₂-экстрактов из смесей сухих пряностей) // Теория и практика суб-и сверхкритической флюидной обработки сельскохозяйственного сырья / Краснодар. НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции -Краснодар, 2009-С 99-102.

11. Varivoda A.A., Kenijz N.V., Zaitseva T.N., Kulikov D.A., Ginzburg N.A. Analysis and features of methods for low-calorie dessert sauce production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 012157 DOI:10.1088/1755-1315/613/1/012157.

12. Варивода А. А., Особенности технологии производства сухих продуктов из растительного и животного сырья, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – Краснодар : КубГАУ, 2021, Библиогр.: с. 133-135.

13. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V., Lyubimova L.V., Usatkov S.V., Shantyz A.Kh., Miroshnichenko P.V., Prediction model of microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the processing by extremely low frequency electromagnetic fields/ //BIO Web Conf.Volume 17, 2020. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”.

14. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V. Lyubimova L.V. Usatkov S.V.Shantyz A.Kh., Miroshnichenko P.V, A model for predicting microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the use of chitosan.//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 422, Issue 1, 10 January 2020.

15. М. Ю.Тамова, Е. В. Барашкина, Р.А. Журавлев, Н.Р. Третьяквa, А.Х. Шантыз, И.С. Коба, Детоксикационные свойства комбинированных пищевых волокон, полученных из вторичного сырья свеклосахарного производства, // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2019. – С. 107-110.

16. В.А.Антипов, А.Х.Шантыз, Е.В.Громыко, А.В.Егунова, С.А.Манукало, Йод в ветеринарии //Монография. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 306 с.

PHYSICAL, BIOCHEMICAL AND CHEMICAL PROCESSES INVOLVED IN THE STORAGE OF FRUITS AND VEGETABLES

**M. D. Dilliyeva Master's student, Sh. U. Mirzayeva Associate Professor of
Technical Sciences**

(Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan)

***Annotation.** Today, due to the constant growth of the world's population, meeting their needs for food, vegetable-police, livestock, fish and poultry products is becoming a priority task. It requires increasing the production and processing of these products to fill the domestic market, offer them to consumers, and export a certain part of them.*

***Key words:** Physical processes, hydrophilicity of colloids, temperature, fruits, vegetables.*

Depending on the nature of the changes, the processes occurring during storage are physical, chemical, biochemical, biological and mixed or combined.

1. Physical processes - lead to changes in the physical properties of the product: temperature, density, color, shape, consistency, thermal conductivity, radioactivity, etc.

2. Chemical – processes that lead to various changes of individual chemical substances that make up food products (caramelization of sugar, acid hydrolysis of substances) or between individual chemically active substances in this product or in the atmosphere around it.

3. Biochemical – biological catalysts in the composition – under the influence of externally introduced enzymes or enzyme preparations, cause changes in the chemical components of products.

Types of biochemical processes: respiration, glycolysis, autolysis, etc.

4. Microbiological processes – various biochemical processes in food products, in which the product is formed as a result of the activity of enzymes in microorganisms that accidentally enter the product (rotting, fermentation, mold) (use of microorganisms in the production of lactic acid products, wines and other products).

Physical processes.

The main physical processes that occur when fruits and vegetables are stored are moisture evaporation, heat generation, and temperature changes. The physical process of water evaporation depends on the degree of hydrophilicity of colloids, the anatomical structure and condition of antigenic tissues (thickness and density of the skin, the presence of a wax coating), the degree of damage to nature and atmospheric humidity, air speed, storage speed, ripening, packaging, duration and other characteristics depends. It depends on the methods of storage of fruits and vegetables and other factors, including the intensity of aerobic respiration that produces water.

The moisture release of fruits and vegetables varies during different storage periods; Active evaporation of water is usually observed at the beginning of storage (post-harvest ripening period), decreases during the average period, and increases again at the end of storage as the new growing season approaches. Over-ripening of fruits is accompanied by an increase in moisture, because with the age of colloids, their hydrophilicity decreases. Low humidity and high air temperature increase water evaporation. But, in most cases, in practice, drying of fruits and vegetables is observed, especially with low humidity and increased air.

