

Оригинальная статья / Original article

УДК 66.061.34;634.17+ 582.675.3+ 663.363;615.015.21

<https://doi.org/10.21869/2223-1528-2026-16-2-158-175>

Оценка синергетических свойств биологически активных соединений, экстрагированных из плодов барбариса, шиповника и боярышника для подбора композиции с наилучшим выходом

А.Д. Тайворба¹, Е.А. Зюлина¹, С.Д. Пожидаева¹ ✉

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: pozhideeva_kursk@mail.ru

Резюме

Цель – оценка содержания биологически активных компонентов в экстрактах, полученных из дикорастущих плодов боярышника, барбариса и шиповника, произрастающих на территории Курской области методом мацерации и непрерывной экстракции при температуре кипения растворителя в аппарате Сокслета и сравнительная оценка полученных значений с величинами, полученными при извлечении биологически активных веществ из смеси сухих плодов с целью выявления синергетического эффекта.

Методы: экстракции органических соединений; качественного и количественного определения биологически активных соединений; УФ-спектрофотометрия; кинетический метод определения константы скорости; методы определения «окислительной порчи».

Результаты. Рассмотрены известные варианты использования экстрактов плодов садовых и дикорастущих растений – природных источников антиоксидантов в производстве функциональных напитков. Методом мацерации и непрерывной экстракции получены вытяжки из плодов боярышника, барбариса и шиповника с последующей сравнительной оценкой содержания в них витаминов, суммы флавоноидов и суммы сапонинов. Рассмотрен вариант извлечения БАВ из смеси сухих плодов в аппарате Сокслета при различном их массовом соотношении с оценкой количества извлеченных БАВ, выявлена комбинация с выраженным синергетическим эффектом. Для масляных экстрактов определена устойчивость к «окислительной порче».

Заключение. Установлено, что различия в способе извлечения разными методами проявляются уже на стадии оценки внешнего вида полученных экстрактов, и экстракция в аппарате Сокслета более эффективна для извлечения этих групп соединений. Мацерации в течение указанного времени и три цикла непрерывной экстракции недостаточно для полного извлечения в выбранных условиях. Переход к комбинациям из двух плодов выявил в большинстве случаев синергетический эффект при извлечении БАВ, причем наибольший эффект наблюдался при извлечении компонента С. При переходе к трёхкомпонентным смесям наблюдалось уменьшение синергетического эффекта и ускорение извлечения в указанных условиях и выход на максимальную концентрацию извлекаемых веществ.

Ключевые слова: экстракция; мацерация; экстрактор Сокслета; боярышник; шиповник; барбарис; смеси плодов; синергетический эффект.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Тайворба А.Д., Зюлина Е.А., Пожидаева С.Д. Оценка синергетических свойств биологически активных соединений, экстрагированных из плодов барбариса, шиповника и боярышника для подбора композиции с наилучшим выходом // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2026. Т. 16, № 2. С. 158-175. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2026-16-2-158-175>.

Поступила в редакцию 23.04.2026

Подписана в печать 01.06.2026

Опубликована 30.06.2026

© Тайворба А.Д., Зюлина Е.А., Пожидаева С.Д., 2026

Evaluation of the synergistic properties of biologically active compounds extracted from barberry, rosehip, and hawthorn fruits to select a composition with the best yield

Anastasia D. Tayvorba¹, Ekaterina A. Zyulina¹, Svetlana D. Pozhidaeva¹✉

¹ Southwest State University

50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: mika_1984_@mail.ru

Abstract

Purpose – to assess the content of biologically active components in extracts obtained from wild hawthorn, barberry, and rosehip fruits growing in the Kursk region using the method of maceration and continuous extraction at the boiling point of the solvent in a Soxhlet apparatus, and to compare the obtained values with those obtained by extracting biologically active substances from a mixture of dried fruits in order to identify a synergistic effect.

Methods: extraction of organic compounds; qualitative and quantitative determination of biologically active compounds; UV spectrophotometry; kinetic method for determining the rate constant; methods for determining "oxidative spoilage".

Results. The paper considers known options for using extracts of fruits of garden and wild plants – natural sources of antioxidants in the production of functional beverages. Extracts from hawthorn, barberry and rosehip fruits were obtained by maceration and continuous extraction, followed by a comparative assessment of their vitamin content, the amount of flavonoids and the amount of saponins. The option of extracting BAS from a mixture of dried fruits in a Soxhlet apparatus with a different mass ratio is considered with an estimate of the amount of BAS extracted, and a combination with a pronounced synergistic effect is identified. The oil extracts are resistant to oxidative spoilage..

Conclusion. It has been established that the differences in the extraction method by different methods are already manifested at the stage of assessing the appearance of the obtained extracts, and extraction in the Soxhlet apparatus is more effective for extracting these groups of compounds. Maceration for the specified time and three cycles of continuous extraction are insufficient for complete extraction under the selected conditions. The transition to combinations of two fruits revealed a synergistic effect in most cases for the extraction of bioactive substances, with the greatest effect observed for the extraction of component C. When switching to three-component mixtures, a decrease in the synergistic effect was observed, and the extraction rate increased under these conditions, reaching the maximum concentration of extractable substances.

Keywords: extraction; maceration; Soxhlet extractor; hawthorn; rosehip; barberry; fruit mixtures; synergistic effect.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Tayvorba A.D., Zyulina E.A., Pozhidaeva S.D. Evaluation of the synergistic properties of biologically active compounds extracted from barberry, rosehip, and hawthorn fruits to select a composition with the best yield. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2026;16(2):158-175. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2026-16-2-158-175>.

Received 23.04.2026

Accepted 01.06.2026

Published 30.06.2026

Введение

Интерес к природным биологически активным веществам (БАВ) [1] обусловлен поиском эффективных, безопасных и доступных источников антиоксидантов

[2], витаминов [3], флавоноидов [4] (в том числе каротиноидов [5]) и других соединений [6], используемых в медицине [7], фармацевтической [8] и пищевой отраслях [9], промышленности и сельском хозяйстве [10]. Дикорастущие ягоды по содер-

жанию важнейших в пищевом и биологическом отношении компонентов (пектиновых, дубильных веществ, витаминов [11], растительных липидов [12]) являются лидерами и считаются естественными защитниками, созданными природой [13]. Богатый спектр биологически активных веществ, содержащийся в плодах дикорастущих растений, определяет их высокую значимость для здорового питания и позволяет рассматривать их как ценную сырьевую базу для создания продуктов высокого качества [11].

В литературе есть сведения об использовании экстрактов из садовых и дикорастущих плодов растений для изготовления пищевых продуктов с выраженными антиоксидантными, противовоспалительными и общеукрепляющими свойствами с определением содержания витаминов С, Р, Е, β -каротина, полифенолов и пектиновых веществ, макро- и микроэлементов (калий, кальций, цинк, селен) и оценкой сохранности БАВ в процессе изготовления [14].

Функциональные напитки «Витаминный» и «Здоровье» [15], полученные гидролизом измельченных сортов плодов шиповника (сорта Десертный и Огни Самары), боярышника (сорта Китайский, Шамиль), барбариса (сорта Аурео-маргината, Асперма) и калины (сорта Гранатовый браслет и Красный коралл) с добавлением фруктового пюре из плодов калины и барбариса, а также яблочного сиропа, характеризуются высоким содержанием витаминов С, Р, Е, β -каротина, полифенольных, пектиновых и минеральных веществ.

Анализ каротина, аскорбиновой кислоты, антоцианов, флавонолов и катехинов, а также сохранность БАВ исследовалась в процессе изготовления плодово-ягодных маринадов [16], напитков [17] и компотов [18] из дикорастущих и садовых плодово-ягодных культур (кизильник черноплодный и алаунский, шиповник собачий, тёрн, боярышник кроваво-красный, отогнуточашелистикový и колючий, барбарис, рябина, калина и вишня обыкновенные и земляника луговая), безалкогольных бальзамов¹, профилактических напитков². В работе [19] предлагается технология производства безалкогольных напитков на основе шиповника, ромашки, апельсина, лимонника, валерианы, корицы, имбиря, розы с составлением экспериментальных купажей с различным содержанием компонентов и с изучением органолептических и физико-химических показателей готового продукта [19].

