

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Бурдо А.К., канд. техн. наук, доцент  
Одесская национальная академия пищевых технологий

*Растительное сырье содержит биологически-активные вещества, которые отвечают за различные жизненно-необходимые процессы в организме. В связи с постоянным увеличением темпа жизни, нехваткой времени актуальным является разработка продуктов, которые сокращают время на первичную обработку сырья и его подготовку к использованию в приготовлении блюд. Особое место в современной жизни уделяется энергоэффективности технологии. Использование в работе СВЧ-обработки позволяет интенсифицировать процесс экстракции растительного сырья.*

*Vegetable materials comprising biologically active substances which are responsible for various zhiz-edly-essential processes in the body. Due to the constant increase in the pace of life, lack of time is the actual development of products that reduce the time for the primary processing of raw material and preparing it for use in cooking. A special place in modern life is given energoefficiency technology. Using the microwave processing allows to intensify the process extraction of vegetable raw materials.*

Ключевые слова: биологически-активные вещества, экстракт, СВЧ-энергия, криоконцентрирование.

С давних времен известны полезные свойства лука репчатого, петрушки, чеснока. В состав лука, зелени петрушки, чеснока входят биологически активные вещества, эфирные масла, ароматические вещества, витамины. Эти биологически активные вещества положительно влияют на состояние организма человека, а также на вкус и аромат блюд.

Лук репчатый богат такими аминокислотами, как аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин. Их содержание достигает 500 мг на 100 г сырых веществ [1]. Эфирные масла лука репчатого обладают бактерицидным, дезинфицирующим свойствами, возбуждают у человека аппетит.

В 100 г молодых зеленых побегов петрушки содержится примерно две суточные нормы витамина С. Петрушка богата витаминами А, В1, В2, фолиевой кислотой, а также солями калия, магния, железа, содержит ферменты [2], а также инулин, который регулирует обмен глюкозы в крови. В петрушке большое количество хлорофилла и каротина, по этому показателю она не уступает моркови. Пигмент хлорофилл участвует в окислительных реакциях. Он оказывает благоприятное действие при анемии, способствует восстановлению кровотока и обновляет ткани организма. Все эти замечательные свойства петрушки позволили включать ее в состав многих биологически активных добавок. Достаточно съесть всего 50 г зелени петрушки, чтобы получить суточную норму аскорбиновой кислоты для взрослого человека.

По химическому составу чеснок значительно отличается от лука. Его луковицы содержат значительно меньше воды. Среди других овощных культур чеснок выделяется также очень высоким содержанием белковых веществ и углеводов. Простыми сахарами он беден, но очень богат сложными углеводами, которые при расщеплении распадаются на фруктозу и глюкозу. Это также характерно только для чеснока.

Среди овощных культур чеснок выделяется наличием значительных концентраций никотиновой кислоты и витамина В6. В чесноке содержатся флавоноиды, которые расслабляют спазмы сосудов, снижают кровяное давление и способствуют выведению холестерина. Минеральный состав луковиц характерен наличием значительных количеств калия, кальция, натрия, магния и фосфора. Среди всех овощей чеснок выделяется наиболее высоким содержанием железа, марганца и цинка. Как и в луке репчатом, в чесноке содержится большое количество фитонцидов. Все эти данные свидетельствуют о значительной лечебной и питательной ценности.

Лук в больших объемах используется при приготовлении супов, вторых блюд. Это улучшает вкусовые качества блюд. Также при приготовлении супов, вторых блюд добавляют как зелень петрушки, так и корень для получения приятного аромата. Петрушка, лук репчатый, чеснок содержат огромное количество ароматических веществ, которые оказывают возбуждающее влияние на аппетит, секрецию пищеварительных соков.

Как известно, пряные овощи, зелень употребляются обычно в свежем виде. Этим объясняются сезонность их применения, а также большие затраты времени на их обработку. Например, лук репчатый, чеснок, петрушку нужно не только тщательно промыть, очистить от кожуры, шелухи, поврежденных и недоброкачественных частей, но и не менее тщательно и часто особым способом измельчить, что требует навыков, кухонного инвентаря, времени. Немалое значение имеет и тот факт, что после работы с луком и чесноком

нужно тратить время на мытье рук и кухонного инвентаря. Часто это мешает одновременному приготовлению в том же цехе других блюд. Наличие же экстрактов из петрушки, лука репчатого и чеснока, которые можно хранить в герметично закрытой посуде, позволяет использовать лук, чеснок и петрушку мгновенно, в нужный момент, без подготовительных операций и в любых пропорциях и количествах, и при этом устраняются все указанные неудобства.