Storage of many fruits and vegetables in freezers and other equipment at low temperatures close to 0 °C reduces the intensity of intracellular metabolic processes, slows down the processes of ripening and decay, reduces the consumption of reserve substances for respiration, as well as the activity of microorganisms. But the decrease in temperature cannot be arbitrary, because at certain low temperatures, fresh fruits and vegetables freeze and may die. The temperature of the refrigerator should be close to the freezing point of the fruit and vegetable tissues. The freezing point of most fruits and vegetables depends mainly on their dry matter and ranges from – 1 to – 2,5 °C.

So, the average freezing temperature is:

- Potatoes – 1,2 °C;
- White cabbage – 1,6 °C;
- Carrots and beets – 1,6 °C;
- Onion turnips – 1,78 °C;
- Apple – 2 °C;
- Grape – 3,8 °C;
- Cherry – 3,5 °C.

The process of freezing fruits and vegetables placed in an environment with a negative temperature (below 0 °C) has some general trends. Initially, the temperature in fruits and vegetables drops below freezing, but for some time ice crystals have not yet formed. What happens is called hypothermia. At the same time, the water of the cell solution freezes.

When water falls on ice, latent heat is released and the temperature of the tissue immediately rises, reaches a certain highest point (usually – 8 °C), it holds for some time and then decreases again starts The highest point to which the subcooling temperature rises is called the freezing temperature. It seems that it is impossible to prevent freezing of fresh fruits and vegetables during storage, which leads to the destruction of the tissue structure of the products and, as a result, to the limitation of their use.

Physical and physicochemical processes.

Physical and physico-chemical processes occur in products under the influence of temperature, humidity, gas content, light, and mechanical stress.

Types of physical and physico-chemical processes are water and gas vapor sorption and desorption processes, sugar and salt crystallization, protein and colloid aging, compression of bulk liquids, product deformation and breaking of integrity processes.

The sorption process is the process of absorbing moisture, which can occur during storage of salt, sugar, flour, cookies, crackers, wafers, etc.

Desorption – This is the process of drying the product, reducing its weight and deterioration. This process is characteristic of fruits and vegetables and bread.

In the process of storing fruits and vegetables, it is important to know their physical properties and to use these properties on a scientific basis. The physical properties of fruits and vegetables are of great importance in their collection, transportation and storage.

Factors that affect goods during storage are temperature, humidity and air content, room ventilation and lighting, goods packaging [1].

Air temperature has a great influence on the development of microorganisms and pests, the activity of enzymes and the speed of chemical reactions. An increase in temperature by 10 °C increases enzymatic reactions by 1,3–5 times, and chemical reactions even more. Most food products are stored at low temperatures, which have a harmful effect on many microorganisms, pests and minimize enzymatic and chemical processes.

Temperature conditions for products. For long-term storage of products, the temperature should not exceed 10 °C, for perishable products, it should not be higher than 0 °C and from 6 to 72 hours.

Relative humidity is the percentage of the ratio of the actual partial pressure of water vapor in the atmosphere to its maximum partial pressure at that temperature. Relative humidity is zero in absolutely dry air, and 100 % in saturated air.

Storage characteristics of goods: For the storage of goods with high humidity, the relative humidity should be 80–95 %.

Products with low humidity, as well as products with oxidation (fats), should be stored at 65–75 % relative humidity.

Loss of food during storage.

There are quantitative losses of goods in the process of storage, transportation and sale, which are divided into standardized and activated. Normalized losses include natural mass generated in the process of preparing goods for sale and pre-sale waste.

Natural decline is a decrease in food products caused by the manifestation of their natural characteristics; occurs under normal storage and transportation conditions when using the recommended containers and packaging materials. Natural losses do not include losses related to packaging damage, transportation and storage conditions.

The main causes of natural loss are compression, breaking (scattering), leakage, crushing, etc. It is formed due to the natural decrease in the mass of the product, as well as the biochemical processes of respiration of fruits and vegetables, etc. The actual amount of natural loss is determined on the basis of inventory sheets after removing the remaining goods. Natural loss rates are revised from time to time due to changes in the use, transportation and storage conditions of new types of containers. During the preparation of food products for sale, normal pre-sale losses are formed. The physical properties of fruits and vegetables include their water evaporation, transpiration, thermal properties, mechanical hardness, spillability, porosity, etc. [1].

