

- расход и величина давления воздуха, которым проводится фильтрация слоя, должны согласовываться с величиной гидравлического сопротивления продуваемого слоя, время фильтрации ограничивается допустимым уровнем охлаждения продукта во время продувки.

Установка должна реализовывать следующий принцип: минимальное снижение влаги в продукте в период ИЭМ воздействия и минимальное снижении температуры в период фильтрования.

В условиях коньячного производства прошли испытания экстрактора с электромагнитным интенсификатором. В различных режимах эксплуатации интенсивность массопереноса возрастала в десятки и тысячи раз. Результаты испытаний подтвердили предложенный механизм комбинированного процесса экстрагирования и перспективность технологии. Дегустаторы отметили положительные структурные изменения в продукте, в первую очередь ароматических компонентов.

На основе проведенных исследований сформулированы требования к низкотемпературному пастеризатору. В аппарате должны согласовываться гидродинамическая ситуация и характеристики микроволнового поля. Конструкция должна организовать движение продукта в виде микропенки и способствовать эффективному перемешиванию потока.

Возможны и другие принципиальные решения при реализации БДГ в условиях микроволнового либо высокочастотного электромагнитного поля.

Литература

1. Ефремов Г.И. Макрокинетика процессов переноса. – М.: МГТУ, 2001.-289 с.
2. Гришин М.А., Атаназевич В.И., Семенов Ю.Г. Установки для сушки пищевых продуктов: справочник // Агропромиздат- М., 1989.
3. Бурдо О.Г.Эволюция сушильных усановок – Одесса: Полиграф, 2010 – 368 с.
4. Бурдо О.Г.Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244 с.
5. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инженерно-физический журнал. Минск, т.78, № 1.-2005. - С. 88-93.
6. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе- вода».- Одесса, 2007.- 176 с.
7. Бурдо О.Г., Зиков А.В., Воскресенська О.В. Энергоекономні схеми екологічно безпечних зерносушарок // Зерно і хліб,2005, № 4-с. 18-19.
8. Терзієв В.Г., Бурдо О.Г.Моделювання комбінованих процесів при екстрагуванні в системі “спирт-деревина” Удосконалення існуючих та розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості.-Наук. праці Од. держ. акад. харчових техноло- гій.-Одеса:1999.-Вип.20.
9. Бурдо О.Г., Семков С.В. Совершенствование режимов микробиологической стабилизации вина //Наук. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2008. – Вип.32. – С.192 – 196.
10. Бурдо О.Г. Нанотехнологии. Флагманские, перспективные и фундаментальные проекты в АПК //Наук. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип.28, Т2. – с. 242-251.
11. Бурдо О.Г. Мікро – і нано-технології – новий напрямок в АПК/ Наукові праці. ОНАХТ.-2006. Вип. 29.- С. 3-9.

УДК 66.047

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОВЫХ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

Чайка А.И., к.т.н., с.н.с., ученый секретарь; Малецкая К.Д., д.т.н., вед.н.с.;
Матюшкин М.В., к.т.н., с.н.с.; Сильягина Н.Б., м.н.с.

Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, г.Киев

Представлены основные стадии обработки ягодного сырья методом дискретно-импульсного ввода энергии. 1-ая стадия – эффективная гидродинамическая обработка, которая предопределяет методы и технологии получения продукта в различных формах.

The basic stages of treatment of baccate raw material by the method of discrete-impulsive input of energy are presented. First stage – effective hydrodynamic treatment which predetermines methods and technologies of receipt of product in different forms.

Ключевые слова: дискретно-импульсный ввод энергии, диспергация, гомогенизация, ягодное сырьё, энергоресурсосбережение.

Важными источниками натуральных, полезных и оздоровительных веществ для человека являются ягоды, фрукты и овощи. В настоящее время во многих странах проводятся работы по получению этих продуктов в форме, которая предусматривает длительное хранение без существенных потерь биологически активных веществ, отвечающих за защитные свойства организма. Это не только высушенные ягоды в цельном виде, а также их кусочки различных размеров, но и продукты в виде паст, концентратов, порошков и гранул. Такие формы могут использоваться в комплексе с другими продуктами в качестве лечебно-профилактического питания или специальных биологически активных добавок. Так в ряде работ [1 – 4] рассматриваются различные технологии по переработке натурального растительного сырья.