Внедрение экстрактов из лука репчатого, петрушки и чеснока в производство общепита будет экономить время поваров на обработку сырья, уменьшать трудоемкость производства.

На процесс экстракции влияют такие параметры как температура нагрева, продолжительность нагрева, температура проведения экстракции, степень измельчения сырья, гидромодуль. Опытным путем были определены оптимальные параметры процесса экстракции для получения высококачественного продукта. Также были сравнены на качество извлечения при СВЧ-обработке и обычном нагреве.

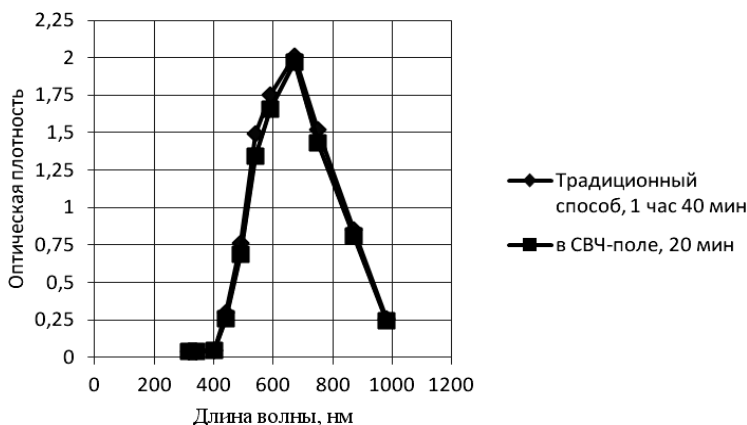
Опытным путем было определено, что при обычном нагреве процесс экстрагирования завершается через 1 час 40 минут при  $t = 70^\circ\text{C}$ . Большое влияние на процесс экстрагирования имеет температура нагрева экстракта. Повышение температуры экстрагента способствует увеличению выхода сухих веществ. Однако при очень высокой температуре происходит разрушение клеток биологически активных веществ. Опытным путем было определено, что оптимальной температурой процесса экстрагирования является  $70^\circ\text{C}$ . При такой температуре отмечается максимальное содержание экстрактивных веществ в полученных продуктах.

Измельчение сырья способствует увеличению поверхности контакта фаз, тем самым способствует улучшению процесса экстрагирования. Вместе с тем с ростом степени измельчения уменьшается пористость слоя частиц, осложняется разделение жидкой и твердой фаз после завершения экстракции. Поэтому чрезмерно высокая дисперсность материала может привести к уменьшению скорости процесса и ухудшение технико-экономических показателей [3].

Сырье измельчали до разных размеров частиц: кашеобразная масса, мелкая нарезка (2-3 мм), средняя (4-5 мм) и крупная (более 5 мм). Было отмечено, что для трех видов сырья наиболее оптимальной для экстракции степенью измельчения является мелкая нарезка с размером частиц 2-3 мм.

Важным показателем, который влияет на переход сухих веществ в экстрагент, является гидромодуль. Со-отношение массы твердых частиц к массе экстрагента оказывает существенное влияние на скорость процесса и полноту извлечения экстрагирующих веществ. Так как разница концентраций является движущей силой диффузионного процесса, было исследовано влияние гидромодуля на выход экстрактивных веществ при постоянной температуре  $70^\circ\text{C}$ . Для определения эффективного показателя гидромодуля были взяты следующие значения как 1: 2, 1: 3, 1: 4, 1: 5, 1: 6. Было определено, что для экстрактов из лука репчатого и чеснока оптимальным значением гидромодуля является 1: 4, а для экстракта петрушки – 1: 5.

