

УДК 664.856:634.75

## ЭКСТРАКЦИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ РАСТВОРОМ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

**Владимир Александрович Кольцов**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

kolcov.mich@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Использование лимонной кислоты в процессе экстракции полифенольных соединений из плодов жимолости голубой позволит снизить токсичность растворителей для человеческого организма, а так же проблемы очистки полученного экстракта. Цель исследований являлось изучение технологических параметров экстракции полифенольных соединений из плодов жимолости водным раствором лимонной кислоты. Оптимальные условия протекания экстракции полифенольных соединений из сушеных плодов жимолости водным раствором лимонной кислоты являлись: температура 60°C, время протекания процесса 300 минут, гидромодуль 1/35.

**Ключевые слова:** экстракция, лимонная кислота, плоды, жимолость, полифенольные соединения.

Полифенолы, содержащиеся в плодах жимолости, обладают потенциальной биологической активностью, включая антиоксидантное, антибактериальное и противовоспалительное действие. Основными полифенольными соединениями в плодах жимолости являются антоцианы. Плоды жимолости традиционно перерабатывают в напитки, джемы, фруктовые вина и закуски. Одним из перспективных методов переработки плодов жимолости – производство экстрактов [4, 8].

Большой антиоксидантной активностью отличается большинство плодово-ягодного сырья, что позволяет создавать особо ценные продукты питания [1-3]. Большинство полифенольных соединений связаны с макромолекулярными веществами, такими как пищевые волокна и клеточные стенки растений, что создает трудности для извлечения данных соединений. Обычные методы экстракции полифенольных соединений из жимолости голубой предлагают использовать этиловый спирт или метанол подкисленный соляной кислотой [5]. Однако использование соляной кислоты в процессе экстракции, которая является неорганической кислотой, создает определенные проблемы, включая остатки реагентов и сложную очистку отработанной кислоты. Использование лимонной кислоты в процессе экстракции полифенольных соединений из плодов жимолости голубой позволит снизить токсичность растворителей для человеческого организма, а так же проблемы очистки полученного экстракта. В пищевых продуктах лимонная кислота выполняет несколько функций, таких как регулирование кислотности, консервирование, обеспечение антиоксидантных свойств, усиление вкуса и аромата, а также проявляет антибактериальную активность [6-7].

Цель исследований являлось изучение технологических параметров экстракции полифенольных соединений из плодов жимолости водным раствором лимонной кислоты.

В качестве объектов исследований использовали сушеные плоды жимолости сорта Синяя птица. Сушку плодов жимолости осуществляли конвекционным способом при температуре теплоносителя 60 °С до конечной

влажности продукта 7-8 %. Исследования содержания полифенольных соединений проводили методом Folin – Ciocalteu. В качестве экстракционной смеси использовали водный раствор лимонной кислоты (pH=2,0). Перед экстракцией сушеные плоды рябины измельчали до фракции 1,0-2,0 мм. Производство экстрактов осуществляли на водяной бане в учебно-исследовательской лаборатории продуктов функционального питания с использованием научного оборудования ЦКП Мичуринского ГАУ «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения».

При изучении влияния температуры на выход полифенольных соединений использовали гидромодуль 1/30. Время экстракции составляло 180 минут. С увеличением температуры экстракции с 40 °С до 60 °С выходы полифенолов увеличивался и достигал максимума при температуре 60 °С. Однако при повышении температуры экстракции свыше 60 °С наблюдали уменьшение содержания полифенольных соединений (рис.1.). Высокие температуры вызывают деградацию структур полифенольных соединений, что снижает эффективность экстракции. Температура экстракции 60 °С определена как оптимальная.

