

УДК 615.451.16; 582.991.43-024.546

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-46>

Влияние термической обработки одуванчика лекарственного корней на экстракцию гидроксикоричных кислот

Р. И. Лукашов¹✉, Н. С. Гурина¹, М. Н. Пovyдыш²

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет» (БГМУ). 220083, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Дзержинского, д. 83

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СПбХФУ Минздрава России). 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14, литера А

✉ Контактное лицо: Лукашов Роман Игоревич. E-mail: r_lukashov@mail.ru

ORCID: Р. И. Лукашов – <https://orcid.org/0000-0001-5234-6319>;

Н. С. Гурина – <https://orcid.org/0009-0009-9150-5728>;

М. Н. Пovyдыш – <https://orcid.org/0000-0002-7768-9059>.

Статья поступила: 19.07.2025

Статья принята в печать: 14.10.2025

Статья опубликована: 17.10.2025

Резюме

Введение. Повышение экстракции биологически активных веществ (БАВ) является важной задачей современной фармакогнозии и технологии производства лекарственных препаратов растительного происхождения. Особенно актуальна эта проблема для лекарственного растительного сырья (ЛРС) с небольшим содержанием БАВ. Одним из вариантов решения может стать термическая предобработка ЛРС. Для выполнения термообработки целесообразно экспериментально подобрать оптимальные показатели, обеспечивающие наибольший выход БАВ из обработанного сырья.

Цель. Изучить влияние показателей термической предобработки одуванчика лекарственного корней на содержание гидроксикоричных кислот (ГКК).

Материалы и методы. Объект исследования – одуванчика лекарственного корни шести серий. Суммарное содержание ГКК с пересчетом на кофейную кислоту определяли спектрофотометрически с использованием реактива Арнова. Качественный состав и соотношение ГКК устанавливали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Термическую предобработку корней выполняли при разных температурах в стерилизаторе воздушном.

Результаты и обсуждение. Температура, длительность термической предобработки, наличие упаковки, толщина слоя и степень измельчения сырья статистически значимо влияют на экстракцию ГКК. Экстракция ГКК по сравнению с необработанным сырьем повышается на 36,0 %, качественный состав и соотношение основных идентифицированных ГКК (кофейная, хлорогеновая, цикориевая, галловая, *п*-кумаровая кислоты) не изменяется при проведении предобработки при температуре 140 °С в фольге длительностью 1 ч в толщине слоя до 1 см порошка сырья с размером частиц 355 мкм и менее. При проведении термообработки содержание ГКК взаимосвязано с активностью полифенолоксидазы и температурой обработки: в области от 40 до 120 °С выявлена прямая зависимость, в области от 120 до 140 °С она изменяется на обратную.

Заключение. Установлены оптимальные показатели проведения термообработки одуванчика лекарственного корней, повышающие экстракцию ГКК без изменения их состава и соотношения. Выявленные показатели могут использоваться для получения извлечений из одуванчика лекарственного корней с повышенным содержанием ГКК для дальнейшей разработки технологий получения экстракционных фитопрепаратов, способов выделения индивидуальных ГКК или методик их количественного определения.

Ключевые слова: одуванчика лекарственного корни, гидроксикоричные кислоты, предварительная термическая предобработка, повышение экстракции, активность полифенолоксидазы

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

© Лукашов Р. И., Гурина Н. С., Пovyдыш М. Н., 2025

© Lukashov R. I., Gurina N. S., Povydysh M. N., 2025

Вклад авторов. Н.С. Гурина придумала и разработала эксперимент, участвовала в обработке экспериментальных данных. Р.И. Лукашов выполнял эксперимент, проводил статистическую обработку и представление результатов. М.Н. Повыдыш участвовала в обработке, обсуждении результатов и формулировании выводов.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках задания 2.2.3 «Получить и стандартизировать экстракционные лекарственные формы с повышенным содержанием биологически активных веществ» в рамках государственной программы научных исследований 2 «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия», подпрограммы 2.2 «Синтез и направленное модифицирование регуляторов биопроцессов (Биорегуляторы)».