In the process of storage, the products evaporate a lot of water, sweat and as a result wither. The amount of evaporation depends on the type, variety, morphological structure and chemical composition of the fruit.

If the temperature of the air is high, the humidity is low, and its movement in the warehouse is fast, the rate of evaporation is also high. Small fruits lose water faster than large fruits.

The rate of evaporation also depends on the amount of water in the fruit. If the fruit is watered before picking, the picked fruit will be watery, and at the beginning of the storage period, the contained water will quickly evaporate and wither. Often, a bitter pit is formed in them, and the seeds of grain fruits crack. Fruits that did not drink water for a long time before picking quickly evaporate water and wither during storage.

Evaporation also depends on the distribution of water in the fruit. For example, in a pear, most of the water is located between the cells, so it evaporates water quickly.

During the first days of storage, fruits evaporate water very quickly, thereby getting rid of free water contained in fruits. Then the evaporation decreases, and as the fruit ripens, the evaporation increases.

To preserve fruits and vegetables, they are frozen artificially – in refrigerators and naturally with the help of ventilation - outside air. Freezing of fruits and vegetables takes place from $-0,5$ to -3 °C. The freezing temperature of fruits depends on the amount of water they contain.

The faster the fruits are cooled, the development of harmful microorganisms and biochemical processes slow down, as a result, the shelf life of the product increases and the shelf life decreases. In freezing, the water in fruits and vegetables freezes for different periods of time. Free water, i.e. water between the cells, freezes first, and then the water inside the cells. Fruits in small containers and stored in bulk usually freeze quickly [2-5].

Fruits often die as a result of severe freezing, dehydration of cells, irreversible coagulation of proteins and plasma and other colloidal substances. Mechanically damaged fruits increase their death from frost.

The thermal properties of fruits and vegetables are also important in their preservation. They are characterized by poor heat and temperature transfer. For this reason and because of their large porosity, they cool down and heat up very slowly.

Due to the poor heat and temperature conductivity of fruits and vegetables, a spontaneous heating process occurs in warehouses, and as a result, part of the stored product is lost.

The temperature and humidity of the air in warehouses depends on the speed of their heat release during the storage of fruits and vegetables. The heat release property of fruits and vegetables depends on the rate of respiration, which is calculated based on the amount of carbon dioxide released [6-12].

Because fruits and vegetables contain a lot of water, their heat capacity is high. Usually, when calculating the heat capacity of fruits and vegetables, the amount of water in it is taken into account.

Knowing the heat capacity of fruits and vegetables and the amount of heat released from it, it is possible to calculate how much the temperature of the product in the warehouse has increased. For example, in a warehouse where potatoes are stored, the heat release is equal to 570 kJ/kg per day at 15 °C. The heat capacity is 850 kJ/kg if there is 85 % water in the pot. In this case, the temperature increase in the pile of potatoes is $570:850=0,67$ °C per day.

By determining the increase in temperature of fruits and vegetables, we can
When placing fruits and vegetables in warehouses, their mechanical ripeness is the main indicator.

The mechanical ripeness of fruits and vegetables means their relative resistance when exposed to one sm^2 and is measured in kg/sm^2 . The relative resistance of fruits and vegetables depends on a number of their properties, structure ripeness, hardness, weight and size. For example, the specific resistance of potatoes is from 17 to 25 kg/sm^2 .

Air exchange between products during storage depends on their porosity. The amount of voids in 1 m^3 pile of fruits and vegetables is called their porosity. Porosity is usually 30 to 50 percent.

The size of the gaps between the products is also of great importance in air exchange between the piles. For example, the porosity of potatoes and wheat is the same, that is, about 40 %. But the exchange of air between the pile of potatoes is much easier than that of wheat [5].

Porosity of fruits and vegetables depends on their size. For example, the porosity of beets is 50–55 %, that of carrots is 51–53 %, and that of potatoes is 37–55 %.

Thus, we considered a number of physical properties of fruits and vegetables. Their sum constitutes the thermal and physical system of the product. In this case, an increase in air temperature and moisture of the product is observed. Therefore, the main task in the storage of the product is to take all necessary measures to prevent it from overheating and sweating. Artificial cooling of warehouses, active ventilation and storage of products in containers are important in this regard.