В Украине наблюдается недостаток функциональных оздоровительных продуктов, но следует отметить, что при этом Украина располагает достаточно значительной сырьевой основой для создания таких продуктов. Тенденции традиционных технологий переработки ягод и получение продукции в виде паст и концентратов предопределяют достаточно жесткие температурные режимы переработки и значительную общую длительность. Это приводит к значительным потерям биологически активных веществ. Кроме того, для традиционных технологий характерным является наличие существенных отходов при переработке, которые зачастую никак не используются.

В настоящее время является актуальным создание новых эффективных технологий в Украине, предусматривающих минимизацию прежде всего термического воздействия на термолабильные компоненты при переработке продуктов. Кроме того, актуальным является решение проблемы использования всех составляющих растительного фруктово-ягодного сырья: растворимых и нерастворимых, содержащихся в них небольших семечек. Решение проблемы создания энергоэффективной безотходной переработки полноценного нефракционированного сырья в формы, которые способны сохранять длительное время практически без ухудшения своих первоначальных биохимических характеристик, предоставит возможность потреблять новые виды продуктов на основе, например, ягодного сырья длительное время, поддерживая иммунитет и здоровье людей.

Одним из ценных растительных продуктов являются плоды черники, которые содержат по массе до 18 % дубильных веществ и до 7 % органических кислот (яблочной, янтарной, хининовой, бензойной, молочной). Кроме этого, плоды черники содержат сахара (фруктоза, лактоза), витамин С, витамины группы В, пектиновые вещества, макро- и микроэлементы, Р- активные вещества (катехины и антоцианы), а также, флаваноиды. В семенах ягод черники обнаружено до 31 % жирного масла и до 18 % белка по массе [5].

Установлено, что за счет комплекса биологически активных веществ такая ягода как черника обладает разнообразными лечебными и профилактическими свойствами. Черника — сильный антиоксидант. Как следует из [6] по антиоксидантной активности черника занимает шестое место после таких ягод как чёрная смородина, чёрная вишня, боярышник, черноплодная рябина и калина. За счет активности витамина А черника эффективно нейтрализует действие свободных радикалов. Основным активным компонентом ягод черники являются антоцианы (вещества, придающие плодам фиолетовый цвет), которые проникают и накапливаются в тканях глаз и способствуют регенерации светочувствительности пигмента сетчатки (радопсину). Витамины группы В необходимы для поддержания нормального внутриклеточного метаболизма ткани глаза и уменьшения усталости глаз. Активные вещества черники улучшают пластичность клеточных мембран и помогают увеличить прилив крови к сетчатке глаза.

В Институте технической теплофизики НАН Украины в течение последних лет разрабатываются новые интенсивные технологии на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии в гетерогенные системы. Теоретические основы этого метода представлены в целом ряде публикаций [7 – 10]. Лабораторные исследования и опытно-промышленные результаты освоения новых технологий освещены в работах [11 – 13].

Метод ДИВЭ реализует принципиально иной подход к интенсификации тепломассообменных и гидромеханических процессов в дисперсных средах.

Один из способов инициирования широкого спектра механизмов ДИВЭ возможен при использовании роторно-импульсных аппаратов [9, 10]. В этих аппаратах применяется принцип внезапного торможения или ускорения потока жидкости, что обеспечивает резкие перепады давления в рабочем объеме жидкости и создание условий кавитации. В аппаратах, разработанных в Институте технической теплофизики используются различные конструктивные решения. Основными элементами роторно-импульсных устройств могут быть неподвижный статор с большим числом отверстий малого размера и вращающийся относительно него ротор с аналогичными отверстиями. При совмещении отверстий статора и ротора поток жидкости с большой скоростью перемещается по каналу и внезапно тормозится при перекрытии отверстий. Таким образом жидкость внутри аппарата совершает пульсирующее движение и каждый её элемент подвергается попеременному воздействию сжатия и растяжения. Скорость вращения ротора регулирует частоту и амплитуду импульсов давления, что позволяет управлять уровнем интенсификации.