Для цитирования: Лукашов Р. И., Гурина Н. С., Повыдыш М. Н. Влияние термической обработки одуванчика лекарственного корней на экстракцию гидроксицинновых кислот. *Гербарум*. 2025;2(4):33–40. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-46>

Effect of dandelion roots heat pre-treatment on the hydroxycinnamic acids extraction

Raman I. Lukashou¹✉, Natalia S. Gurina¹, Maria N. Povydysh²

¹ Belarusian State Medical University. 83, Dzerzhinsky ave., Minsk, 220083, Republic of Belarus

² Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University. 14A, Prof. Popova str., Saint-Petersburg, 197022, Russia

✉ **Corresponding author:** Raman I. Lukashou. **E-mail:** r_lukashov@mail.ru

ORCID: Raman I. Lukashou – <https://orcid.org/0000-0001-5234-6319>;

Natalia S. Gurina – <https://orcid.org/0009-0009-9150-5728>;

Maria N. Povydysh – <https://orcid.org/0000-0002-7768-9059>.

Received: 19.07.2025

Accepted: 14.10.2025

Published: 17.10.2025

Abstract

Introduction. Extraction increasing of biologically active substances (BAS) is one of the important problems of modern pharmacognosy and technology of herbal medicines. This problem is especially relevant for medicinal plant raw materials (MPRS) with a small content of BAS. One solution could be the heat pre-treatment of MPRS. To perform heat pre-treatment, it is advisable to experimentally select parameters that ensure the highest yield of BAS from the processed MPRS.

Aim. To study the influence of thermal pre-treatment parameters of dandelion roots on the content of hydroxycinnamic acids (HCA).

Materials and methods. The object of the study was air-dried dandelion roots from six series. Quantitative determination of the total content of HCA in terms of caffeic acid was determined by spectrophotometry with Arnov's reagent. The qualitative composition of HCA was determined by high-performance liquid chromatography by comparison with standards. Thermal pre-treatment of roots was carried out in an air sterilizer at different temperatures. The content of HCA was compared with the activity of polyphenol oxidase.

Results and discussion. Temperature, duration of thermal pre-treatment, presence of packaging, layer thickness and condition of raw materials by degree of grinding statistically significantly affect the extraction of HCA. Extraction of HCA in comparison with untreated raw materials increases by 36.0 %, qualitative composition and ratio of the main identified HCA (caffeic, chlorogenic, chicory, gallic, *p*-coumaric acids) do not change when pre-treatment is carried out at a temperature of 140 °C in foil for 1 hour in the thickness of the raw material powder layer with a particle size of 355 µm and less up to 1 cm. During heat pre-treatment, the content of HCA is interconnected with the activity of polyphenol oxidase and the treatment temperature: in the range from 40 to 120 °C a direct dependence was revealed, in the range from 120 to 140 °C it changes to the opposite.

Conclusion. Optimal parameters for heat pre-treatment of dandelion roots have been established, increasing the extraction of HCA without changing their composition and ratio. The identified parameters can be used to obtain extracts from dandelion roots with a high content of HCA for the further development of technologies for obtaining extraction herbal medicines, methods for isolating individual HCA or methods for their quantitative determination.

Keywords: dandelion roots, hydroxycinnamic acids, heat pre-treatment, increased extraction, polyphenol oxidase activity

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Natalia S. Gurina conceived and developed the experiment, participated in the processing of experimental data. Raman I. Lukashou performed the experiment, carried out statistical processing and presentation of the results. Maria N. Povydysh participated in the processing, discussion of results and formulation of conclusions.

Funding. The study was carried out within the framework of task 2.2.3 "Obtain and standardize extraction dosage forms with an increased content of biologically active substances" within the framework of the state scientific research program 2 "Chemical processes, reagents and technologies, bioregulators and bioorganic chemistry" subprogram 2.2 "Synthesis and targeted modification of bioprocess regulators (Bioregulators)".

For citation: Lukashou R. I., Gurina N. S., Povydysh M. N. Effect of dandelion roots heat pre-treatment on the hydroxycinnamic acids extraction. *Herbarium*. 2025;2(4):33–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-46>

Введение

Одуванчик лекарственный – сорное растение семейства астровых (*Asteraceae*), широко произрастающее на территории Российской Федерации и Республики Беларусь [1]. В качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС) заготавливают и высушивают корни этого растения [2].

В Республике Беларусь и Российской Федерации в современных условиях как лекарственные препараты зарегистрированы только измельченные корни одуванчика лекарственного. После получения отвара применяют внутрь в составе комплексной терапии метеоризма, диспепсии, снижения аппетита (как горечь) и заболеваний мочевыводящего тракта (как диуретик)^{1,2}.

Стандартизацию корней проводят по сумме экстрактивных веществ (не менее 20 %) [3], по сумме фенолкарбоновых кислот с пересчетом на кофейную кислоту (не менее 0,3 %) [2]. Для подтверждения подлинности корней используют тонкослойную хроматографию с подтверждением наличия хлорогеновой кислоты³. Гидроксикоричные кислоты (ГКК) одуванчика лекарственного корней представлены кофейной, хлорогеновой, цикориевой и другими кислотами, и их суммарное содержание колеблется около 1 % [4–8].

