

Исследование по экстракции ликопина из отходов томатного производства

Ивочкина Алена Сергеевна

Студент (бакалавр)

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Институт биотехнологии, пищевой и химической инженерии, Барнаул, Россия

E-mail: alenaivochkina14@gmail.com

Ивочкина Алена Сергеевна, студент, e-mail: <mailto:aivo4kina@yandex.ru>

Научный руководитель – Горелова Ольга Михайловна, к.т.н., доцент, e-mail: osgor777@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия.

В работе рассматривался метод получения биологически активных веществ из отходов переработки томатов. Использовалось экстрактивное извлечение компонентов двумя ограничено растворимыми жидкостями – растительное масло и водно-спиртовая смесь с добавлением поверхностно-активного вещества – Твин-80. Установлено, что с повышением содержания ПАВ в экстрагенте, увеличивались концентрации каротиноида ликопина в масляном, а аскорбиновой кислоты в водно-спиртовом экстрактах.

Ключевые слова: аскорбиновая кислота, биологически активные вещества, двухфазная экстракция, изопропиловый спирт, каротиноиды, ликопин.

В мире ежегодно производится большое количество продукции на основе томатов. Безусловно, у данных производств образуются отходы, содержащие полезные биологически активные вещества (БАВ). Накопление подобных отходов в больших количествах оказывает нагрузку на окружающую среду и создает экономические и экологические проблемы, требующие внимания и устранения.

Наиболее востребованными направлениями переработки томатов являются технологии производства томатного сока, томатной пасты и кетчупа. Для данных производств приоритет представляет сок и мякоть томатов, а остальные продукты такие как кожура, остатки мякоти и семечки рассматриваются как отходы производства. Данные остатки содержат большое количество БАВ, в особенности каротиноидов.

Каротиноиды (К) – это группа биологически активных веществ, содержащиеся в томатах, моркови, тыкве, сладком перце и др. Наиболее распространёнными каротиноидами томатов являются ликопин и β -каротин.

Ликопин – невитаминный каротиноид с высокой антиоксидантной активностью, благодаря этому востребован в косметической промышленности. Он оказывает антиканцерогенное и иммуномодулирующее действие, а также радио- и фотозащитный эффект [1]. Кроме того, ликопин снижает риск хронических, в том числе, сердечно-сосудистых заболеваний, улучшает состояние кожи.

В настоящее время растет спрос на биологически активные добавки и уходовые косметические средства, содержащие ликопин. Поэтому требуется выделять данный компонент в удобную препаративную форму для добавления в продуктовые и косметические композиции.

Для эффективного извлечения ликопина из натурального сырья, в том числе отходов томатного производства, разрабатывается множество методов. Однако, количество ликопина, добываемого из растительного материала, зависит не только от метода извлечения, но и от исходного сырья, его предварительной подготовки, выбора реагентов и параметров процесса.

Наиболее эффективным способом извлечения ликопина из растительного сырья является его экстракция с использованием масел при повышенной температуре. Такой способ

обеспечивает не только высокую эффективность извлечения каротиноида, но и позволяет получить его сразу в биологически активной форме.

Одним из новых методов получения БАВ, в том числе ликопина, является метод обработки сырья двухфазной системой экстрагентов [2]. В растениях содержится большое количество биологически активных веществ, одни из которых липофильные, другие гидрофильные. Данный способ облегчает диффузию компонентов из клеток растений в экстрагенты и позволяет извлекать оба вида БАВ – липофильные и гидрофильные за одну операцию.

Целью данной работы является исследование процесса экстракции ликопина из отходов переработки томатов.

Аграрно-промышленные комплексы перерабатывают ежегодно большие объемы томатов, которые проходят контроль качества, мойку и последующий отжим на протирочных машинах, в результате чего получают томатный сок с мякотью и побочный продукт – томатные выжимки. В данных томатных отходах будет присутствовать значительное количество ликопина, особенно в кожице томата.

Проводить процесс двухфазной экстракции можно двумя ограниченно растворимыми друг в друге жидкостями – растительным маслом и спиртом, с добавлением поверхностно-активного вещества (ПАВ) – Твин-80. Такое сочетание позволяет ускорить извлечение БАВ из-за снижения поверхностного натяжения на границе раздела фаз, и облегчить диффузию извлекаемых компонентов из твердого вещества в экстрагент.

Экстракция БАВ из отходов томатного производства проводилась двумя экстрагентами одновременно:

- спиртовая фаза - изопропиловый спирт с водой;
- масляная фаза – рафинированное подсолнечное масло.

Соотношение компонентов для экстракции – томатное сырье, спиртовая фаза и масляная фаза по массе составляло 1:10:10. Данное соотношение компонентов оптимизировало баланс между сохранением качества извлекаемых веществ и максимальной экстракционной эффективностью. Количество ПАВ варьировалось в диапазоне от 0 до 0,6 % масс. Большое количество Твин-80 может привести к образованию эмульсии и затруднить разделение фаз экстрагентов.

Высушенные томатные отходы предварительно помещались в спиртовую фазу для достижения максимального набухания растительного сырья и облегчения проникновения экстрагируемых веществ в клетки. Затем в смесь добавляли второй экстрагент и эмульгатор Твин-80. При небольшом нагреве и интенсивном перемешивании формировалась спиртово-масляная эмульсия. В такой системе активные компоненты эффективнее экстрагировались, но при этом сохраняли биологическую активность. Экстракционная смесь находилась в колбе, оснащенной обратным холодильником, установленной на магнитной мешалке с подогревом.

По завершению экстракции смесь охлаждалась, эмульсия разрушалась. Далее происходило отделение твердой фазы, а жидкий экстрагент помещался в делительную воронку, где разделялся на масляную (МФ) и водно-спиртовую (ВСФ) фазы.