Водно-спиртовой экстракт на основе плодов рябины обыкновенной и черноплодной, боярышника красного и черного, шиповника коричневого и собачьего, барбариса используется для изготовления «Докторского бальзама "Здоровья для"»³, на основе плодов барбариса, боярышника и шиповника – для бальзама «Черная роза» в ликероводочном производстве⁴, плодово-ягодных вин [20], ликеров «Bloody tear» «Эхо Востока» [21], лечебных бальзамов [22].

Сироп «Холагон» на основе водных настоев плодов барбариса и шиповника и густого экстракта шелковицы не только является источником микроэлементов и витамина С [23], но также профилактическим средством при различной патологии желчевыводящей системы [24].

¹ Композиция ингредиентов для безалкогольного бальзама: пат. 2832201 Рос. Федерация / Тазова З.Т., Лунина Л.В., Сиюхова Н.Т. [и др.]. № 20241200884; заявл. 15.07.2024; опубл. 23.12.2024, Бюл. № 36. 10 с.

² Безалкогольный профилактический напиток: пат. 283270 Рос. Федерация / Хатко З.Н., Бегеретова Д.М., Бежавцева Т.А. [и др.]. № 2024111444; заявл. 24.04.2024; опубл. 27.12.2024, Бюл. № 36. 12 с.

³ Докторский бальзам "Здоровья для": пат. 2297237 Рос. Федерация / Данилин В.Н. № 2004137180/15; заявл. 20.12.2004; опубл. 20.04.2007, Бюл. № 11. 10 с.

⁴ Композиция ингредиентов для бальзама "Черная роза": пат. 2064489 Рос. Федерация / Щеголева Т.А. № 93037201/13; заявл. 16.07.1993; опубл. 27.07.1996.

В работах приводятся данные по содержанию БАВ в исходном сырье и полученных продуктах, их сохранность в процессе изготовления, проводилась оценка влияния pH [15], температуры и длительности процесса экстракции [25]. Однако их комплексное изучение с позиций кинетики экстракции, а также оценка синергетических эффектов при извлечении компонентов из смеси сухих плодов остаётся малоизученным. В работе приводятся данные по извлечению целевых БАВ из смеси плодов барбариса, боярышника и шиповника и анализируется синергетический эффект их совместного использования.

Предварительно установлено [3], что и непрерывная экстракция, и мацерация в условиях отсутствия перемешивания пригодны для извлечения БАВ из растительного сырья различного происхождения, причем более эффективно процесс протекает в условиях непрерывной экстракции на аппарате Сокслета при температуре кипения растворителя. К недостаткам мацерации помимо длительности процесса относят уменьшение объема настойки за счёт испарения экстрагента; набухание растительного материала с последующим уплотнением (или прессованием). Использование методов и приемов кинетики

расширяет возможности изучения экстракции функциональных ингредиентов, позволяя определять оптимальное время извлечения компонентов из сырья и степень его извлечения [1].

Материалы и методы

Объектами в данной работе служили плоды барбариса (лат. *Berberis vulgaris*), шиповника майского (*Rosa majalis*) и боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*) (рис. 1), собранные в Курской области (г. Щигры) в сентябре-октябре 2025 г. Отбор проб плодов производился в соответствии с требованиями по заготовке лекарственного сырья (ГОСТ 24027.0–80 «Сырье лекарственное растительное. Правила приемки и методы отбора проб»).

Для исследования выбирали свежие плоды, без повреждений, полностью зрелые, но не перезрелые. После очистки от посторонних примесей плоды промывали с целью удаления пыли, грязи и возможных химических веществ, не задерживая в воде, чтобы избежать потери ценных веществ. Плоды исследуемого сырья измельчались для получения мезги и подвергались сушке до постоянной массы при определенной температуре с учетом термоллабильности извлекаемых соединений.



Рис. 1. Внешний вид образцов: а – плоды барбариса; б – плоды шиповника майского (*Rosa majalis*); в – плоды боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*)

Fig. 1. Appearance of the samples: а – barberry fruits; б – May rose (*Rosa majalis*); в – common hawthorn (*Crataegus laevigata*)

Для мацерации взвешенную навеску сырья с точностью $\pm 0,1$ г помещали в коническую колбу с пробкой и заливали

предварительно отмеренным объёмом экстрагента в соотношении 1:5 по объёму в случае 70%-ного этилового спирта и 1:10

по объему в случае использования растительного масла. Экстрагент должен полностью покрывать сырьё. Тщательно закрытую колбу оставляли в защищённом от света месте при контролируемой температуре на 2 недели для спиртовых мацератов и на 4 недели для масляных, периодически помешивая. По окончании указанного времени экстракт отделяли от сырья фильтрованием, остаток сырья (шрот) отжимали и проводили повторную декантацию шрота с новой порцией экстрагента для более полного извлечения компонентов из сырья, после чего объединяли фильтраты. Полученную вытяжку фильтровали через бумажный фильтр с белой лентой [1].

При проведении экстракции в аппарате Сокслета взвешенную навеску сырья с точностью $\pm 0,1$ г помещали в гильзу из фильтровальной бумаги, которую устанавливали внутрь аппарата Сокслета. Круглодонную колбу с 70%-ным этиловым спиртом в соотношении 1:5 по объему устанавливали на колбонагреватель. Проводили экстракцию в течение регламентированного времени [1]. Для идентификации извлеченных БАВ регистрировали характерные максимумы поглощения флавоноидов и сапонинов в диапазоне 190–380 нм в кварцевых кюветах с толщиной слоя 10 мм. Определение проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1800.

Процентное содержание флавоноидов и сапонинов определяли спектрофотометрическими методами, основанными на способности БАВ образовывать окрашенные соединения в кислой среде: для флавоноидов – с хлоридом алюминия (III), для сапонинов – с ванилином. Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре ПЭ–5400В при определенных длинах волн.

Определение суммы флавоноидов проводили по формуле

$$X = \frac{A \cdot 50 \cdot 25 \cdot 100}{248 \cdot a \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где A – оптическая плотность испытуемого раствора; 248 – удельный показатель

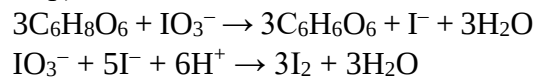
поглощения комплекса рутина при длине 408 нм; a – навеска сырья, г; W – влажность сырья, %.

Содержание суммы сапонинов проводили по формуле

$$X = \frac{D \cdot 25 \cdot 50 \cdot 100}{76,5 \cdot a \cdot (100 - W)}, \quad (2)$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 76,5 – удельный показатель поглощения комплекса рутина при длине 381 нм; a – навеска сырья, г; W – влажность сырья, %.

Процентное содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) определяли методом йодометрического титрования. Метод основан на способности аскорбиновой кислоты окисляться йодатом калия в кислой среде. Для определения содержания аскорбиновой кислоты смесь экстрагента, подкисленного разбавленной соляной кислотой, титровали раствором йодата калия до появления устойчивого синего окрашивания в присутствии крахмала (индикатор):



Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывали по формуле

$$X = \frac{(C_3 - C_4) \cdot 0,088 \cdot C_1 \cdot 100}{H \cdot C_2}, \quad (3)$$

где C_1 – общий объем вытяжки, мл; C_2 – аликвота вытяжки, взятая на титрование, мл; C_3 – объем раствора йодата калия, пошедшего на титрование опытного образца, мл; C_4 – объем раствора йодата калия, пошедшего на титрование контрольного образца, мл; H – масса навески, г; 0,088 – коэффициент перерасчёта.

Оценка показателей окислительной порчи для масляных экстрактов включает в себя определение перекисного и кислотного числа [26].

Результаты и их обсуждение

Определение влажности [1] исходного сырья проводили высушиванием при

температуре 70–80°C в течение 6 часов, взвешивая каждый час, до достижения разницы 0,01 г между последовательными взвешиваниями. По результатам пяти параллельных измерений были определены

средние массовые доли влаги в свежих плодах барбариса, боярышника и шиповника (табл. 1) и установлено, что массовая доля влаги от количества сырья не зависит.