¹ Государственный реестр лекарственных средств Республики Беларусь. Минск: УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении». Доступно по: <https://www.rceth.by>. Ссылка активна на 07.08.2025.

² Государственный реестр лекарственных средств. Москва: Министерство здравоохранения Российской Федерации. Доступно по: <https://grls.rosminzdrav.ru/GRLS.aspx/> Ссылка активна на 07.08.2025.

³ Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. Москва: Министерство здравоохранения Российской Федерации. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/oduvanchika-lekarstvennogo-korni-taraxaci-officinalis-radices/> Ссылка активна на 07.08.2025.

Достаточно небольшое содержание ГКК для корней и довольно низкий порог нормирования при количественном определении обуславливают поиск новых путей интенсификации экстракции данной группы биологически активных веществ (БАВ).

Перспективным вариантом повышения экстракции ГКК может являться их предварительная обработка в виде термического воздействия на воздушно-сухое сырье [9]. Помимо ускорения химических реакций разложения БАВ, температура инактивирует ферменты растений и повышает микробиологическую стабильность сырья, что подтверждено положительными примерами влияния термической обработки на увеличение выхода БАВ при экстракции.

Термическая обработка корневищ с корнями сабельника болотного при 70 °С в течение 7 дней приводит к увеличению экстракции проантоцианидинов вследствие их деполимеризации и образования мономеров [10]. Термическая активация василька синего цветков приводит к замедлению окисления антоцианов в полученной из них настойке в отличие от добавления аскорбиновой кислоты, которая ускоряет деградацию БАВ [11].

Согласно Руководству по минимизации рисков микробной контаминации препаратов из ЛРС для минимизации микробной контаминации перед высушиванием ЛРС возможно проведение краткосрочной термической обработки (сверхвысокотемпературной или высокотемпературной) или пастеризации⁴.

⁴ О Руководстве по контролю рисков микробной контаминации лекарственного растительного сырья, растительных фармацевтических субстанций (препаратов на основе лекарственного растительного сырья) и лекарственных растительных препаратов: Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 6 августа 2019 г. № 24. Москва: Коллегия Евразийской экономической комиссии. Доступно по: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F01900281>. Ссылка активна на 07.08.2025.

Цель исследования – изучение влияния показателей термической предобработки одуванчика лекарственного корней на содержание ГКК.

Материалы и методы

Объект исследования – одуванчика лекарственного корни. Использовали корни, которые произведены ООО «НПК Биотест» и заготовлены в фазу отмирания надземной части дикорастущих растений в первой половине осени в окрестностях д. Новое поле (Минский район), пр-та Дзержинского г. Минска и г. Калинковичи в 2020–2022 гг. ЛРС после заготовки подвергали воздушно-теневого сушке.

Точные навески высушенных корней обрабатывали при 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 и 180 °C в упаковке (в фольге) или без упаковки (в выпарительной чаше) в стерилизаторе воздушном «Витязь» ГП-10-3 (ОАО «Витязь», Беларусь).

Следует отметить, что при температурах 40 и 60 °C могут происходить процессы активации деструктурирующих БАВ ферментов в самом ЛРС [12]. При дальнейшем повышении температуры идет разрушение клеточных структур, накапливающих БАВ, и, соответственно, облегчение последующей экстракции [13]. Однако может происходить окисление кислородом воздуха изучаемых групп БАВ, так как они в химической структуре содержат фенольные гидроксилы. Поэтому целесообразно экспериментально подобрать температуру и временной промежуток термической обработки, которые в совокупности обеспечат именно повышение выхода БАВ из ЛРС при экстракции [14].

При оценке выхода БАВ изучали влияние следующих показателей: продолжительности термообработки (0,5, 1, 1,5, 2, 3 и 6 ч); толщины слоя ЛРС, которое подвергалось предобработке (до 1, 1–2, 2–3, 3–4, более 5 см) и степени измельчения сырья [цельное, резаное (5600 мкм и менее), порошок с размером частиц 500 мкм и менее]. Последние два изучаемых показателя отражают равномерность воздействия температуры на ЛРС при его термообработке.

Содержание суммы ГКК в пересчете на кофейную кислоту определяли согласно статье «Одуванчика лекарственного корни» из второго тома Государственной фармакопеи Республики Беларусь [2]. Оптическую плотность фиксировали на спектрофотометре Solar RB2201 (ЗАО «СОЛАР», Беларусь).