List of literature:

1. Gudkovskiy V.A. Progressive fruit storage technologies / V.A. Gudkovskiy, A.A. Klad', L.V. Kojina, A.E. Balakirev, YU.B. Nazarov // Achievements of science and technology in the agro-industrial complex, 2009. – №2. – S. 66-68.

2. Sh.U. Mirzaeva. Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root using CO_2 . International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Volume 6, Issue 4, April 2019, India, - P. 8939-8946.

3. K. Gafurov, B. Muhamadiev, Sh.U. Mirzaeva, Production ingredients from plant raw materials by CO₂ extraction, Lambert Academic Publishing, Монография, 2018. - P. 70-93.

4. K. Gafurov, B. Muhammadiev, Sh. Mirzaeva, F. Kuldosheva. Obtaining extracts from plant raw materials using carbon dioxide. // Food science and technology, scientific and production magazine Odessa, Volume 14 № 1 (2020), P. 47-53. (Web of Science).

5. Kh.F. DJuraev, K.Kh. Gafurov, B.T. Muhammadiev, J. Zhumaev, Sh.U. Mirzaeva, The influence of technological parameters on the process of CO₂-extraction of biologically active substances from licorice root. // The American journal of applied science, Volume 2, 2020. P. 273-286.

6. С.Б. Хусид, А.И. Петенко, И.С. Жолобова, Г.В. Фисенко, Изучение динамики каротина в плодах тыквы различных сортов в процессе хранения, Труды Кубанского государственного аграрного университета №36, 2012, С - 151-153.

7. Varivoda A.A., Kenijz N.V., Zaitseva T.N., Kulikov D.A., Ginzburg N.A. Analysis and features of methods for low-calorie dessert sauce production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 012157 DOI:10.1088/1755-1315/613/1/012157.

8. Варивода А. А., Особенности технологии производства сухих продуктов из растительного и животного сырья, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – Краснодар : КубГАУ, 2021, Библиогр.: с. 133-135.

9. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V., Lyubimova L.V., Usatkov S.V., Shantyz A.Kh., Miroshnichenko P.V., Prediction model of microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the processing by extremely low frequency electromagnetic fields/ //BIO Web Conf.Volume 17, 2020. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”.

10. Bugaets N.A., Tereshchenko I.V., Lyubimova L.V., Usatkov S.V., ShantyzA.Kh., Mirosnichenko P.V, A model for predicting microbiological and organoleptic indicators of salads during storage with the use of chitosan. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 422, Issue 1, 10 January 2020.

11. М. Ю. Тамова, Е. В. Барашкина, Р.А. Журавлев, Н.Р. Третьяква, А.Х. Шантыз, И.С. Коба, Детоксикационные свойства комбинированных пищевых волокон, полученных из вторичного сырья свеклосахарного производства, // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2019. – С. 107-110.

12. В.А. Антипов, А.Х. Шантыз, Е.В. Громыко, А.В. Егунова, С.А. Манукало, Йод в ветеринарии // Монография. Краснодар: КубГАУ, 2011. – 306 с.

**PROCESSES AND METHODS OF DRYING AND PROCESSING FRUITS
AND VEGETABLES**

**Sh. Sh. Xudoyberdiyev Master's student, Sh.U. Mirzayeva Associate Professor
of Technical Sciences**

(Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan)

***Annotation.** The article critically analyzes the processes and methods of drying fruits and vegetables. The results of experimental studies on the drying of fruits and vegetables are given. Technological regulations for obtaining dry products and their powders from fruits, melons and vegetables are proposed.*