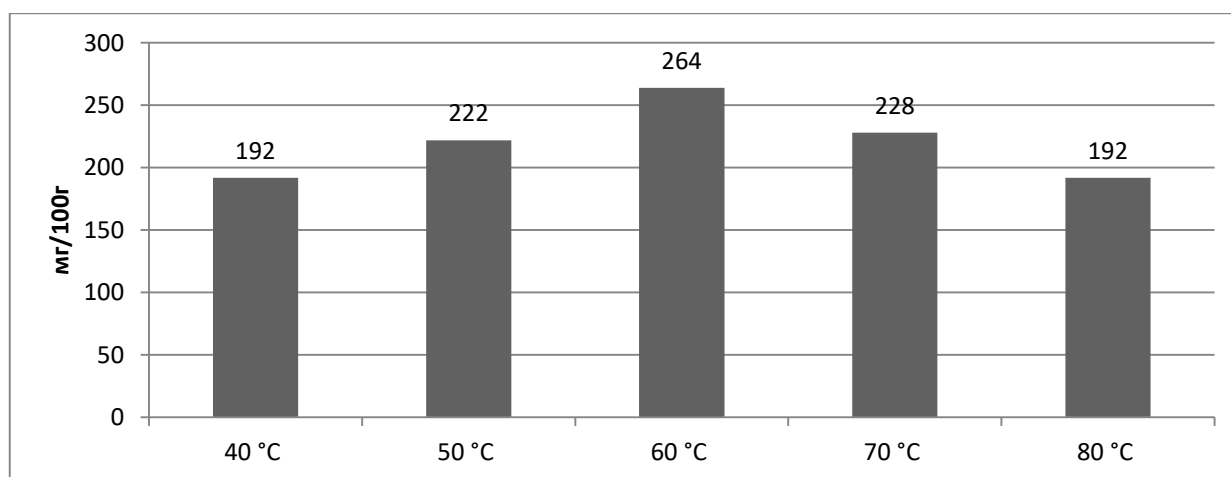


Рисунок 1 – Выход полифенольных соединений из плодов жимолости в зависимости от температуры.

Исследования по влиянию соотношения растительной матрицы к растворителю проводили при температуре экстракции 60 °С в течение 180 мин. При соотношении твердое вещество: жидкость 1:35 выход полифенольных

соединений достигал своего максимума (рис.2). Избыточное количество растворителя не приводило к значительному увеличению выхода полифенольных соединений. Таким образом, оптимальное соотношение твердое вещество: жидкость определено на уровне 1:35.

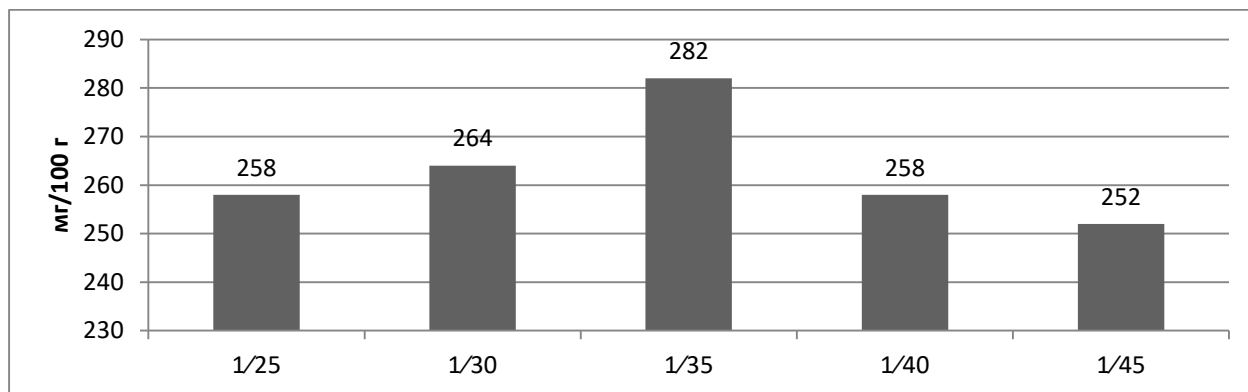


Рисунок 2 – Выход полифенольных соединений из плодов жимолости в зависимости от соотношения растительной матрицы и растворителя.