Качественный состав и соотношение ГКК оценивали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) согласно статье этой же фармакопеи «Эхинацеи пурпурной трава» [2]. Измерения выполнены на жидкостном хроматографе UltiMate 3000 (Ultimate, Германия). Обработка хроматографических показателей осуществлена с помощью программы Chromeleon 7. Относительное содержание ГКК рассчитано методом внутренней нормировки.

Активность полифенолоксидазы в изучаемом ЛРС определяли по методике Бояркина [15].

Статистическая обработка выполнена с использованием программы Microsoft Office Excel 2016 (пакет «Анализ данных»). Содержание ГКК на рисунках и в таблицах представлено в виде $\bar{X} \pm \Delta_{\bar{x}}$ ($n = 3$), где $\bar{X}$ – среднее значение содержания; $\Delta_{\bar{x}}$ – полуширина доверительного интервала. Статистическую значимость ($p < 0,05$) влияния показателей термообработки устанавливали в ходе дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

Максимальное содержание ГКК в термически обработанных одуванчика лекарственного корнях отмечено при предобработке при 140 °C, оно больше на 38,3 % (отн.) ($p = 0,0012$) по сравнению с нативным сырьем и на 32,9 % (отн.) ($p = 0,0049$) по сравнению с предобработкой при 100 °C. При термической предобработке при 100 и 120 °C содержание сопоставимо ($p = 0,21$ и $0,17$ соответственно) с нативным ЛРС (рисунок 1).

Термическая предобработка одуванчика без упаковки значимо снижала содержание ГКК (p равно от 0,0078 до 0,026) по сравнению с необработанным ЛРС (рисунок 2).

Максимальное содержание ГКК в термически обработанных одуванчика лекарственного корнях отмечено в течение 1 ч предобработки, дальнейшее увеличение ее длительности плавно снижало ($R^2 = -0,8532$) содержание с ростом к 6 ч на 34,2 % (отн.) ($p = 0,018$). При этом содержание в термически обработанном сырье в течение 1 ч ГКК больше на 22,1 % (отн.) ($p = 0,016$) и 28,2 % (отн.) ($p = 0,014$), чем при обработке в течение 0,5 и 6 ч соответственно (рисунок 3).

Выявлено, что максимальное содержание отмечено при термообработке корней в слое до 1 см, дальнейшее увеличение этого показателя статистически значимо снижало содержание [от 16,0 до 59,5 % (отн.) (p равно от 0,00038 до 0,014)] (рисунок 4).

Максимальное содержание ГКК отмечено при термической предобработке сырья в порошке, что на 23,5 % (отн.) ($p = 0,044$) и в 3,5 раза ($p = 4,0 \cdot 10^{-6}$) больше, чем для резаного и цельного сырья соответственно (рисунок 5).

Сухие одуванчика лекарственного корни обладали достаточной активностью фермента полифенолоксидазы, которая при повышении температуры снижалась от 68,0 % (отн.) ($p = 0,0023$) до 127 % (отн.) ($p = 2,9 \cdot 10^{-5}$). В диапазоне от 80 до 120 °C наблюдали прямую зависимость ($R^2 = 0,9947$) между остаточной активностью указанного фермента и содержанием ГКК. При переходе от 120 к 140 °C происходила реверсия зависимости на обратную ($R^2 = -0,9822$). При 140 °C активность резко падала, что сопровождалось увеличением содержания ГКК (рисунок 6).

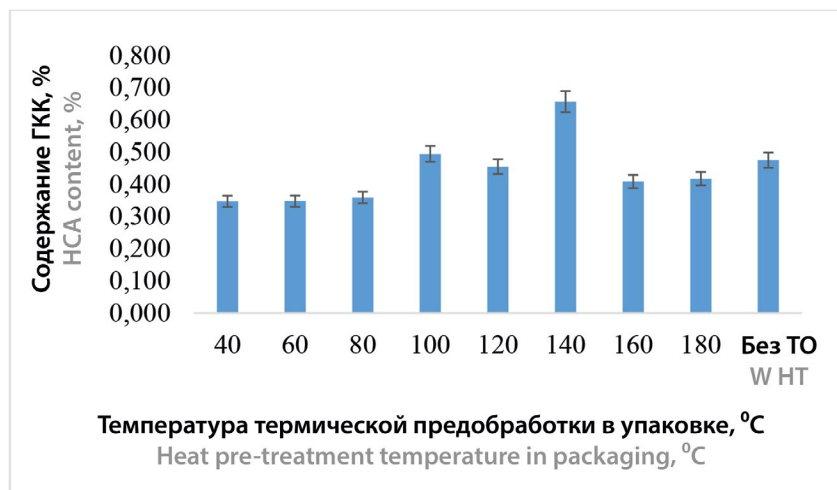


Рисунок 1. Содержание ГКК в зависимости от используемой температуры при проведении термообработки в упаковке.