Несмотря на то, что промежуток времени между соседними импульсами может составлять сотые доли секунды, за этот короткий интервал успевают полностью реализоваться микромасштабные кавитационные процессы с сопутствующими эффектами ударных волн и кумулятивных струй. Конструктивное выполнение рабочих узлов роторно-импульсных аппаратов также может быть различным: ротор и статор могут быть изготовлены в виде плоских дисков, либо в виде цилиндрических поверхностей и т.п., отверстия могут быть круглыми, квадратными либо щелевыми. Однако принцип инициирования механизмов ДИВЭ в этих устройствах и методика расчёта таких аппаратов являются идентичными. Эти устройства предназначены для получения тонкодисперсных эмульсий и производства гомогенизированных смесей.

Кроме того, в ИТТФ НАН Украины разрабатываются принципиально новые аппараты с активным гидродинамическим режимом – это аппараты с периодически быстроизменяющимся объемом (пульсационные аппараты ДИВЭ). Такие аппараты являются ещё одним способом инициирования широкого спектра механизмов ДИВЭ [8]. Повышение интенсивности теплообмена в такого рода аппаратах обусловлено возникновением в них при резких изменениях объема рабочего органа нестационарной гидродинамической обстановки, при этом в системе возникают высокочастотные колебания, отличные от колебаний вызываемых изменением объема жидкости, причем эти колебания не поглощаются сплошной средой, а диссипируются у межфазной поверхности, вызывая длительную интенсификацию теплообмена. Ещё одним фактором вызывающим интенсификацию межфазного переноса является возникновение больших относительных скоростей между дисперсной и сплошной фазами. Таким образом, основное отличие пространственно-временной структуры потока при импульсном вводе энергии от структуры потока при традиционных способах ее ведения (турбулизации) является образование вблизи поверхности раздела фаз концентрированных зон диссипации энергии, превышающих диссипацию энергии при обычных способах ведения процесса на несколько порядков. Вследствие этого в пограничье развиваются такие мощные факторы, интенсифицирующие перенос тепла и массы, как ударные волны и кавитационные явления. Все это приводит к повышению интенсификации теплообмена на 1-3 порядка. Аппараты с быстроизменяющимся объемом могут отличаться конструкцией и целевым назначением. Вместе с тем характеризуются общим достоинством – высокой удельной производительностью на единицу энергозатрат, низкой металлоемкостью и сравнительно простой конструкцией.

Используя преимущества вышеописанных аппаратов ДИВЭ по сравнению с существующими, была разработана технологическая схема переработки ягодного сырья, которая включает следующие основные этапы:

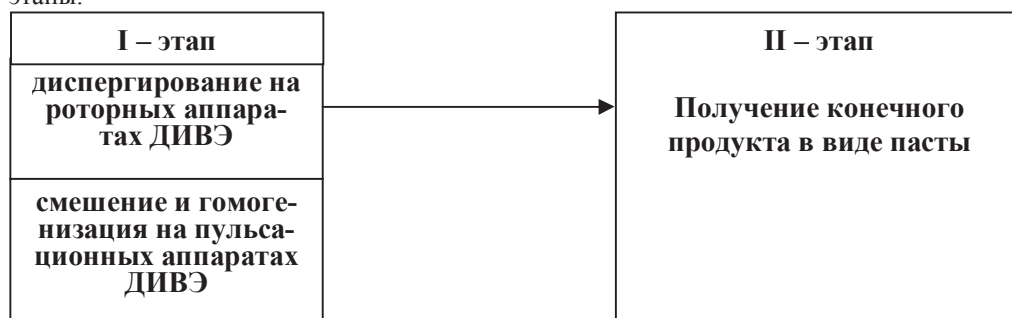


Рис. 1 – Блок-схема ДИВЭ-технологии получения паст из ягодного сырья

1-ый этап – активная гидродинамическая обработка. 2-ой этап – получение пастообразного продукта. Первый этап предусматривает безотходную технологию переработки таких ягод как черника, чёрная смородина, малина, клубника и др., косточки которых могут быть измельчены до заданной степени дисперсности, которая обеспечивает получение гомогенизированной суспензии. На этом этапе в зависимости от функционального назначения получаемого продукта может быть использовано:

- одноступенчатая обработка на цилиндрическом роторном аппарате;
- двухстадийная обработка на цилиндрическом и дисковом роторных аппаратах с целью повышения степени дисперсности нерастворимых фракций;
- двухстадийная обработка на роторных аппаратах и пульсационном аппарате ДИВЭ с целью смешения и гомогенизации с другими пищевыми натуральными продуктами для получения более обогащённых пищевых композиционных продуктов.