Исследования по влиянию температуры на выход полифенольных соединений из плодов жимолости проводили при температуре 60 °С и гидромодуле 1/35. Выход полифенолов неуклонно возрастал с увеличением времени экстракции и достигал максимума через 240 минут, но значительно снижался через после 300 минут (рис.3).



Рисунок 3 – Выход полифенольных соединений из плодов жимолости в зависимости от времени протекания процесса.

Более длительное время экстракции могло привести к разрушению и деградации структур полифенольных соединений. На основе полученных данных установлено оптимальное время экстракции – 300 минут.

На основе полученных данных установлено, что оптимальные условия протекания экстракции полифенольных соединений из сушеных плодов жимолости водным раствором лимонной кислоты являлись: температура 60°C, время протекания процесса 300 минут, гидромодуль 1/35.

*Работа выполнена с использованием научного оборудования ЦКП Мичуринского ГАУ «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения».*

### Список литературы:

1. Гридчина А.В., Григорьева Л.В. Сравнительная оценка содержания витамина С в плодах растений боярышника различных сортов в связи с формой крон // Перспективы развития интенсивного садоводства: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Мичуринск: Изд-во «БиС». 2016. С. 21-24.
2. Григорьева Л.В., Бессонова А.В. Содержание минеральных веществ в плодах растений боярышника при разных формах кроны // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Мичуринск. 2020. С. 52-54.
3. Григорьева Л.В., Ершова О.А. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья // Вопросы питания: мат. XV всерос. конгресса диетологов и нутрициологов «Здоровое питание от фундаментальных исследований к инновационным технологиям». Т.83. № 3. М.: «ГЭОТАР-Медиа». 2014 С. 176-177.
4. Имамкулова З.А., Козак Н.В., Медведев С.М. Результаты изучения жимолости синей (*Lonicera Caerulea* L.) в ФГБНУ ФНЦ Садоводства // Плодоводство и ягодоводство России. 2022. Т. 70. С. 40-49;
5. Исследование комплекса биологически активных веществ в плодах перспективных сортов жимолости голубой (*Lonicera Caerulea* L.) / Перова И.Б.,

Эллер К.И., Герасимов М.А. и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. № 1. С. 53-69.

6. Кольцов В.А., Брыксина К.В. Содержание антоцианов в экстракте плодов магалебской вишни в зависимости от кислотности // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 4.

7. Макарова Н.В., Еремеева Н.Б. Влияние технологии экстракции на антиоксидантную активность экстрактов плодов клюквы, облепихи, ежевики, жимолости, калины, рябины, и можжевельника // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 3 (25). С. 91-99.

8. Полина С.А., Ефремов А.А. Состав антоцианов плодов рябины черноплодной, ирги овальнolistной и жимолости голубой сибирского региона по данным ВЭЖХ // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2015. Т. 8. № 1. С. 143-154.

**UDC 664.856:634.75**

**EXTRACTION OF POLYPHENOL COMPOUNDS FROM  
HONEYSUCKLE FRUIT USING LEMON ACID SOLUTION**

**Vladimir Al. Koltsov**

candidate of agricultural sciences, associate professor, senior researcher

kolcov.mich@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The use of citric acid in the process of extracting polyphenolic compounds from blue honeysuckle fruit will reduce the toxicity of solvents to the human body, as well as the problems of purifying the resulting extract. The aim of the research was to study the technological parameters of extracting polyphenolic compounds from honeysuckle fruit using an aqueous solution of citric acid. The

optimal conditions for the extraction of polyphenolic compounds from dried honeysuckle fruit using an aqueous solution of citric acid were: temperature 60°C, process duration 300 minutes, hydromodule 1/35.

**Keywords:** extraction, citric acid, fruit, honeysuckle, polyphenolic compounds.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.