Без ТО – без термической обработки

Figure 1. The content of hydroxycinnamic acids (HCA) depending on the temperature used during heat pre-treatment in the package.

W HT – without heat pre-treatment

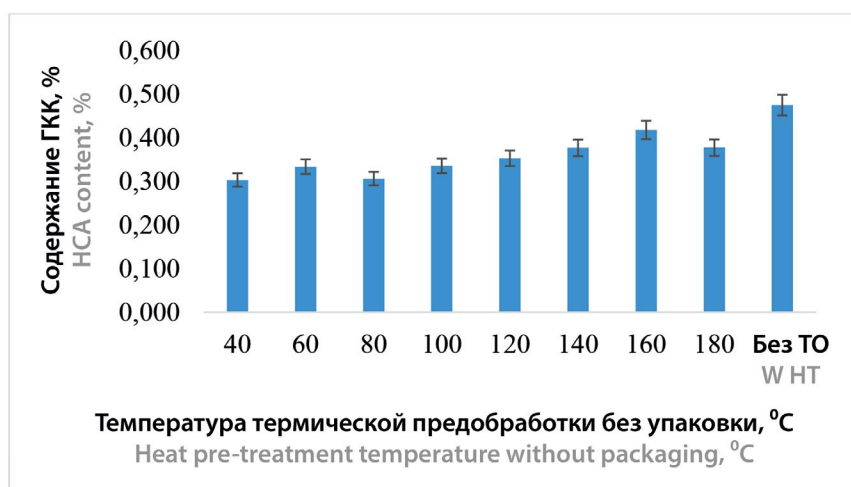


Рисунок 2. Содержание ГКК в зависимости от используемой температуры при проведении термообработки без упаковки.

Без ТО – без термической обработки

Figure 2. The content of HCA depending on the temperature used during heat pre-treatment without package.

W HT – without heat pre-treatment

Температура ($p = 2,9 \cdot 10^{-4}$), длительность термической предобработки ($p = 3,5 \cdot 10^{-4}$), наличие упаковки ($p = 3,8 \cdot 10^{-6}$), толщина слоя сырья ($p = 0,027$) и степень измельчения сырья ($p = 0,014$) статистически значимо влияли на содержание ГКК.

С учетом вышеизложенных экспериментальных данных предлагается следующая технология термической предобработки одуванчика лекарственного кор-

ней: порошок высушенных одуванчика лекарственного корней с размером частиц сырья 355 мкм и менее в слое менее 1 см помещают на фольгу, герметично закручивают и подвергают воздействию температуры 140 °C в течение 1 ч. После чего, не разворачивая, проводят охлаждение до комнатной температуры, затем разворачивают, взвешивают, проводят экстракцию и определение ГКК.

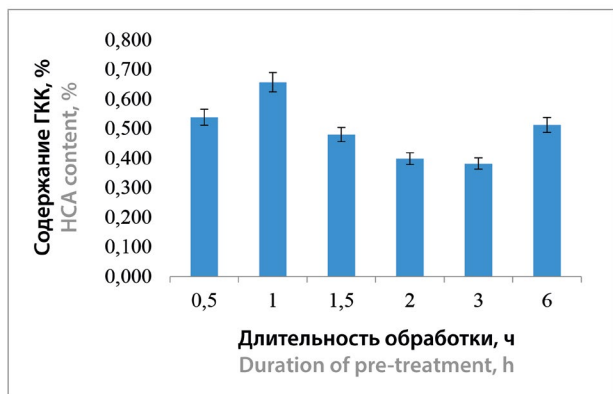


Рисунок 3. Содержание ГКК в зависимости от длительности проведения термообработки

Figure 3. Content of HCA depending on the duration of during heat pre-treatment

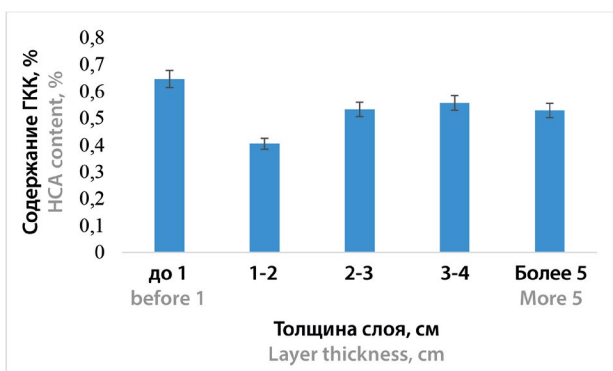


Рисунок 4. Содержание ГКК в зависимости от толщины термически обрабатываемого слоя