Таблица 1. Результаты определения влажности в исследуемом сырье

Table 1. Results of moisture content determination in the studied raw materials

Плоды	$m_{\text{навески}}, \text{Г}$		$X_{\text{ср}}, \%$
	до высушивания	после высушивания	
Барбариса	1,226	0,266	78,3
	3,502	0,759	
	5,802	1,262	
	8,035	1,741	
	10,782	2,334	
Боярышника	1,583	0,562	64,5
	3,580	1,272	
	5,564	1,977	
	8,147	2,889	
	10,352	3,675	
Шиповника	1,349	0,529	60,8
	3,639	1,428	
	5,475	2,145	
	8,538	3,349	
	10,471	4,101	

Полученные значения соответствуют справочным ботаническим характеристикам для свежего сырья¹ и могут быть использованы для дальнейших расчетов содержания сухих веществ и действующих компонентов.

Оказалось, что различия в способе извлечения проявляются уже на стадии оценки внешнего вида полученных экстрактов. Все мацераты представляют собой прозрачную жидкость жёлтого цвета. Цвет экстрактов, полученных в аппарате Сокслета, меняется до ярко-желтого для шиповника, желто-оранжевого у боярышника до ярко-оранжевого у барбариса. Яркая окраска экстрактов может свидетельствовать о переходе каротиноидов в экс-

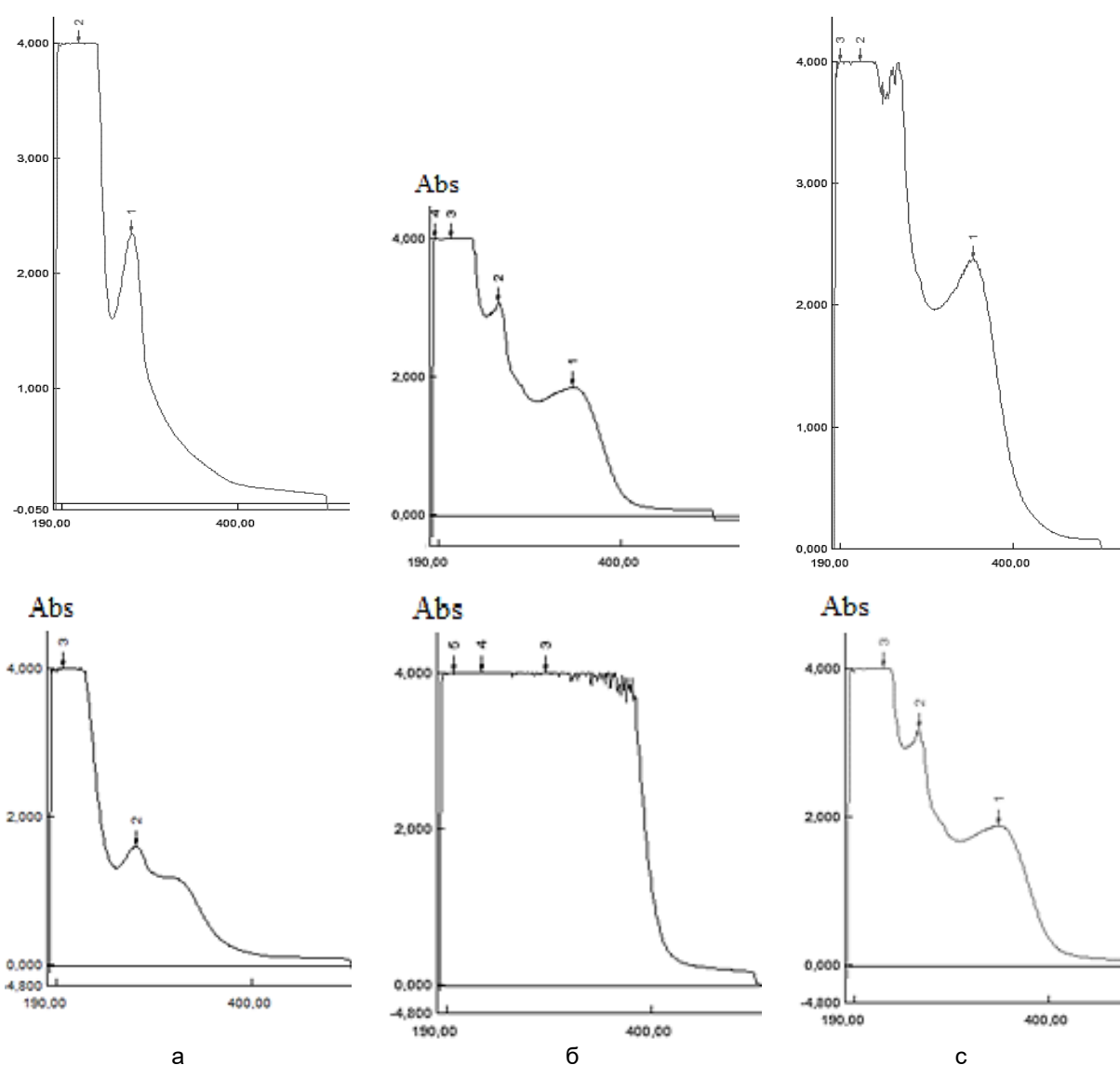
тракт (табл. 2), отсутствующих у образцов, полученных мацерацией. В экстракте барбариса наблюдается выпадение небольшого количества светло-розового, почти белого осадка, что может свидетельствовать о коагуляции пектина в экстракте. Что касается запаха, все образцы обладают лёгким кисловатым ароматом с фруктовыми нотами.

Качественный анализ экстрактов после мацерации и в аппарате Сокслета (см. табл. 2) подтвержден результатами количественного определения (рис. 2) наличием характерных интенсивных максимумов поглощения в коротковолновой области (280–290 нм) и длинноволновой (340–350 нм) для флавоноидов, а также присутствием интенсивных пиков поглощения в более коротковолновой области спектра (при 250–260 нм) для сапонинов.

¹ Государственный реестр лекарственных средств. URL: <https://grls.minzdrav.gov.ru/Default.aspx> (дата обращения: 15.04.2026).

Таблица 2. Результаты качественного определения составов**Table 2.** Results of qualitative determination of compounds

Способ извлечения / Extraction method	Плоды / Fruits	Витамины / Vitamins						Каротиноиды / Carotenoids	Флавоноиды / Flavonoids	Алкалоиды / Alkaloids	Сапонины / Saponins	Углеводы (сахара) / Carbohydrates (Sugars)
		B ₁	B ₂	B ₆	B ₉	E	C					
мацерация	Барбарис	—	+	—	—	—	+	+	+	—	+	+
	Шиповник	—	+	+	—	—	+	—	+	—	+	+
	Боярышник	—	—	—	+	+	+	—	+	—	+	—
Сокслет	Барбарис	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+
	Шиповник	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
	Боярышник	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+	+

**Рис. 2.** Идентификация суммы флавоноидов и суммы сапонинов методом УФ-спектроскопии: а – барбарис; б – боярышник; в – шиповник (верхний ряд – мацераты; нижний ряд – экстракты)**Fig. 2.** Identification of the sum of flavonoids and the sum of saponins using UV spectroscopy: а – barberry; б – hawthorn; в – rosehip (top row – macerates; bottom row – extracts)