Особой задачей исследований было определение эффективности использования в процессе экстракции



**Рис. 1 – Показатели оптической плотности СВЧ-экстракта из лука репчатого и экстракта лука репчатого, полученного традиционным способом**

Исходя из полученных значений оптической плотности, были построены спектральные кривые.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что при использовании СВЧ-энергии в процессе экстрагирования, время проведения экстракции сокращается в 5 раз. Это существенно снижает энергетические затраты и приводит к повышению эффективности процесса. Преимуществом СВЧ-нагрева является

СВЧ-излучения. К положительным характеристикам микроволнового нагрева по сравнению с традиционными способами обработки продуктов можно отнести высокую скорость процесса, небольшое время выхода на режим, однородное прогревание материала, высокий к.п.д. процесса, высокое бактерицидное действие микроволновой энергии, отсутствие снижения пищевой ценности продукции, сохранение биологически активных веществ.

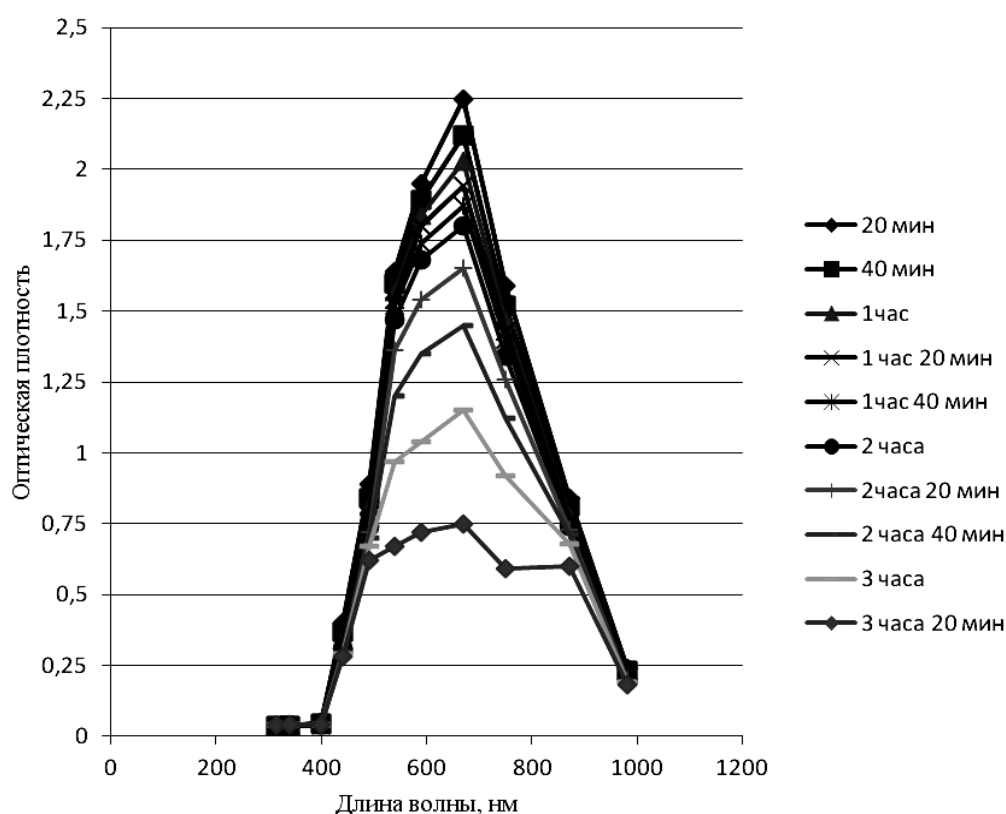
Для сравнения эффективности СВЧ-нагрева и обычного нагрева на процесс экстрагирования определяли показатели оптической плотности для экстракта, полученного по традиционной технологии через 1 час 40 минут и СВЧ-экстракта через 20 минут.

равномерный нагрев сырья, меньше продолжительность процесса экстракции, улучшение качества экстракта [4].

С целью сохранения качественных показателей полученного продукта, сокращения транспортных затрат и уменьшения площадей, используемых для хранения, был исследован процесс криоконцентрирования СВЧ-экстракта из петрушки. В процессе блочного вымораживания пищевая система делится на блок льда и раствор. Процесс направленной кристаллизации обеспечивает плотную упаковку кристаллов льда в блоке. Переход экстракта из одной фазы в другую осуществляется в соответствии с теорией пограничного диффузионного слоя и включает следующие этапы: диффузию молекул воды из экстракта к границе раздела фаз, кристаллизацию молекул воды и внедрение их в кристаллическую решетку блока льда.