Figure 4. Content of HCA depending on the thickness of the heat pre-treated layer

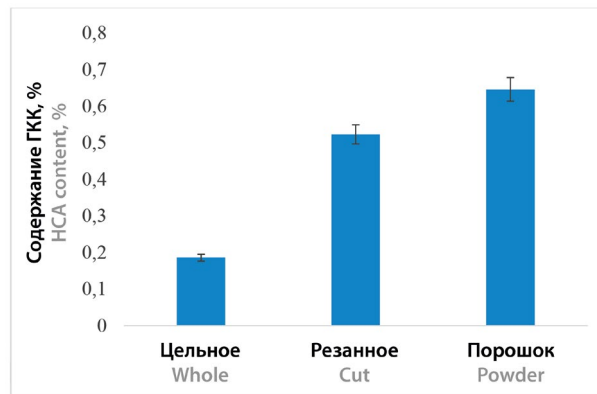


Рисунок 5. Содержание ГКК в зависимости от измельчения сырья

Figure 5. Content of HCA depending on the of raw material grinding

При выполнении указанной выше технологии выход ГКК увеличивался на 36,0 % (отн.) ($p = 0,0059$) по сравнению с нативными корнями (рисунок 7).

Термообработка не изменяла качественный состав и соотношение ГКК одуванчика лекарственного корней, так как их относительное содержание в термически предобработанных и необработанных корнях значимо не различалось (таблица 1).

Закключение

Выявлено статистически значимое изменение количественного содержания ГКК после термической предобработки одуванчика лекарственного корней при разных температурных режимах в зависимости от наличия/отсутствия упаковки.

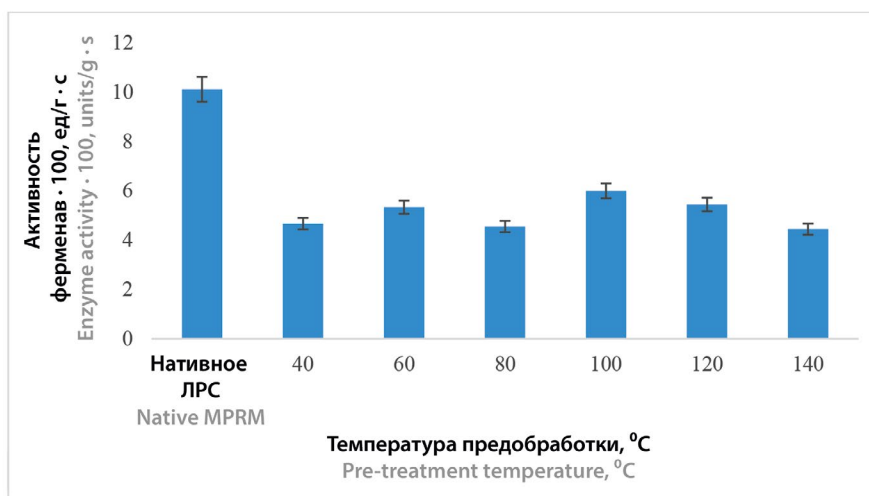


Рисунок 6. Активность фермента полифенолоксидазы в зависимости от температуры проведения термообработки.
ЛРС – лекарственное растительное сырье

Figure 6. Activity of the enzyme polyphenol oxidase depending on the temperature of during heat pre-treatment.
MPRM – medicinal plant raw material

Таблица 1. Состав ГКК термически предобработанных и необработанных одуванчика лекарственного корней

Table 1. Qualitative composition of the HCA of heat pre-treated and native dandelion roots

Название ГКК Name of HCA	Термически обработанное ЛРС, % Heat pre-treated MPRM, %	ЛРС, % MPRM, %	Значение <i>p</i> <i>p</i> -Value
Галловая кислота Gallic acid	5,4 ± 0,6	5,9 ± 0,2	0,19
Хлорогеновая кислота Chlorogenic acid	44,5 ± 2,1	45,8 ± 2,5	0,38
Кофейная кислота Caffeic acid	8,9 ± 0,4	7,8 ± 0,5	0,13
<i>n</i> -Кумаровая кислота <i>p</i> -Coumaric acid	22,4 ± 1,2	21,4 ± 1,5	0,26
Цикориевая кислота Chicoric acid	18,8 ± 1,0	19,1 ± 0,9	0,48