Для продуктов экстракции оценивались:

- массовые соотношения МФ и ВСФ в зависимости от количества, добавленного ПАВ;
- содержание каротиноидов в масляной и спиртовой фазах в зависимости от массы введенного ТВИН-80.

О концентрации каротиноидов в экстрактах судили по величине оптической плотности для масляной и водно-спиртовой фазах, определяемой на спектрофотокориметре в кювете толщиной 10 мм при длине волны 413 нм. На основе результатов измерений также было установлено, что при варьировании доз эмульгатора массовое соотношение между

фазами различается. Наилучшие значения получились при концентрациях Твин-80 в экстрагенте 0,4 и 0,6 % масс. Ввиду того, что товарным продуктом является масляная фаза, ее выход выше при большей дозировке ПАВ.

По результатам экспериментов получена зависимость оптической плотности от содержания Твин-80 для МФ и ВСФ (рисунок 1).

Также было установлено, что двухфазная экстракция способствует более эффективно выделению каротиноидов, чем экстракция с помощью только растительного масла.

При создании технологии переработки отходов томатной промышленности при помощи двухфазной экстракции следует учитывать следующие аспекты:

- томатные отходы являются скоропортящимся продуктом из-за высокого содержания влаги, поэтому целесообразно подвергать их сушке сразу после образования;
- нужно подобрать такое оборудование, которое позволяло бы очистить жмых после экстракции от остатков спирта и масла, при этом вернув растворители в процесс;
- технологическая схема должна соответствовать наилучшим доступным технологиям и иметь возможность рассматриваться как самостоятельное производство или дополнять процессы переработки томатов.

Проведенные исследования подтвердили эффективность двухфазной экстракции для выделения ликопина из отходов переработки томатов. Наличие аскорбиновой кислоты в ВСФ допускает возможность использовать данный продукт, но данная тема требует дальнейшего изучения.

Источники и литература

- 1) 1. Кирпиченкова Е.В., Королев А.А., Никитенко И.И., Денисова Е.Л., Фетисов Р.Н., Петрова Е.С., Фанда Е.А. Изучение содержания ликопина в рационе различными методами воспроизведения // Гигиена и санитария. №2. Т.99, 2020, С.182-186. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-soderzhaniya-likopina-v-ratsione-razlichnymi-metodami-voisproizvedeniya/viewer> (дата доступа 06.04.2026)
- 2) 2. Гаджиева А.М., Султанов Ю.М., Рамалданова З.Н. Комплексная переработка томатного сырья с получением красителя ликопина – эликсира жизни // Вестник ВГУИТ. №4. Т.82, С.219-223. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-pererabotka-tomatnogo-syrya-s-polucheniem-krasitelya-likopina-eliksira-zhizni/viewer> (дата доступа 06.04.2026)

Иллюстрации

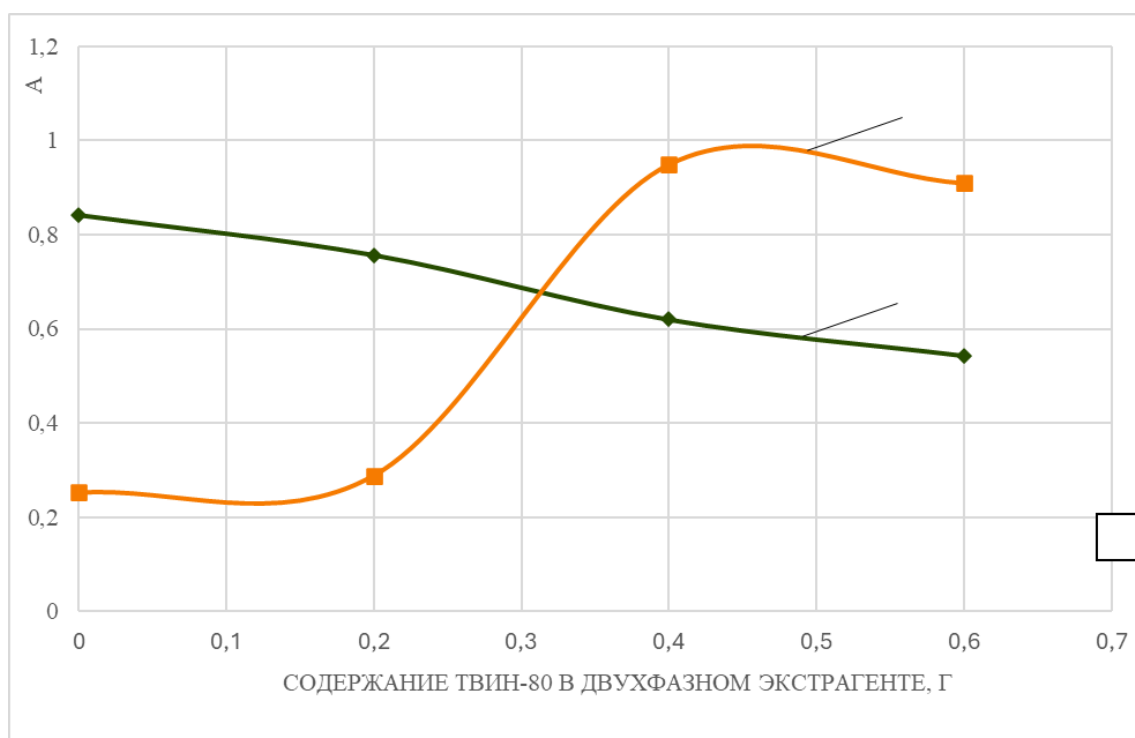


Рис. : Рисунок 1 – Зависимость оптической плотности от содержания Твин-80 в исходном экстрагенте для полученных продуктов экстракции МФ (1) и ВСФ (2)