Нами проведён комплекс экспериментальных исследований по переработке черники. На 1-ом этапе гидродинамической обработки использовалось следующее оборудование:

Цилиндрический роторный аппарат с рабочим зазором между ротором и статором 0,3 мм, частотой вращения ротора 3000 об/мин, установленной мощностью двигателя 3 кВт.

Дисковый роторный аппарат с рабочим зазором между ротором и статором 0,15 мм, частотой вращения ротора 12000 об/мин, установленной мощностью двигателя 3 кВт.

На цилиндрическом роторном аппарате продукт обрабатывали в течение шести циклов, каждый цикл составлял 10 с. На дисковом роторном аппарате продукт обрабатывали в течение трёх циклов, каждый цикл составлял 30 с. Для каждого из аппаратов после каждого цикла отбиралась проба, для которой определялась динамическая вязкость, температура, pH, размер частиц нерастворимых фракций.

Следует отметить, что для всех проб pH оставался неизменным и составил 3,1. Начальная температура цельной черники перед обработкой составила 20 °С.

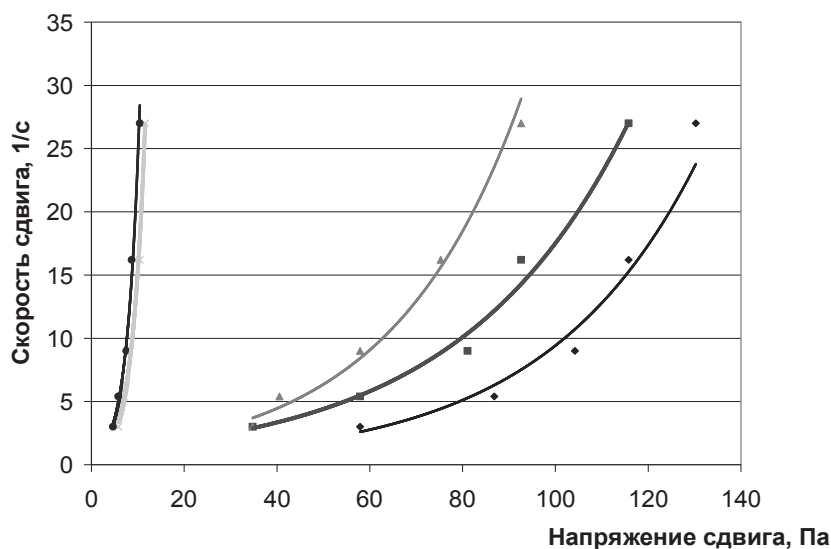
В соответствии с представленной схемой были проведены исследования обработки ягод черники по первому этапу на роторно-пульсационных аппаратах цилиндрического и плоского типов. Результаты экспериментов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Тип роторного аппарата	Время обработки, мин	Удельные энергозатраты, кВт·ч/м ³	Температура продукта на выходе, °С	Средний размер частиц продукта, мкм	Динамическая вязкость продукта, Па·с
Цилиндрический	1	12,5	25	не более 300	7,5
Дисковый	1,5	18,75	30	не более 150	1,5

Как видно из таблицы, дисперсии, полученные после роторных аппаратов при одинаковых начальных характеристиках подаваемого сырья (цельная ягода шарообразной формы диаметром 3-5 мм с температурой 20 °С) отличаются как температурой на выходе, так и средним размером частиц и динамической вязкостью.

По результатам экспериментов были построены кривые зависимости скорости сдвига черничной суспензии от напряжения сдвига. Кривые представлены на рисунке 2.



Обработка на цилиндрическом роторном аппарате: ◆ - 10 с обработки, ■ - 30 с, ▲ - 60 с.

Обработка на дисковом роторном аппарате: x - 30 с обработки, ● - 90 с обработки.

Рис. 2 – Зависимость скорости сдвига потока черничной суспензии от напряжения сдвига.