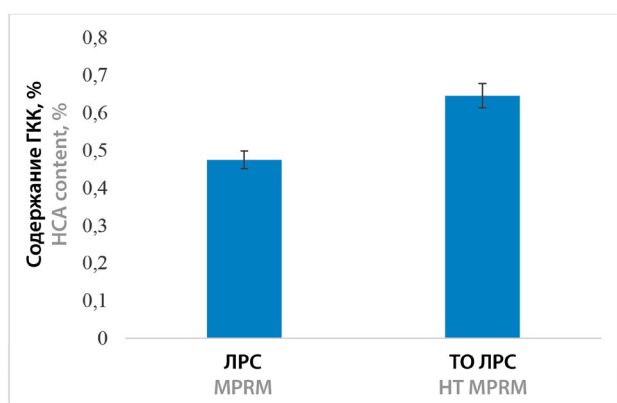


Рисунок 7. Содержание ГКК в термически предобработанных (ТО ЛРС) и необработанных одуванчика лекарственного корнях (ЛРС)

Figure 7. HCA content in heat pre-treated (HT MPRM) and native dandelion roots (MPRM)

Максимальное содержание ГКК отмечено при проведении термической предобработки при следующих показателях: температуре предобработки – 140 °C; наличии упаковки – фольги; длительности – 1 ч; толщине слоя – до 1 см; измельчении сырья – порошок. При таких показателях выход ГКК повышается на 36,0 %, значимо не влияя на состав извлекаемых ГКК.

Установлена прямая зависимость между содержанием суммы ГКК и активностью фермента полифенолоксидазы в диапазоне от 80 до 120 °C с ее инверсией в диапазоне от 120 до 140 °C.

Разработана технология предварительной термической обработки одуванчика лекарственного корней, которая может быть использована в дальнейшем для получения обогащенных данной группой БАВ извлечений.

Литература

1. Азнагулова А. В., Куркин В. А., Рыжов В. М., Тарасенко Л. В. Анатомо-морфологическое исследование надземной части одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.). *Медицинский альманах*. 2014;3(33):173–179.
2. Государственная фармакопея Республики Беларусь. В 2-х т. Т. 2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья. Молодечно: Победа; 2016. 1368 с.
3. European Pharmacopeia. 10-th edition. Supplement 10.0. Volume 1. Council of Europe. Strasbourg: Council of Europe; 2019. 4312 p.
4. Najda A., Sugier D. Chromatographical analysis of phenolic acids occurring in the roots of *Taraxacum officinale*. *Herba Polonica*. 2007;53(3):313–318.
5. Kim Y.-C., Rho J.-H., Kim K.-T., Cho Ch.-W., Rhee Y.-K., Choi U.-K. Phenolic Acid Contents and ROS Scavenging Activity of Dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean Journal of Food Preservation*. 2008;15(3):325–331.
6. Najda A., Sugier D. Selected secondary metabolites content in the roots of *Taraxacum officinale* depending on the method of plantation establishment. *Herba Polonica*. 2007;53(3):152–156.
7. Schütz K., Kammerer D. R., Carle R., Schieber A. Characterization of phenolic acids and flavonoids in dandelion (*Taraxacum officinale* Web. ex Wigg.) root and herb by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2005;19(2):179–186. DOI: 10.1002/rcm.1767.
8. Stylianou N., Gekas V., Istudor V., Ionița C. Research regarding *Taraxacum officinale* (L.) Weber with the intention of therapeutic exploring. Note I. Studies of phenolcarboxylic acids. *Farmacia*. 2014;62(2):358–365.
9. Лукашов Р. И., Гурина Н. С. Влияние обезжиривания эхинацеи пурпурной травы на экстракцию гидроксикоричных кислот. *Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*. 2024;14(2):207–216. DOI: 10.30895/1991-2919-2024-14-2-207-216.