***Key words:** mechanical processes, drying fruit and vegetable, equipment and technology.*

When processing fruits and vegetables in the canning and vegetable drying industries, mechanical and heat and mass transfer processes are mainly used. Mechanical processes, such as grinding of raw materials, are made to give a certain shape and to intensify subsequent processes (evaporation, pressing, drying, etc.). Heat treatment is used to increase the cellular permeability of raw materials, inactivation of enzymes, hydrolysis of protopectins, removal of air from plant tissue. When drying fruit and vegetable raw materials under the influence of heat and mass transfer processes, very complex processes are observed in the structure of the raw materials. Fruits and vegetables contain carbohydrates, proteins, fats and other enzymes. Therefore, a complex complex of biochemical processes takes place in it, the course of which has a significant impact on the quality of processed products. [1, 2]. B. L. Flamenbaum has proposed a method of contacting with a low-frequency electric current – electropasmolysis – in order to increase the yield of juice and the cellular permeability of fruits and vegetables. Despite some successes, the study of the

electrocontact method showed that in the frequency range used during heating, irreversible chemical changes occur in the product, which can lead to a deterioration in its quality, which can apparently only cause electrochemical polarization [3, 4]. Drying is not only the most complicated nonstationary process of heat and mass transfer, but also a technological process for non-waste processing of crops. A dried product, especially food, should have high quality indicators. The intensification of the drying process according to the principles of thermodynamics of irreversible processes can be achieved by increasing the driving force of the process and increasing the kinetic coefficients depending on the physicochemical properties of the processed material [5]. Drying of agricultural products in the areas of their germination is carried out mainly by the traditional air-solar method, and in processing enterprises by the convective method. Air-solar drying is one of the ways to save raw materials from spoilage without the expense of fuel, which is still used in many parts of the world with a hot and dry climate. Raw materials are dried in specially prepared areas located in places of their cultivation and equipped with awnings, sorting tables, boilers, fumigation cameras. The study of patent and scientific and technical information on the development of drying equipment in the Commonwealth of Independent States and abroad allowed us to identify the main trends in the development of equipment and technology for drying fruit and vegetable crops. In the field of solar drying - 8 increasing the efficiency of drying plants using solar energy through the use of concentrated solar radiation, the accumulation of solar energy, a heat pump. Existing dryers can be divided into dryers using accumulated solar energy, chamber, solar-radiation, combined solar dryers. Drying is carried out using solar energy at a concentration of solar radiation flux. One of the disadvantages of this type of dryer is the complexity of the hardware design of the method and the need to change the orientation of the solar energy concentrators during the day.

A feature of dryers with accumulating devices is that in the daytime the product is dried by solar energy and heated air, and in the evening and at night due to the accumulated heat [6,7]. Moreover, solid fillers (gravel, rocks, etc.) and substances with a phase transition are used as accumulators [8]. The combination of storage devices

and a heat pump ensures high efficiency of the drying process of fruits and vegetables in a solar dryer [9, 10]. Studies have also been conducted abroad, methods and devices have been developed for drying fruits and grapes using solar energy [11, 12]. These easy-to-use and economical dryers are supposed to be used directly in the zone of growing fruits and vegetables. It should be noted that currently the devices proposed and used abroad have not found wide practical application for drying fruits and vegetables grown in Uzbekistan. Another of the physical drying methods is artificial drying - convective drying. Convective drying is based on the transfer of heat to the dried product due to the energy of the heated drying agent (air or gas-vapor mixture). The specific energy consumption is from 1.6 to 2.5 kWh / kg. The temperature of the drying agent when drying products is 50...80 °C. The duration of the drying process of sliced apples at different specific loads is: for a tunnel dryer 18–25 hours [13], for a steam conveyor dryer – 6–7 hours. One of the main disadvantages of convective dryers is the high consumption of fuel and heat per unit of finished product. In this regard, further development of convection drying equipment and technology is carried out in the direction of intensifying the process by creating active hydrodynamic regimes, increasing its efficiency, improving the design of dryers, creating waste-free technology in the field of drying, as well as improving the quality of finished products [14]. The creation of active hydrodynamic regimes is possible through the use of drying in a vibro-boiling and fluidized bed. Studies conducted by Z.A. Kats, A.P. Rysin and E.A. Shevtsova showed that drying fruits in a vibrating boil reduces its duration by 2–3 times, compared with drying in a dense layer on steam conveyor dryers, and increases the specific load of the product by 5–7 times [15,16]. Another way to intensify the process is to optimize the movement of air in the drying apparatus [17]. Of the physical methods for preparing fruits for the drying process, it should be noted the contact (conductive) method of processing raw materials. When drying with high and ultrahigh frequency currents, the dipoles of the product molecules come into vibrational motion, the energy of electromagnetic waves goes into heat. This processing method is environmentally hazardous, it requires specialized personnel for maintenance and constant monitoring of microwave radiation background. In the field of infrared