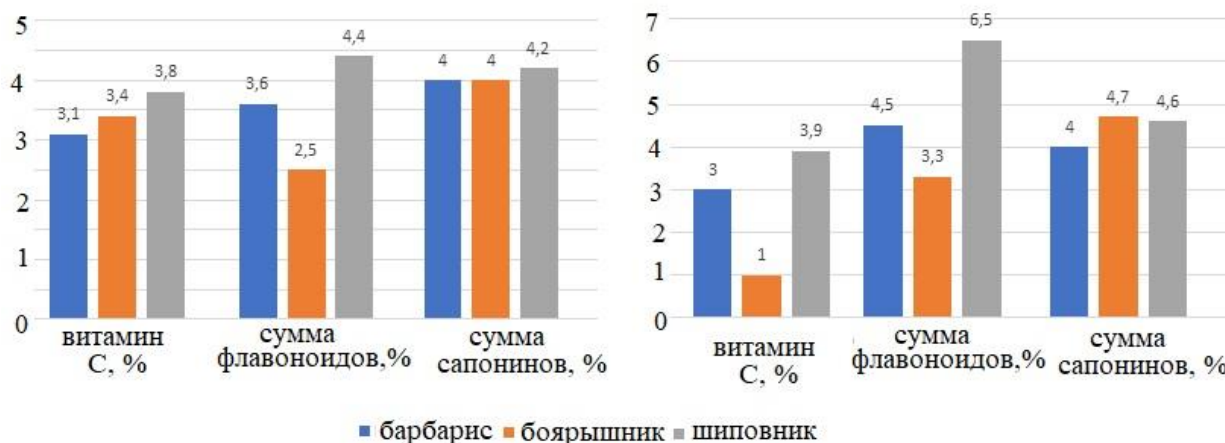


Рис. 3. Результаты количественного анализа (слева – мацераты; справа – экстракты)

Fig. 3. Quantitative analysis results (left: macerates; right: extracts)

В мацератах из плодов барбариса, боярышника, шиповника пик 1 соответствует флавоноидам, 2 – сапонидам. В экстрактах, полученных в аппарате Сокслета на спектре плодов барбариса следующее соответствие пиков: 2 – флавоноиды, 3 – сапонины; у плодов боярышника – пик 3 – флавоноиды, 4 – сапонины; у плодов боярышника пик 1 соответствует флавоноидам, 2 – сапонидам.

Из рисунка 3 видно снижение содержания витамина С при переходе от мацерации к экстракции в аппарате Сокслета, что обусловлено его окислением при нагревании по сравнению с мацерацией, проводимой при комнатных и близких к ней температурах. Выявленная высокая концентрация флавоноидов среди всех определенных групп у шиповника коррелирует с его ботаническими особенностями (богатого источника флавонолов (кверцетин, кемпферол) и антоцианов), что подтверждается высокой антиоксидантной активностью плодов шиповника.

Выявленные различия в содержании БАВ обусловлены различиями в механизмах извлечения компонентов из сырья. В процессе мацерации извлекаются без разрушения плотных клеточных стенок растительного материала более полярные и термостабильные соединения. В состав

экстракта, полученного мацерацией, преимущественно входят водорастворимые флавоноиды (гиперозиды, витексины), фенольные кислоты, аскорбиновая кислота. Метод экстракции в аппарате Сокслета с непрерывной циркуляцией растворителя при температуре кипения сопровождается разрушением клеточных стенок растительного материала. Это приводит к извлечению полярных и менее полярных соединений, липофильных соединений (жирорастворимых пигментов), а также фитостеринов (β -ситостерин), тритерпеновых кислот и сапонинов (олеаноловая, урсоловая, кратеговая и акантовая). Как результат, УФ-спектр экстрактов из Сокслета более сложный, содержит дополнительные пики, которые в спектрах после мацерации или отсутствуют, или слабо выражены. Так, в области 210–230 нм могут присутствовать пики тритерпеновых кислот. Различия в профилях поглощения можно использовать для сравнения эффективности различных методов экстракции.

Экстракция в аппарате Сокслета сопровождалась анализом кинетических кривых накопления витамина С и флавоноидов в экстракте (рис. 4) для получения сведений о механизме и эффективности процесса, его лимитирующих стадий на основании формы и характера кривых для поиска оптимальных условий.

Кривые накопления витамина С на начальном этапе пологие, скорость накопления низкая, что связано с необходимостью смачивания сырья, набухания клеточных стенок, диффузией экстрагента вглубь материала и преодолением барьера на границе раздела фаз. Во время второго цикла экстракции в аппарате Сокслета витамин С перемещается из внутренних частей клеток к поверхности. На этом этапе скорость максимальная и угол наклона

прямо пропорционален скорости экстракции, процесс контролируется внутренней диффузией. Что же касается флавоноидов, то в начале процесса и на протяжении второго цикла концентрация флавоноидов в экстракте быстро растет, на поверхности растительного материала много доступного для растворителя вещества, градиент концентраций между сырьем и экстрагентом максимален.

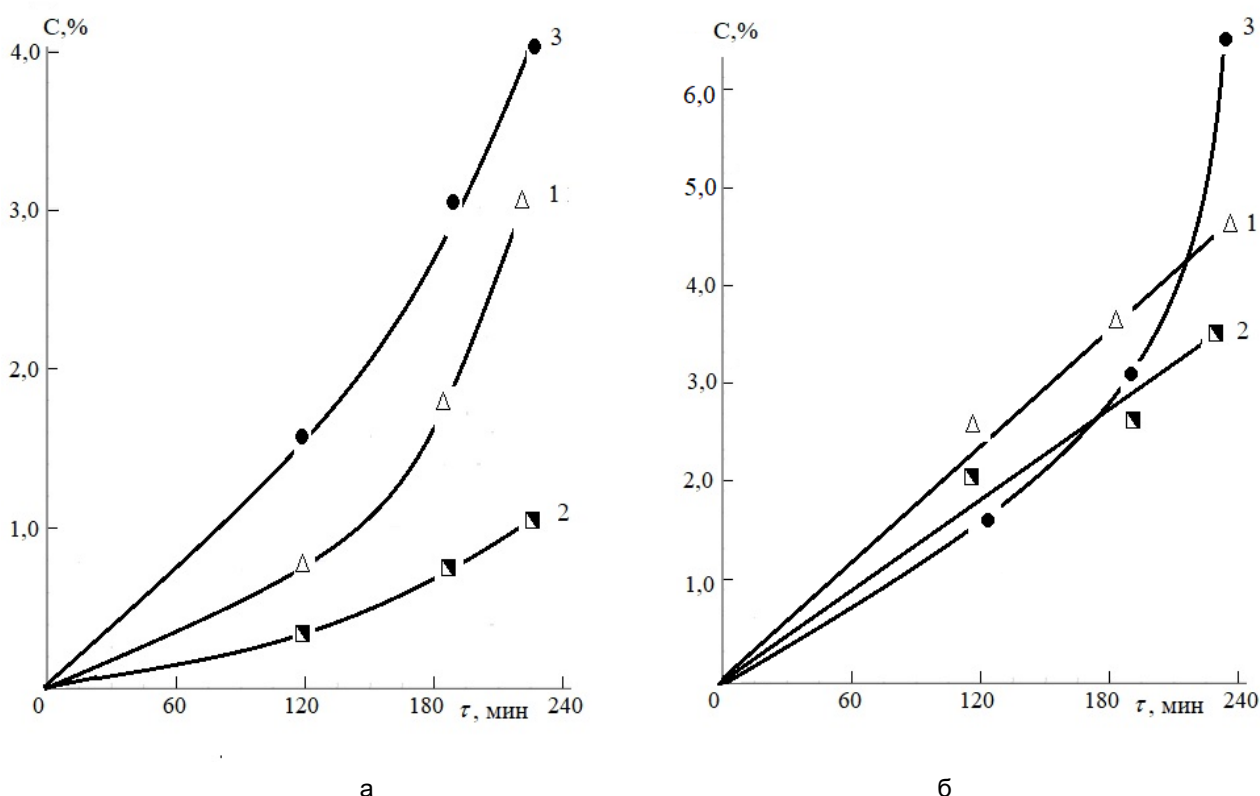


Рис. 4. Кинетические кривые накопления витамина С (а) и суммы флавоноидов (б) в процессе экстракции в аппарате Сокслета: 1 – барбарис; 2 – боярышник; 3 – шиповник

Fig. 4. Kinetic curves of vitamin C accumulation (a) and flavonoid sum (b) during extraction in the Soxhlet apparatus: 1 – barberry; 2 – hawthorn; 3 – rosehip

На этом этапе процесс подчиняется реакции нулевого порядка. Отсутствие периода замедления и выхода на горизонтальную асимптоту свидетельствует о том, что за три цикла экстракции ни витамин С, ни флавоноиды полностью не извлечены и максимальная концентрация не достигнута. Полученные данные по экстракции в аппарате Сокслета не позво-

ляют оценить общую экстрактивность сырья, т. е. максимальную концентрацию витамина С и флавоноидов, которую можно получить экстракцией из плодов в выбранных условиях, тем не менее данные о скорости накопления исследуемых соединений в выбранных условиях получены и могут быть использованы для оценки ресурсного потенциала и определения оптимальных параметров (табл. 3).