После замораживания части экстракта (вода), остается концентрат. В процессе разделения на границе раздела фаз «концентрат-лед» проявляется молекулярная диффузия и происходит изменение концентрации вещества. При этом концентрация неводных компонентов в порах блока льда значительно выше концентрации неводных компонентов в концентрате.

Движущей силой теоретического процесса разделения растительных экстрактов методом блочного вымораживания разность концентраций между максимальной концентрацией экстракта и текущей концентрацией раствора [5].



**Рис. 2 – Показатели оптической плотности криоконцентрированного СВЧ-экстракта из петрушки (1 степень)**

Из рисунка 2 видно, что наиболее концентрированными являются первые стоки. В них наибольшее содержание экстрактивных веществ.

**Таблица 1 – Показатели массовой доли сухих веществ в СВЧ-экстрактах до криоконцентрирования**

| Продолжительность процесса, мин | Лук репчатый, % | Петрушка, % | Чеснок, % |
|---------------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| 20                              | 5               | 4,5         | 5         |

**Таблица 2 – Показатели массовой доли сухих веществ в криоконцентрате из петрушки (1 ступень)**

| Продукт | %   | Продукт | %   |
|---------|-----|---------|-----|
| 1 сток  | 10  | 6 сток  | 2   |
| 2 сток  | 7   | 7 сток  | 1,5 |
| 3 сток  | 5   | 8 сток  | 1   |
| 4 сток  | 3,5 | 9 сток  | 0,5 |
| 5 сток  | 2,5 | 10 сток | 0   |

Так как обычно процесс криоконцентрирования многоступенчатый, предложено проводить криоконцентрирование в 3 ступени.

**Таблица 3 – Показатели массовой доли сухих веществ в криоконцентрированном экстракте из петрушки (3 ступень)**

| Продукт | %  | Продукт | %   |
|---------|----|---------|-----|
| 1 сток  | 18 | 6 сток  | 3,5 |
| 2 сток  | 14 | 7 сток  | 2   |
| 3 сток  | 10 | 8 сток  | 1   |
| 4 сток  | 7  | 9 сток  | 0,5 |
| 5 сток  | 5  | 10 сток | 0   |

Проанализировав таблицы 1,2,3, можно сделать вывод, что в результате процесса криоконцентрирования увеличивается содержание сухих веществ в экстракте в 2 раза после 1 ступени и в 4 раза после трех ступеней.

**Таблица 4 – Показатели массовой доли сухих веществ в криоконцентрированных СВЧ-экстрактах из лука репчатого, петрушки и чеснока**

| Продукт | Лук репчатый | Петрушка | Чеснок |
|---------|--------------|----------|--------|
| %       | 17           | 18       | 19     |

На основе проведенных исследований были разработаны технологии производства рассольника, борща зеленого, супа-харчо, борща «Украинского», соуса красного основного с полной заменой зелени петрушки, свежего лука репчатого и чеснока на СВЧ-экстракты из соответствующего сырья.

Таким образом, на основании приведенных результатов можно сделать вывод, что проведение процесса экстракции в СВЧ-поле и процесс криоконцентрирования существенно улучшают качество полученных продуктов, сохраняя биологически активные вещества. Концентрированные СВЧ-экстракты отличаются простотой внесения в блюдо, обеспечивая его оригинальность, отличные органолептические показатели, привлекательный внешний вид.

Реализация СВЧ-экстрактов из зелени петрушки, лука репчатого и чеснока на предприятиях ресторанного хозяйства будет существенно уменьшать трудоемкость поваров и время на приготовление блюд. Кроме того, применение СВЧ-энергии снизит энергозатраты и повысит эффективность процесса экстракции на производстве.

### Литература

1. И.М. Скурихина, М.Ф. Нестерин. Химический состав пищевых продуктов. – Москва, «Пищевая промышленность», 1979. -246с.
2. А.А. Покровский. Химический состав пищевых продуктов. – Москва, «Пищевая промышленность», 1977. -226с.
3. Бурдо О. Г. Холодильные технологии в системе АПК – Одесса: Полиграф, 2009 – 288 с.
4. Прокопцев А.С. Влияние сверхвысокочастотного излучения на экстрактивные процессы при обработке растительного сырья. Научный поиск: Материалы 3-й Научной конференции аспирантов и докторантов. Технические науки, Челябинск. 2011. – с. 160 – 163.
5. Бурдо О.Г. Экстрагирование в системе "кофе - вода", 2007. – 176 с.