radiation, there is a method of exposure to a selective emitter of the mid- and long-wave infrared range. It should be noted that an increase in the driving forces of the process at the entire stage of drying fruits and vegetables by increasing the potential of the drying agent is limited by their heat-resistant properties. Thus, intensive high-temperature drying of fruits leads to thermal destruction of biologically active substances and a deterioration in product quality [18–21]. Another way to intensify the drying process of plant material is to increase its moisture-permeable characteristics based on changes in physicochemical properties. This is achieved by using various methods of pre-treatment of fruits and vegetables, which can be divided into biochemical, chemical and physical. Biochemical methods involve the use of compositions that create microdefects in the shells of plant cells [22]. Of chemical methods, treatment with solutions of acids, alkalis, ammonium salts, essential oils, detergents, buffer solutions, surfactants, etc. [23] should be noted. Biochemical and chemical processing methods are used mainly to intensify the drying of whole stone fruits (plums) and grapes, which is achieved by removing wax coating and increasing the vapor permeability of the surface layer. Blanching with hot water or steam is used when preserving fruits and grapes [21]. When drying fruit and vegetable crops, it is desirable to prevent the oxidation of phenols, which contributes to the better preservation of P-vitamin activity, to prevent darkening of the material and increase the commodity value of the finished product. In addition to blanching, chemical treatment of fruits and vegetables with various antioxidants (sulfur dioxide, ascorbic acid, etc.), which suppress the activity of oxidative enzymes, is used to prevent the oxidation of polyphenols. According to the technological scheme of production of sulfited products, fruits are fumigated with sulfur dioxide before drying for 1.5–2 hours or immersed for 3–4 minutes in a solution of sulfur dioxide containing 0.2–0.3 % sulfur dioxide, and the residual content of CO₂ in the fruit before drying should be 0.06–0.08 % [18–23]. Sulfation gives the product an unpleasant taste, and the residual content in fruits above a certain norm has a general toxic effect on the human body [23]. Analyzing the above, it can be concluded that insufficient attention is currently being paid to the preparation of fruits for the drying process. The

intensification of the dehydration process can be achieved by increasing its kinetic characteristics based on the use of effective technology. The production of dried fruits, vegetables and fruits is one of the most economical ways of processing raw materials. Drying costs are more than 2–3 times lower than the costs of preserving 1 ton of fruit [21]. Currently, not all varieties of fruit and vegetable raw materials are processed, as the raw materials are heterogeneous in their chemical composition, in particular in sugar content. From raw materials with a low sugar content (8–12 %), the yield of finished products during drying is low, the taste of the finished product does not meet the requirements of the standard. Therefore, it is necessary to prepare such raw materials in order to bring the sugar level to the required values (13–18 %) [22]. Energy costs for the implementation of heat and mass transfer processes in the primary processing of raw materials and in food production account for 70 % of 12 the total energy expended. Waste heat is not used enough, and there is no use of solar energy using a pipe heat pump in production. Of particular importance is the widespread use the development of innovative techniques and technologies, such as well as preliminary preparation of raw materials by immersion in sugar syrup and preliminary infrared (IR) treatment before drying.

References:

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan # PP-4239 03/14/2019 "On measures for the development of agricultural cooperation in the fruit and vegetable industry". <http://lex.uz/docs/4242012>.
2. Sazhin B.S. Basics of drying technology. - M.: Chemistry, 1984. 5. Самсонов А.Н. Новое в ассортименте и производстве фруктовых консервов. -М.: Пищевая промышленность. 1976. - 136 с. Samsonov A.N. New in the assortment and production of canned fruit. - M.: Food industry. 1976. - 136 p.
3. Rogov I.A. Electrophysical methods of food processing. - M.: VO Agropromizdat, 1988.-272 p.
4. Rogov I.A., Gorbatov A.V. Physical methods of food processing. - M.: Food Industry. -1974, -582с.
5. Lykov A.V. Theory of Drying. - M.: Chemistry, -1988, 470 p.