Таблица 3. Некоторые полученные кинетические параметры извлечения витамина С и флавоноидов 70%-ным спиртом в процессе экстракции в аппарате Сокслета из плодов барбариса, боярышника и шиповника**Table 3.** Some obtained kinetic parameters of vitamin C and flavonoid extraction with 70% alcohol in the Soxhlet apparatus from barberry, hawthorn, and rosehip fruits

Извлекаемый компонент / Extracted component	Плоды / Fruits	$\tau_{k = \text{const}}$, мин	Константа скорости на участке $\tau_{k = \text{const}}$, %/мин / The speed constant on the site $\tau_{k = \text{const}}$, %/min
Витамин С	Барбарис	120	$0,62 \cdot 10^{-2}$
	Боярышник	120	$0,31 \cdot 10^{-2}$
	Шиповник	120	$1,25 \cdot 10^{-2}$
Флавоноиды	Барбарис	225	$1,92 \cdot 10^{-2}$
	Боярышник	225	$1,42 \cdot 10^{-2}$
	Шиповник	120	$1,25 \cdot 10^{-2}$

Анализ данных таблицы 3 показал, что скорость извлечения витамина С и флавоноидов в течение первого цикла экстракции одинаковая. Одновременное извлечение указанных компонентов из шиповника обусловлено тем, что аскорбиновая кислота (витамин С) и большинство флавоноидов (рутин, кверцетин) являются

гидрофильными полярными веществами, хорошо растворимыми в полярных органических растворителях и их водно-спиртовых смесях.

Для проверки синергетического эффекта при извлечении БАВ из смеси сухих плодов была предложена следующая матрица соотношений компонентов (табл. 4).

Таблица 4. Составы для изучения синергетического эффекта при извлечении БАВ**Table 4.** Compositions for studying the synergistic effect during the extraction of biologically active compounds

Образец / Sample	Состав, % / Composition, %		
	барбарис / barberry	шиповник / rosehip	боярышник / hawthorn
1	50	50	-
2	50	-	50
3	-	50	50
4	33,33	33,33	33,33
5	25	50	25
6	40	40	20

Примечание. 70% этиловый спирт, соотношение сырье: экстрагент 1:5.

Экстракцию проводили в аппарате Сокслета, во всех экстрактах оценивали содержание витамина С, флавоноидов и сапонинов (рис. 5 и 6).

В большинстве случаев добавление второго компонента приводило к синергетическому эффекту и получению результата, превосходящего простую сумму их индивидуальных эффектов, причем наибольший эффект наблюдался при извлечении компонента С. Смешение

барбариса и шиповника (образец 1) подавило полное извлечение флавоноидов, и результат, достигающий сумму их индивидуальных значений, не был достигнут, а смешение барбариса и боярышника (образец 2) привело к увеличению эффекта приблизительно в 1,5 раза. При извлечении сапонинов наблюдается незначительный рост содержания компонентов при совместном извлечении.

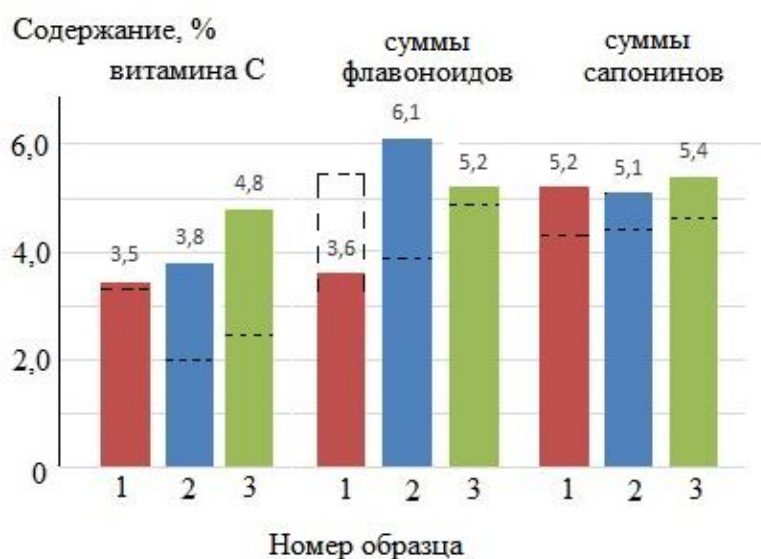


Рис. 5. Результаты количественного анализа экстрактов бинарных смесей (составы в соответствии с таблицей 4; пунктиром показано теоретическое содержание компонентов в каждой смеси)

Fig. 5. Results of quantitative analysis of extracts of binary mixtures (compositions according to Table 4; the theoretical content of components in each mixture is shown in dotted lines)

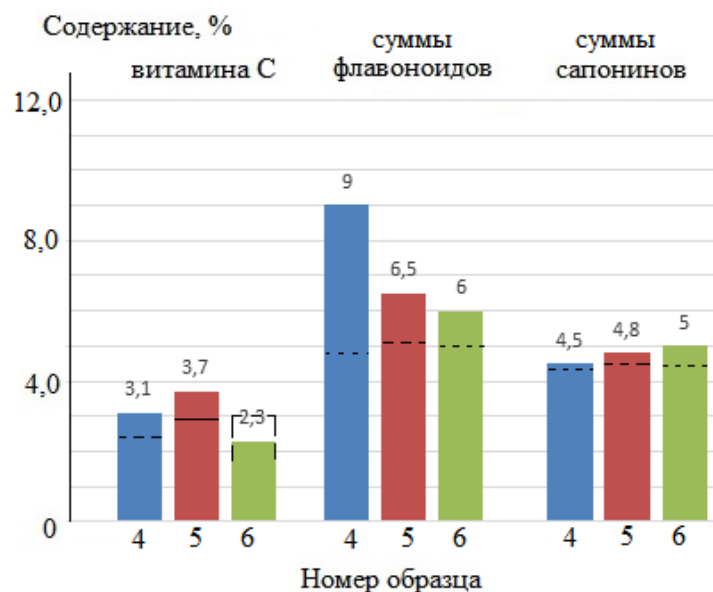


Рис. 6. Результаты количественного анализа экстрактов тройных смесей (составы в соответствии с таблицей; пунктиром показано теоретическое содержание компонентов в каждой смеси)

Fig. 6. Results of quantitative analysis of extracts of triple mixtures (compositions according to the table; the dotted line shows the theoretical content of components in each mixture)

Проведение экстракции из смеси трех типов сухих плодов в соответствии с таблицей 4 выявило получение значений, незначительно превышающих простую сумму их индивидуальных эффектов в большинстве случаев. Исключение составило накопление флавоноидов в системе

«барбарис – шиповник – боярышник» 1:1:1, где его содержание почти в 2 раз превышает рассчитанное теоретическое на основании полученных в аналогичных условиях значений и «барбарис – шиповник – боярышник» 2:2:1, где суммарное содержание витамина С не соответствует

теоретически возможному. В первом случае можно говорить об ускорении процесса, а во втором – либо о ингибировании извлечения компонента С, либо о потере устойчивости в данной смеси. Витамин С неустойчив и быстро окисляется. Помимо увеличения максимальной концентрации компонентов при экстракции наблюдается рост скорости на начальном этапе в период соответствия скорости извлечения реакции

нулевого порядка (табл. 5). Последнее свидетельствует о том, что процесс контролируется большей частью внешними факторами (интенсивностью перемешивания, площадью контакта, скоростью диффузии жидкости), а не концентрацией вещества в нём и внутренней структурой извлекаемого материала. S-образный вид кривых с выходом на горизонтальную асимптоту свидетельствует о достижении максимальной концентрации (рис. 7).