10. Ёршик О. А., Бузук Г. Н. Влияние условий термической обработки сырья на экстракцию проантоцианидинов из корневищ с корнями сабельника болотного. *Вестник фармации*. 2014;1(63):55–59.
11. Ёршик О. А., Бузук Г. Н. Определение качественного состава и количественного содержания антоцианов в цветках *Centaurea cyanus* L. в условиях термической активации. *Бюллетень Брянского отделения РБО*. 2014;2(4):69–73.
12. Федулов Ю. П., Котляров В. В., Доценко К. А., Барчукова А. Я., Тосунов Я. К., Оберюхтина Л. А., Подушин Ю. В. Методические указания к лабораторным занятиям по теме «Ферменты» для бакалавров агробиологических специальностей. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина; 2012. 32 с.
13. Филиппова Г. Г., Смолич И. И. Биохимия растений: метод. рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самост. работы студентов. Минск: БГУ; 2004. 60 с.
14. Лукашов Р. И., Гурина Н. С. Влияние параметров термической обработки травы золотарника канадского на экстракцию флавоноидов. *БГМУ в авангарде медицинской науки и практики*. 2019;9:357–362.
15. Мазец Ж. Э. Судейная С. В., Грицкевич Е. Р. Практикум по физиологии растений. Часть 2. Минск: Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка; 2010. 71 с.
9. Lukashou R. I., Gurina N. S. Effect of Echinacea purpurea Herb Defatting on the Extraction of Hydroxycinnamic Acids. *Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2024;14(2):207–216. (In Russ.) DOI: 10.30895/1991-2919-2024-14-2-207-216.
10. Ershik O. A., Buzuk G. N. The influence of the conditions of heat pre-treatment of medicinal plant raw materials on the extraction of proanthocyanidins from rhizomes with roots of cinquefoil. *Vestnik farmatsii*. 2014;1(63):55–59. (In Russ.)
11. Ershik O. A., Buzuk G. N. Determination of the qualitative composition and quantitative content of anthocyanins in the flowers of *Centaurea cyanus* L. under thermal activation conditions. *Byulleten' Bryanskogo otdeleniya RBO*. 2014;2(4):69–73. (In Russ.)
12. Fedulov Yu. P., Kotlyarov V. V., Dotsenko K. A., Barchukova A. Ya., Tosunov Ya. K., Oberyukhtina L. A., Podushin Yu. V. Guidelines for laboratory classes on the topic "Enzymes" for bachelors of agrobiological specialties. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin; 2012. 32 p. (In Russ.)
13. Filiptsova G. G., Smolich I. I. Biochemistry of plants: method. recommendations for laboratory classes, assignments for independent students. student work. Minsk: The Belarusian State University (BSU); 2004. 60 p. (In Russ.)
14. Lukashou R. I., Gurina N. S. Influence of the thermal processing of canadian goldenrod herb on the extraction of flavonoids. *BGMU v avangarde meditsinskoy nauki i praktiki*. 2019;9:357–362. (In Russ.)
15. Mazets Zh. E. Sudeynaya S. V., Gritskevich E. R. Workshop on plant physiology. Part 2. Minsk: Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University; 2010; 71 p. (In Russ.)

References

1. Aznagulova A. V., Kurkin V. A., Ryzhov V. M., Tarasenko L. V. Anatomical and morphological study of the aerial part of Dandelion officinalis (*Taraxacum officinale* Wigg.). *Meditsinskiy al'manakh*. 2014;3(33):173–179. (In Russ.)
2. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. In 2 volumes. Volume 2. Quality control of substances for pharmaceutical use and medicinal plant raw materials. Molo-dechno: Pobeda; 2016. 1368 p. (In Russ.)
3. European Pharmacopoeia. 10-th edition. Supplement 10.0. Volume 1. Council of Europe. Strasbourg: Council of Europe; 2019. 4312 p.
4. Najda A., Sugier D. Chromatographical analysis of phenolic acids occurring in the roots of *Taraxacum officinale*. *Herba Polonica*. 2007;53(3):313–318.
5. Kim Y.-C., Rho J.-H., Kim K.-T., Cho Ch.-W., Rhee Y.-K., Choi U.-K. Phenolic Acid Contents and ROS Scavenging Activity of Dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean Journal of Food Preservation*. 2008;15(3):325–331.
6. Najda A., Sugier D. Selected secondary metabolites content in the roots of *Taraxacum officinale* depending on the method of plantation establishment. *Herba Polonica*. 2007;53(3):152–156.
7. Schütz K., Kammerer D. R., Carle R., Schieber A. Characterization of phenolic acids and flavonoids in dandelion (*Taraxacum officinale* Web. ex Wigg.) root and herb by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2005;19(2):179–186. DOI: 10.1002/rcm.1767.
8. Stylianou N., Gekas V., Istudor V., Ionița C. Research regarding *Taraxacum officinale* (L.) Weber with the intention of therapeutic exploring. Note I. Studies of phenolcarboxylic acids. *Farmacia*. 2014;62(2):358–365.