6. Safarov A.F. Solar drying of grapes using a heat pump. - Abstract. diss. Cand. tech. sciences. -1984, -24 p.
7. Khusainov U.M. Drying fruits and grapes using stored solar energy. - M.: Light and food industry. - 1983, 39 p.
8. A dryer using solar energy. Application of Germany. No. 2701198. -1978.
9. Solar dryer. UK application. No. 2101284; 1983, No. 9. - Image. USSR and abroad. 1983. -No. 3.
10. Solar dryer. US patent. No. 4245398. – 1981, No. 9. - Inventions of the USSR and abroad, 1981, No. 3.
11. Manufacture of dried fruits and grapes. / PER. Katz, O.G. Komyakov, T.S. Zakharenko, R.P. Granovskaya. - Canning and vegetable drying industry. -1979, No. 11. p. 8-10.
12. Lebedev E.I. Complex use of raw materials in the food industry. -M.: Light and food industry, -1982, -237s.
13. Flaumenbaum B.L., Grishin M.A. Basics of food preservation, -M.: Agropromizdat, -1986, - 487 p.
14. Method for the production of dried food products: Application 93012800/13 Russia, MKI6 A23B7 / 02, F 263/30 / Katsel P.M., Kashin D.K., Kashin N.A., Rakhimov R.Kh. Claim March 1993. No. 93012800/13.
15. Sokol V.P. Improving the quality of vegetables and melons. -M.: Kolos, -1978.
16. Jafarov A.F. Commodity research of fruits and vegetables. –M.: Economics. -1985, -280 s.
17. Burin O., Berki F. Drying of fruits and vegetables. - M.: Food industry. 1978.- 279 p.
18. Technology for drying grapes in tunnel dryers. / A.A.Silich. D.A.Nikolaeva, V.A. Uraz, G.V. Shlyagun, L.P. Linda. M.F. Fazimov.-Canning and vegetable drying industry. - 1976, - No. 3. pp. 19- 22.

19. Khikmatov D.N. "Improvement of the process of combined drying of apricot" –Abstract of dissertation on a academic degree Candidate of Technical Science, Tashkent, 2011.

20. Sh.U. Mirzaeva. Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root using CO₂. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Volume 6, Issue 4, April 2019, India, - P. 8939-8946.

21. K. Gafurov, B. Muhamadiev, Sh.U. Mirzaeva, Production ingredients from plant raw materials by CO₂ extruction, Lambert Academic Publishing, Монография, 2018. - P. 70-93.

22. K. Gafurov, B. Muhammadiev, Sh. Mirzaeva, F. Kuldosheva. Obtaining extracts from plant raw materials using carbon dioxide. // Food science and technology, scientific and production magazine Odessa, Volume 14 № 1 (2020), P. 47-53. (Web of Science).

23. Kh.F. DJuraev, K.Kh. Gafurov, B.T. Muhammadiev, J. Jumaev, Sh.U. Mirzaeva, The influence of technological parameters on the process of CO₂-extraction of biologically active substances from licorice root. // The American journal of applied science, Volume 2, 2020. P. 273-286.

АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОГО РАФИНИРОВАНИЯ МАСЕЛ И ЖИРОВ	
С. Б. Бахтияров, Ш. У. Мирзаева, Н. Р. Джураева, М. Н. Хафизова.....	267
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЕМЯН КОНОПЛИ НА ИХ СРЕДНЮЮ УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РАЗРУШЕНИЯ	
В. В. Деревенко, В. В. Овсянников, М. А. Артуганов.....	275
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЕМЯН ЛЬНА НА ИХ ПРОЧНОСТЬ	
В. В. Деревенко, М. А. Артуганов, В. В. Овсянников.....	280
ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАНТОВ НА ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ ОХЛАЖДЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНАЛОГОВ МЯСА ТИПА «КОТЛЕТА»	
А. С. Тарасов, Е. Л. Киселева, И. Е. Перов, С. Н. Дрозд, В. А. Скобук, Е. В. Алексеенко	286
ВЛИЯНИЕ КАРРАГИНАНА НА ЗДОРОВЬЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
П. А. Шипилова, О. С. Восканян	293
ВЫЯВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА	
Н. З. Ходжиева, Ш. У. Мирзаева	298
ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖИРНЫХ МАСЕЛ ИЗ СЫРЬЯ БУТАН-УГЛЕКИСЛОТНОЙ СМЕСЬЮ	
Г. И. Касьянов, У. Н. Малофеева.....	308
ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В АБОРИГЕННОМ СОРТЕ ВИНОГРАДА КАЧИЧ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ	
К. И. Скорик, Н. Ю. Качаева, Л. И. Стрибижева	313
ИЗУЧЕНИЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ СЕМЯН ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОТЕИНОВЫХ ПРОДУКТОВ	
Г. Х. Мирзозода (Г. Х. Мирзоев), В. В. Деревенко, В. А. Ковалев.....	319
ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СЕМЯН РАПСА, КАК ОБЪЕКТА ПРОЦЕССА ОБРУШИВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ	
А. В. Диденко, В. В. Деревенко	325
ИННОВАЦИОННЫЕ ВНЕДРЕНИЯ В ЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ	
Е. А. Дорофеева, В. Е. Серова.....	334