Таблица 5. Некоторые полученные кинетические параметры извлечения витамина С и флавоноидов 70%-ным спиртом в процессе экстракции в аппарате Сокслета из тройных смесей различного соотношения плодов барбариса, боярышника и шиповника

Table 5. Some kinetic parameters obtained for the extraction of vitamin C and flavonoids with 70% alcohol during extraction in a Soxlet apparatus from triple mixtures of various ratios of barberry, hawthorn and rosehip fruits

Извлекаемый компонент / Extractable component	Состав / Composition	$C_{\max}$, %	$\tau_{k=\text{const}}$, мин	Константа скорости на участке $\tau_{k=\text{const}}$, %/мин / The speed constant on the site $\tau_{k=\text{const}}$, %/min
Витамин С	4	3,1	170	$1,7 \cdot 10^{-2}$
	5	3,2	100	$0,9 \cdot 10^{-2}$
	6	2,1	110	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Флавоноиды	4	-	120	$2,3 \cdot 10^{-2}$
	5	6,5	100	$3,0 \cdot 10^{-2}$
	6	6,0	100	$2,8 \cdot 10^{-2}$

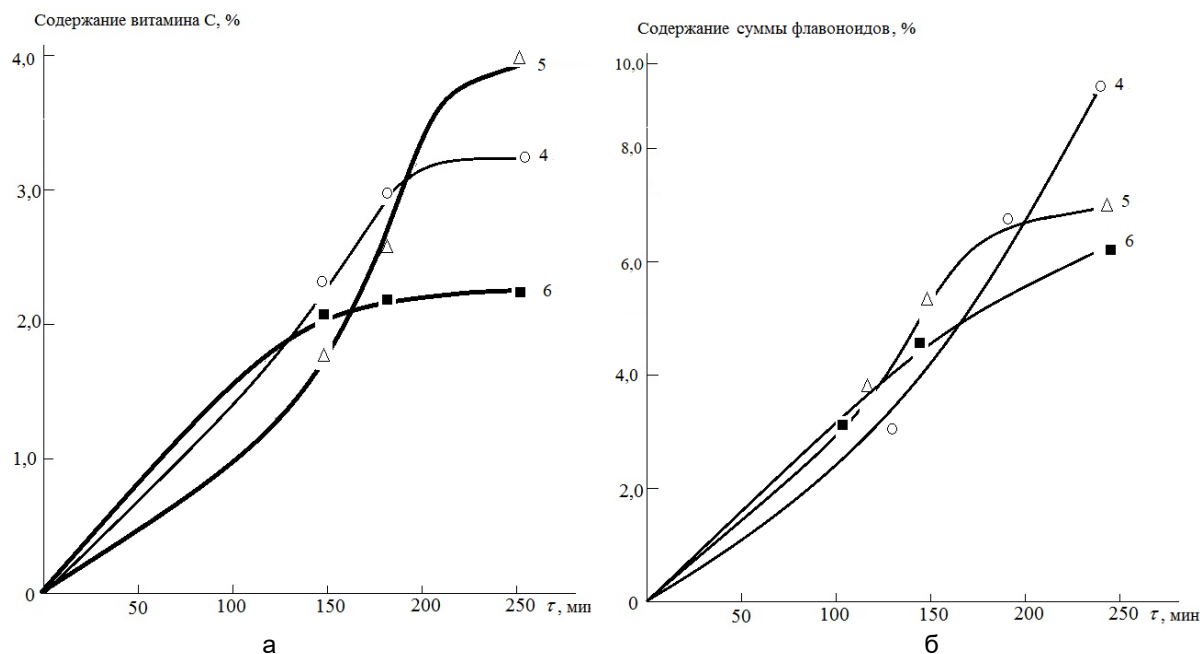


Рис. 7. Кинетические кривые накопления витамина С (а) и суммы флавоноидов (б) в процессе экстракции в аппарате Сокслета тройных смесей (составы в соответствии с таблицей 4)

Fig. 7. Kinetic curves of accumulation of vitamin C (a) and the amount of flavonoids (б) during extraction in the Soxlet apparatus of triple mixtures (compositions according to the table 4)

Для оценки устойчивости экстрактов плодов к «окислительной порче» и изучения антиоксидантных свойств масляные формы экстрактов на основе дезодорированного подсолнечного масла в соотношении сырье /

экстрагент 1:10 подвергались искусственному старению под действием факторов, инициирующих окисление (свет, доступ кислорода) с последующей оценкой показателей в течение 4-х недель (рис. 8).

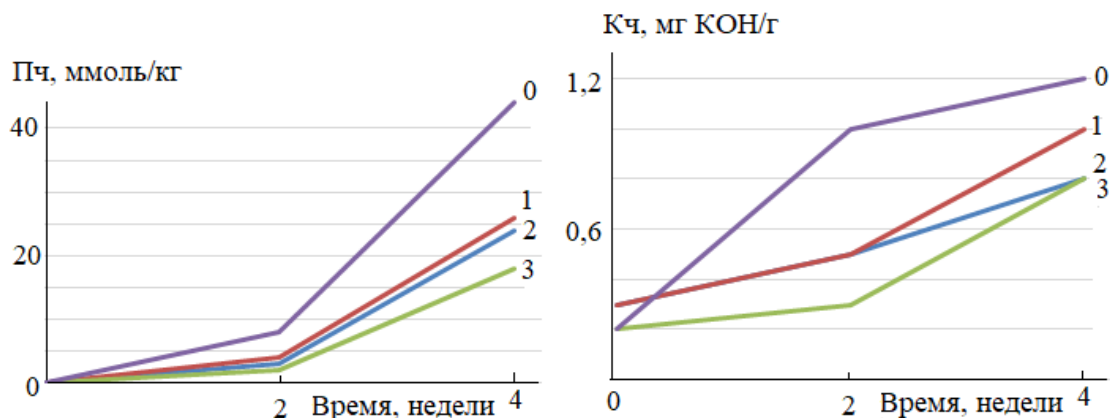


Рис. 8. Динамика изменения перекисного (ПЧ) и кислотного (КЧ) числа в процессе искусственного старения масляных экстрактов: 0 – без добавления плодов; 1 – боярышник; 2 – барбарис; 3 – шиповник

Fig. 8. Dynamics of changes in the peroxide (IF) and acid (KC) numbers in the process of artificial aging of oil extracts: 0 – without adding fruits; 1 – hawthorn; 2 – barberry; 3 – rosehip

Из трех приготовленных экстрактов масляный экстракт плодов шиповника обладает значительно более высокой устойчивостью к окислительной порче, благодаря богатому комплексу природных жирорастворимых антиоксидантов, значительно превосходящую стабильность чистого базового масла и других образцов масляных экстрактов.

Выводы

В целом в ходе работы установлено, что и непрерывная экстракция, и мацерация в условиях отсутствия перемешивания пригодны для извлечения БАВ из плодов дикорастущих барбариса, шиповника и боярышника. Полученные в процессе непрерывной экстракции кинетические кривые свидетельствуют, что трех циклов недостаточно для полного извлечения витамина С, суммы флавоноидов и суммы сапонинов. В условиях мацерации максимальное количество удалось извлечь из шиповника. При повышении температуры до температуры кипения увеличивается ко-

личество извлеченных флавоноидов и сапонинов, витамин С менее устойчив. На определенном этапе скорость экстракции БАВ из плодов в аппарате Сокслета подчиняется кинетическому уравнению нулевого порядка, причем извлечение флавоноидов и витамина С из шиповника протекает с одинаковой скоростью, чему есть технологическое и химическое объяснение.

Переход к комбинациям из сухих плодов выявил в большинстве случаев синергетический эффект при извлечении БАВ: добавление второго компонента приводило к получению результата, превосходящего простую сумму их индивидуальных эффектов, причем наибольший эффект наблюдался при извлечении компонента С. Только при смешении барбариса и боярышника (образец 2) наблюдалось увеличение суммы флавоноидов приблизительно в 1,5 раза, в остальных же комбинациях из двух видов сухих плодов наблюдается незначительный рост содержания суммы сапонинов и флавоноидов при совместном извлечении.