Как видно из рисунка, все кривые при экстраполяции выходят из начала координат, а значит все черничные суспензии не являются неньютоновскими жидкостями. Кривые, полученные после обработки на дисковом роторном аппарате, представляют собой практически прямые линии, а значит такие черничные суспензии можно считать newтоновскими жидкостями, а суспензии, полученные после цилиндрического роторного аппарата, можно к жидкоподобным.

Выводы

Продукт, полученный после обработки на цилиндрическом роторном аппарате отличается более низкой температурой, большим размером частиц и большей динамической вязкостью, что обуславливает его низкую текучесть. Поэтому далее он может быть смешан с консервирующими добавками и гомогенизирован на пульсационном аппарате ДИВЭ без повышения температуры, после чего на втором этапе обработки подан на дальнейшее обезвоживание (концентрирование), и затем, на пастообразование.

Продукт же, полученный после дискового роторного аппарата, может быть подан:

- на обезвоживание с последующим получением из него пюре;
- на осветление с последующим получением сока;
- на смешение с консервантом с последующим получением сиропа;
- на распылительную сушку с последующим получением порошковой формы.

При этом, на втором этапе, в зависимости от функциональности применения готового продукта, процесс обезвоживания может осуществляться различными методами:

- 1) методом распылительной сушки как наиболее перспективным для получения самой высокой биологической активности в порошковой форме (время термического воздействия – не более 5 – 10 минут);
- 2) методом вакуумного концентрирования до такого содержания сухих веществ, которое позволит обеспечить сохранность физико-химических характеристик в пастообразной форме на срок не менее 0,5 года;
- 3) методом получения гранулированной формы продукта, предусматривающим дополнительное смешение со структурирующими компонентами полученной жидкой системы с последующим процессом гранулирования и сушки при наиболее щадящих температурных режимах.

Литература

1. Погарская В.В., Черевко А.И., Павлюк Р.Ю., Макаренко О.Г., Коробец Н.В., Максимрва Н.Ф. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов (Новое в технологии консервирования): Монография/ Харьк. гос. ун-т пит. и торговли. – Харьков, 2007. – 262 с.
2. Черевко А.И., Павлюк Р.Ю., Погарская В.В. Новые технология витаминизированного пастообразного фитоконцентрата из каратиносодержащего и лекарственного сырья профилактического действия//Сб. науч. трудов «Новые технологии пищевых производств и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания». – Харьков: ХГАТОП, 1995. – С.180-183.
3. Вторушина А.Н., Короткова Е.И., Аврамчик О.А. Биологически активные вещества – источник антиоксидантов в пище // Международная научно-практическая конференция «Биотехнология. Вода и пищевые продукты». – Материалы международной научно-практической конференции (Москва, 11-13 марта, 2008 г.) М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Менделеева, 2008 – С.178.
4. Цыбикова Г.Ц., Будко В.П., Аюшева О.Г., Козлова Т.С., Маркова И.К., Зайганова Ч.А., Марзаева М.Х. Новые функциональные продукты питания // Международная научно-практическая конференция «Биотехнология. Вода и пищевые продукты». – Материалы международной научно-практической конференции (Москва, 11-13 марта, 2008 г.) М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Менделеева, 2008 – С.192.
5. Дудченко Л.Г., Кривенко В.В. Пищевые растения – целители. – 2-е изд., доп. и перераб. – Киев: Наук. думка, 1988. – 272 с.
6. Яшин А.Я., Черноусов Н.И. Определение содержания антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах / Пищевая промышленность. 2007, №5, С. 28 - 30
7. Долинский А.А., Басок Б.И. Роторно-импульсный аппарат. Сообщения 1,2,3 // Пром. теплотехника. – 1998. - №6. – С.7-10; 1999. – №1. – С. 35; 1999. – №2,3. – С. 3-5.
8. Иваницкий Г.К., Корчинский А.А., Матюшкин М.В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа//Проблемы промышленной теплотехники, Киев, 2003, №1, с.29-34.
9. Долинский А.А. Использование механизмов ДИВЭ при роторно-пульсационной обработке гетерогенных сред /А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий, А.Н. Ободович // Пром.теплотехника. – 2008. – Т. 30, №4. – С.38-46.
10. Басок Б.И. Энергосберегающая безотходная технология гомогенизации плодовоовощного и цитрусового сырья / Б.И. Басок, И.А. Пирожено, А.Н. Ободович, А.Р. Коба // Пром.теплотехника. – 2003. – Т. 25, №4. – С.90-93.
11. Малецкая К.Д., Турчина Т.Я., Заритовская А.Г., Переяславцева Е.А. Новые теплотехнологические аспекты получения методом распылительной сушки порошков из растительного сырья // Вторая