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРАТОПЕКТИНА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	
Л. Г. Влащик, С. С. Ляшенко, А. В. Тарасенко	341
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КСАНТАНОВОЙ КАМЕДИ В ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ	
Т. Д. Паршкова	345
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	
М. Г. Киселев, И. В. Симакова.....	349
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ЗАВАРНЫХ ПИРОЖНЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ	
Н. Г. Иванова, А. С. Солнцева	355
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	
О. П. Храпко, С. А. Концедайло	360
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МАЙОНЕЗА НЕПРЕРЫВНЫМ СПОСОБОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	
В. Н. Андреев, В. В. Демичев.....	364
КЛЮКВА КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	
Е. В. Щербакова, Е. С. Шацкая.....	369
КОНЦЕПЦИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА БАЗЕ СМЕСИ СУХОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
Е. А. Ольховатов, В. О. Сымулов	374
ЛИОФИЛЬНАЯ СУШКА СУПОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ	
Е. В. Зубкова, Н. В. Кенийз	378
МАСЛО ИЗ СЕМЯН ЧИА, КАК ПРОДУКТ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	
А. Н. Остриков, А. В. Терёхина	381
МАССОПЕРЕНОС ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ CO ₂ ЧЕРЕЗ ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
Х. Ф. Джураев, Ш. У. Мирзаева.....	384
МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА МАСЛООБРАЗОВАНИЯ	
Ф. Х. Смольникова, Г. К. Наурзбаева, Н. Ж. Батырханова.....	392

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С НЕПЕРЕНОСИМОСТЬЮ ЛАКТОЗЫ, КАК НОВАЯ НИША НА РЫНКЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ А. А. Воропаева, Д. П. Панина, Н. А. Тарасенко	526
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МОЛОДОГО СВЕТЛОГО ПИВА, ПОЛУЧЕНОГО ПУТЕМ СБРАЖИВАНИЯ НИЗОВЫМИ И ВЕХОВЫМИ ДРОЖЖАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОТВАРОЧНОГО ЗАТИРАНИЯ К. А. Палагин, М. А. Назаренко, И. В. Оселедцева, Д. К. Ханин	533
СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЕЛ МЕТОДОМ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ С. Б. Бахтияров, М. Т. Ешмуратов, С. М. Хажиев	542
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ А. В. Алексеенко, О. И. Харланов, Э. Ю. Цуверкалов, С. А. Дручининмагистрант, Е. В. Алексеенко	548
ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ КРАХМАЛА: КЛЮЧЕВОЙ ЭТАП В ПРОИЗВОДСТВЕ МАЛЬТОДЕКСТРИНА Б. К. Тарабаев, А. Г. Толегенова	553
PHYSICAL, BIOCHEMICAL AND CHEMICAL PROCESSES INVOLVED IN THE STORAGE OF FRUITS AND VEGETABLES M. D. Dilliyeva, Sh. U. Mirzayeva	558
PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF GRAIN OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION F. A. Makhmudov, S. T. Azimova, M. B. Rebezov, Auyelbek Iztayev	567
PROCESSES AND METHODS OF DRYING AND PROCESSING FRUITS AND VEGETABLES Sh. Sh. Xudoyberdiyev, Sh.U. Mirzayeva	574