При переходе к трёхкомпонентным системам и проведении экстракции из смеси трех типов сухих плодов получен результат, незначительно превышающий простую сумму их индивидуальных эффектов в большинстве случаев. Исключение составило накопление флавоноидов в системе «барбарис – шиповник – боярышник» 1:1:1, где их содержание почти в 2 раз превышает рассчитанное теоретическое на основании полученных в аналогичных условиях значений. Тем не менее S-образный вид кривых и выход на горизонтальную асимптоту свидетельствуют о

достижении максимальной концентрации и полном извлечении компонентов в выбранных условиях, а полученные значения констант скоростей свидетельствуют об ускорении извлечения в данных условиях, что не исключает поиск оптимальных комбинаций плодов.

Установлено, что в указанных условиях масляный экстракт плодов шиповника обладает значительно более высокой устойчивостью к окислительной порче благодаря богатому комплексу природных жирорастворимых антиоксидантов.

Список источников

1. Тайворба А.Д., Пожидаева С.Д., Янкив К.Ф. Сравнительная характеристика извлечения БАВ из коробочек и плодов каштана конского // Химия растительного сырья. 2026. № 1. С. 249-256. <https://doi.org/10.14258/jcprgm.20260116935>.
2. Дедов Д.В. Применение боярышника кроваво-красного и плодов шиповника в составе препарата Кардиотон в профилактике различных заболеваний // Врач. 2022. Т. 33, № 12. С. 88-91. <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-17>.
3. Извлечение халконов методом экстракции из сухого растительного сырья / А.С. Пашина, К.Ф. Янкив, С.А. Романенко, С.Д. Пожидаева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2026. Т. 16, № 1. С. 141–157. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2026-16-1-141-157>.
4. Юшкова Е.И., Полехина Н.Н., Гаврилина В.А. Анализ полифенольных соединений методом LC/MS в составе экстрактов шиповника собачьего (*Rósa canína* L.), боярышника мягковатого (*Crataegus submollis*) и рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) // Естественные и технические науки. 2023. № 6(181). С. 70-76. <https://doi.org/10.25633/ETN.2023.06.06>.
5. Количественное определение содержания каротиноидов в мясистой части плодов шиповника обыкновенного (*r.canina* L.), произрастающего в ущелье Харангони-боло Варзобского района Таджикистана / М.Х. Эльназаров, И.Ф. Рахимов, Б.М. Холназаров, С.Дж. Юсуфи, М.К. Курбанов, Т.М. Зубвйдова // Илм Ва Фановарӯ = Наука и инновация. 2024. № 3. С. 150-158.
6. Мачнева И.А. Плоды и ягоды малораспространенных культур в «списке» кубанских «суперфудов» // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. № 80(2). С. 100-128. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-2-80-100-128>.
7. Флавоноиды: классификация, биологические свойства и перспективы использования в медицине / Е.Е. Курдюков, Д.А. Плешакова, Н.Н. Глебова, О.А. Водопьянова, Е.О. Гаранина // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 11(137). URL: <https://research-journal.org/archive/11-137-2023-november/10.23670/IRJ.2023.137.143> (дата обращения: 30.03.2026). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.143>.
8. Изучение микробиологической стабильности и выбор консерванта для сиропа на основе жидкого комбинированного экстракта плодов шиповника и плодов зизифуса / Е.Б. Никифорова, Н.М. Бат, О. А. Качанова, Е.А. Шарпило, А.Г. Нечаева, К.В. Горьковенко // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2022. № 1(35). С. 32-37. <https://doi.org/10.34907/JPQAI.2022.66.48.004>.

9. Душанова Н.А., Хакимова Н.Х. Оптимизация технологии яблочного сока и обогащение его биологически активными веществами экстрактов шиповника и мяты // *Universum: технические науки*. 2026. № 1(142), ч. 4. С. 53-60.
10. Экстракция флавоноидов из листьев воробейника лекарственного *Lithospermum officinale* L. (Boraginaceae) с использованием СВЧ-энергии / Н.Ю. Адамцевич, Е.В. Феськова, В.С. Болтовский, В.В. Титок // *Химия растительного сырья*. 2021. № 1. С. 85-92. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021018244>.
11. Изучение основных элементов химического состава растительного сырья Дагестана / Т.А. Исригова, З.А. Магомедова, С.С. Исригов, С.М. Салманов, Е.В. Санникова, В.С. Исригова [и др.] // *Проблемы развития АПК региона*. 2020. № 4(44). С. 172-180. <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.172>.
12. Экстракция и состав жиро-восковых веществ плодов дикорастущего шиповника / П.М. Султонова, С.Р. Усманова, А.И. Ашуров, З.К. Мухидинов // *Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе*. 2025. Т. 1, № 1(45). С. 110-119.
13. Извлечение ценных компонентов из плодов боярышника и барбариса Северо-Западного региона / И.А. Морозкова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков, Н.Н. Васильева // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2020. № 232. С. 181-195. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2020.232.181-195>
14. Ахматохунова М.К., Исломова С.Т. Химический состав шиповника и применение в народной медицине // *Экономика и социум*. 2024. № 3(118), ч. 1. С. 569-571.
15. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Плоды редких культур как источники антиоксидантов для разработки функциональных продуктов питания // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023. № 83(5). С. 151-163. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-5-83-151-163>.
16. Паньковский Г.А. Производство плодово-ягодных маринадов с использованием растительного сырья Западной Сибири [Из плодов ирги и ягод барбариса] // *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2005. № 3. С. 1003.
17. Гадимова Н.С. Исследование качественных показателей некоторых лесных ягод и применение их в производстве напитков // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2020. № 7. С. 67-71.
18. Захаров В.Л. Сохранность биологически активных веществ в компотах из дикорастущих плодово-ягодных культур ЦЧР // *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2016. № 1(1). С. 8-18.
19. Инновационные безалкогольные напитки из натурального растительного сырья / М.В. Бабаева, С.В. Жуковская, Д.А. Казарцев, В.М. Жиров, Н.Л. Клейменова, Н.Н. Попова // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022. Т. 84, № 1(91). С. 118-124. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-118-124>.
20. Кошкина А., Альшевский Д.Л. Совершенствование технологии яблочного сидра с использованием дикорастущих плодов и ягод Калининградской области // *Известия КГТУ*. 2021. № 62. С. 106-119. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2021-62-106-119>.
21. Кох Ж.А., Кох Д.А. *Berberis Sibirica* pall. как перспективное сырье для производства ликеров // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 1(124). С. 120-124
22. Рахматуллаева М.М., Рахимова Г.О. Разработка технологии получения «Лечебного бальзама» // *Universum: химия и биология*. 2022. № 12(102), ч. 1. С. 62-66. <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.102.12.14556>.
23. Разработка лабораторной технологии получения сиропа «Холагон» / Ф.А. Ахмедов, Х.Ш. Джураев, Д.Н. Джамshedов, А.А. Саидов, Н. Забиров // *Паёми Академияи илмҳои тибби Тоҷикистон = Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2016. Т. 6, № 4. С. 33-36.

24. Разработка состава, технологии сиропа с фитокомпонентами и определение норм качества / Ф.А. Ахмедов, З.А. Кадилаева, М.А. Огай, Э.Ф. Степанова, Н.Л. Нам, А.И. Сливкин [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2022. № 2. С. 52-60. <https://doi.org/10.18411/doi-code-2023.160>.

25. Богданова Л.С., Искунов Ф.С., Красноштанова А.А. Исследование условий получения витаминных экстрактов из плодов шиповника // Успехи в химии и химической технологии. 2023. Т. 37, № 12(274). С. 19-21.

26. Сизова Н.В. Методы извлечения липидных антиоксидантов из растительного сырья. Тестирование антиоксидантной активности // BIOAsia Altai 2024: материалы IV Международного биотехнологического форума. Барнаул: Алтай. гос. ун-т, 2024. С. 357-361.