- Межд.науч.-практ.конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2005». Труды конф. Т.2. - Москва: Издательство ВИМ, 2005. - С.51-54.
12. Патент України № 3180 / Способ получения натуральных фруктовых и/или овощных порошков / Долинский А.А., Малецкая К.Д., Басок Б.И., Ободович А.Н., Коба А.Р., Заритовская А.Г., Турчина Т.Я.
 13. Патент України №6901 / Спосіб виробництва натурального абрикосово-морквяного порошку / Долинский А.А., Басок Б.И., Грабов Л.М., Малецкая К.Д., Ободович А.М., Заритовская А.Г., Переяславцева О.О., Турчина Т.Я.

УДК 664:8

КОМПЛЕКСНА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ПЕРЕРОБКА МОРКВИ З ОТРИМАННЯМ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Бандуренко Г.М. канд. техн. наук, доцент; Левківська Т.М. аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Безусов А.Т. д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено дослідження з можливістю комплексної переробки моркви та одержанням продуктів і харчових добавок, з високим вмістом біологічно активних речовин

A study of the possibility of complex processing of carrot and receiving products and food additives with a high content of biologically active substances

Ключові слова: морква, комплексна переробка, харчові добавки, β -каротин.

За останні роки життя багатьох українців зазнало істотних змін. Постійні стреси, недосипання, нервове напруження, негативний вплив побутової хімії та електризованого довкілля позначається на сьогоденному житті багатьох людей як нервові виснаження, зниження імунітету та харчові алергії. У боротьбі з цими негативними факторами значна частина населення прагне здорового способу життя та повноцінного «здорового» харчування, яке передбачає, перш за все, натуральну їжу. Як показують соціальні дослідження, попит споживача за останні роки зумовлений не ціною, а наявністю в харчових продуктах натуральних інгредієнтів. Часто брак достовірної інформації та антиреклама харчових добавок все більше й більше відлякує його від продуктів харчування, на етикетці яких містяться позначки з індексом Е. І часто на те є серйозні причини – не всі харчові добавки при їх щоденному або частому вживанні вважаються інертними, а звичка щоденно вживати солодощі, чіпси, кетчупи чи дешеві напої переважає над здоровим глуздом.

З іншої сторони, сучасні технології харчових продуктів, які масово направлені на інтенсифікацію, здешевлення та переробку нестандартної сировини, не можуть повністю обійтись без технологічних харчових добавок, які покликані спростити й прискорити технологічний процес, або продовжити термін зберігання готового продукту. Тобто потреба в харчових добавках з різною направленістю дії залишається гострою. Тому актуальною лишається проблема натуральних харчових добавок, які могли б бути функціональними і при можливості, ще й збагачувати харчові продукти біологічно активними речовинами (БАР).

Проблемою отримання таких харчових добавок є збереження специфічних речовин вихідної сировини, які часто є нестійкими [1]. Але, за певних наукових підходів цю проблему можна вирішити.

Серед об'єктів досліджень було вибрано технологію переробки моркви, а предметом досліджень — коренеплоди моркви, як дешеvu вітчизняну сировину з відносно стійким хімічним складом. Відомості про моркву свідчать про те, що вона є цінним харчовим продуктом, так як містить великий комплекс БАР, перш за все каротиноїди і β -каротин [2].

Метою роботи було розробити нові технологічні рішення для більш повного використання корисних властивостей моркви та розробити нову ресурсозберігаючу технологію її комплексної переробки. Для експериментальних досліджень, після порівняння хімічного складу та технологічних властивостей, був обраний сорт моркви Шантане 2461.

Аналіз відомих технологій переробки моркви дав можливість виявити їх «слабкі» місця, які безумовно позначаються на якості отриманих продуктів. Так, критичними точками в переробці моркви є окислення барвних речовин та БАР при подрібненні, пресуванні та сушінні. Вирішальну роль у цьому віді-