References

1. Tayvorba A.D., Pozhidaeva S.D., Yankiv K.F. Comparative characteristics of extraction of biologically active substances from horse chestnut boxes and fruits. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* = *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2026;(1):249-256. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260116935>.

2. Dedov D.V. The use of *Crassula ovata* and *Rosa canina* fruits in the preparation Cardioton in the prevention of various diseases. *Vrach* = *Vrach*. 2022;33(12):88-91. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-17>.

3. Pashina A.S., Yankiv K.F., Romanenko S.A., Pozhidaeva S.D. Extraction of chalcones by extraction from dry plant raw materials. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2026;16(1):141-157. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2026-16-1-141-157>.

4. Yushkova E.I., Polekhina N.N., Gavrilina V.A. Analysis of polyphenolic compounds by LC/MS method in extracts of dog rose (*Rósa canina* L.), soft hawthorn (*Crataegus submollis*) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.). *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* = *Natural and Technical Sciences*. 2023;(6):70-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.25633/ETN.2023.06.06>.

5. Elnazarov M.Kh., Rakhimov I.F., Kholnazarov B.M., Yusufi S.J., Kurbanov M.K., Zubaydova T.M. Quantitative determination of the content of carotenoids in the fleshy part of the fruits of the common rosehip (*R. canina* L.), which grows in the Kharangoni-Bolo gorge of the Varzob district of Tajikistan. *Nauka i innovatsiya* = *Science and Innovation*. 2024;(3):150-158. (In Russ.)

6. Machneva I.A. Fruits and berries of uncommon crops in the "list" of Kuban "superfoods". *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* = *Fruit growing and viticulture in the south of Russia*. 2023;(80):100-128. (In Russ.) <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-2-80-100-128>.

7. Kurdyukov E.E., Pleshakova D.A., Glebova N.N., Vodopyanova O.A., Garanina E.O. Flavonoids: classification, biological properties and prospects of use in medicine. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* = *International Scientific Research Journal*. 2023;(11). Available at: <https://research-journal.org/archive/11-137-2023-november/10.23670/IRJ.2023.137.143> <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.143> (accessed 30.03.2026).

8. Nikiforova E.B., Bat N.M., Kachanova O.A., Sharpilo E.A., Nechaeva A.G., Gorkovenko K.V. Study of microbiological stability and choice of preservative for syrup based on liquid combined extract of shea butter and ziziphus fruits. *Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv* = *Issues of quality assurance of medicines*. 2022;(1):32-37. (In Russ.) <https://doi.org/10.34907/JPQAI.2022.66.48.004>.

9. Dushanova N.A., Khakimova N.H. Optimization of apple juice technology and enrichment with biologically active substances of rosehip and mint extracts. *Universum: tekhnicheskie nauki = Universum: technical sciences*. 2026;(1-4):53-60. (In Russ.)
10. Adamtsevich N.Yu., Feskova E.V., Boltovsky V.S., Titok V.V. Extraction of flavonoids from the leaves of *Lithospermum officinale* L. (Boraginaceae) using microwave energy. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of Plant Raw Materials*. 2021;(1):85-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021018244>.
11. Isrigova T.A., Magomedova Z.A., Isrigov S.S., Salmanov S.M., Sannikov E.V., Isrigova V.S. Study of the main elements of the chemical composition of the plant raw materials of Dagestan. *Problemy razvitiya APK regiona = Problems of the region's agricultural development*. 2020;(4):172-180. (In Russ.) <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.172>.
12. Sultanova P.M., Usmanova S.R., Ashurov A.I., Mukhidinov Z.K. Extraction and composition of fatty wax substances of wild rose hips. *Vestnik Filiala Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M.V. Lomonosova v gorode Dushanbe = Bulletin of the Branch of the Lomonosov Moscow State University in Dushanbe*. 2025;1(1):110-119. (In Russ.)
13. Morozkova I.A., Kutakova N.A., Tretyakov S.I., Vasilyeva N.N. Extraction of valuable components from the fruits of hawthorn and barbadice of the North-Western region. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii = Izvestiya of the St. Petersburg Forestry Academy*. 2020;(232):181-195. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2020.232.181-195>.
14. Akhmatokhunova M.K., Islomova S.T. Chemical composition of rose hips and their use in traditional medicine. *Ekonomika i sotsium = Economics and Society*. 2024;(3-1):569-571. (In Russ.)
15. Pritchko T.G., Droficheva N.V. Fruits of rare crops as sources of antioxidants for the development of functional foods. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii = Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia*. 2023;(83):151-163. (In Russ.) <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-5-83-151-163>.
16. Pankovsky G.A. Production of fruit and berry marinades using plant raw materials from Western Siberia [From the fruits of the serviceberry and barberry berries]. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost' = Food and Processing Industry. Abstract journal*. 2005;(3):1003. (In Russ.)
17. Gadimova N.S. Research of the quality indicators of some wild berries and their application in the production of beverages. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2020;(7):67-71. (In Russ.)
18. Zakharov V.L. Preservation of biologically active substances in compotes from wild fruit and berry crops of the Central Black Earth Region. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii = Agroindustrial Technologies of Central Russia*. 2016;(1):8-18. (In Russ.)
19. Babaeva M.V., Zhukovskaya S.V., Kazartsev D.A., Zhirov V.M., Kleimenova N.L., Popova N.N. Innovative non-alcoholic beverages made from natural plant raw materials. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii. = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022;84(1):118-124. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-118-124>
20. Koshkina A., Alshevsky D.L. Improvement of apple cider technology using wild fruits and berries of the Kaliningrad Region. *Izvestiya KGTU = Izvestiya KGTU*. 2021;(62):106-119. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2021-62-106-119>.
21. Koch Zh.A., Koch D.A. Berberis Sibirica Pall. as a promising raw material for the production of liqueurs. *Vestnik KrasGAU = Vestnik KrasGAU*. 2017;(1):120-124. (In Russ.)
22. Rakhmatullaeva M.M., Rakhimova G.O. Development of technology for producing medicinal balm. *Universum: khimiya i biologiya = Universum: Chemistry and Biology*. 2022;(12-1):62-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.102.12.14556>.

23. Akhmedov F.A., Dzhuraev Kh.Sh., Dzhamshedov D.N., Saidov A.A., Zabiroy N. Development of a laboratory technology for producing Hologon syrup. *Vestnik Akademii meditsinskikh nauk Tadzhikistana = Bulletin of the Academy of Medical Sciences of Tajikistan*. 2016;6(4):33-36. (In Russ.)

24. Akhmedov F.A., Kadilaeva Z.A., Ogai M.A., Stepanova E.F., Nam N.L., Slivkina A.I. Development of the composition, technology of syrup with phyto-components and determination of quality standards. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya = Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2022;(2):52-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18411/doicod-2023.160>.

25. Bogdanova L.S., Iskusnov F.S., Krasnoshtanova A.A., Bogdanova L.S. Research of the conditions for obtaining vitamin extracts from rosehip fruits. *Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii = Advances in Chemistry and Chemical Technology*. 2023;37(12):19-21. (In Russ.)

26. Sizova N. Methods for extracting lipid antioxidants from plant raw materials. Testing of antioxidant activity. In: *BIOAsia Altai 2024: materialy IV Mezhdunarodnogo biotekhnologicheskogo foruma = BIOAsia Altai 2024: materials of the IV International biotechnology forum*. Barnaul: Altai gos. un-t; 2024. P. 357-361. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the Authors

Тайворба Анастасия Дмитриевна, магистрант, кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: anastasiatajvorba67@gmail.com

Anastasia D. Tayvorba, Undergraduate of Fundamental Chemistry and Chemical Technology Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: anastasiatajvorba67@gmail.com

Зюлина Екатерина Андреевна, студент, кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: teddycat36196@gmail.com

Ekaterina A. Zyulina, Student of Fundamental Chemistry and Chemical Technology Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: teddycat36196@gmail.com

Пожидаева Светлана Дмитриевна, кандидат химических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5690-1102

Svetlana D. Pozhidaeva, Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor of Fundamental Chemistry and Chemical Technology Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: pozhidaeva_kursk@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5690-1102