



УДК 577:58:615.1

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ ИЗВЛЕЧЕНИЯХ РУДБЕКИИ ШЕРШАВОЙ ЦВЕТКОВ

Лукашов Р.И., Гурина Н.С.

УО «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Разработаны параметры получения отваров и чаев из рудбекии шершавой цветков. Оптимальные параметры получения отваров: настаивание 30 мин на кипящей водяной бане и 10 мин при комнатной температуре в фильтр-пакетах. Оптимальные технологические параметры получения чаев: соотношение сырья и воды – 1 г к 100 мл; материал емкости для заваривания – стекло, фарфор; продолжительности заваривания в закрытой посуде – 5–15 мин и термосе – 0,25–6 ч; наличие фильтр-пакета – без фильтр-пакета; кратность заваривания – однократная. Предварительная термообработка повышает выход фенольных соединений из рудбекии шершавой цветков при получении отвара, обезжиривание – при получении чая.

Ключевые слова. Рудбекия шершавая; водные извлечения; отвары; чаи; предварительная обработка; фенольные соединения.

Введение. Одной из удобных для применения пациентами лекарственных форм из лекарственного растительного сырья (ЛРС) являются водные извлечения (настои, отвары, чаи) [1]. К перспективным видам ЛРС в плане внедрения в фармацевтическое производство относятся рудбекии шершавой цветки, которые обладают иммуномодулирующим действием [2]. Целесообразно разработать параметры получения водных извлечений из данного ЛРС [3]. Для повышения выхода биологически активных веществ (БАВ) из рудбекии шершавой цветков в воду рационально применить предварительную обработку [4].

Цель работы – изучить влияние параметров получения и предварительной обработки на содержание фенольных соединений (ФС) в водных извлечениях рудбекии шершавой цветков.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись рудбекии шершавой цветки, заготовленные от культивируемых форм в ботаническом саду БГМУ в д. Новое Поле в фазу массового цветения в июле–августе в 2020, 2021 и 2022 гг. и высушенные воздушно–теневым способом.

При получении настоев и отваров использовали фармакопейные параметры: степень измельчения сырья – (5600), соотношение сырья (г) и воды (мл) – 1 к 10 с учетом коэффициента водопоглощения [5].

Для определения коэффициента водопоглощения навеску сырья (5600) массой 10,0 г

заливали водой очищенной и готовили водное извлечение в соответствии с фармакопейной статьей Государственной фармакопеи Республики Беларусь (ГФ Республики Беларусь) «Настои, отвары и чаи». После изготовления полученное водное извлечение процеживали, оставшееся сырье отжимали в перфорированном стакане инфундирки и измеряли объем полученного водного извлечения.

Коэффициент водопоглощения ($K_{вп}$) рассчитывают по формуле:

$$K_{вп} = \frac{V_1 - V_2}{a},$$

где V_1 – объем водного извлечения, который необходимо получить, мл; V_2 – объем водного извлечения, который был получен после отжатия сырья, мл; a – навеска ЛРС, взятая для приготовления водного извлечения, г.

Коэффициент водопоглощения рассчитывали как среднее арифметическое результатов трех параллельных определений.

Для подбора оптимального режима настаивания в водяной бане и при комнатной температуре: навеску ЛРС помещали в инфундирку и заливали рассчитанным объемом воды комнатной температуры с учетом коэффициента водопоглощения, затем инфундирки помещали в инфундирный аппарат в кипящую водяную баню. Варировали продолжительности настаивания в водяной бане (мин) при частом перемешивании и при комнатной

температуре (мин): 5/55; 10/50; 15/45 (настой); 20/40; 30/30; 40/20; 50/10; 60/0; 30/10 (отвар).

Отвар получали в инфундирке и в домашних условиях в эмалированной посуде, закрывая крышкой, в кипящей водяной бане. Получали также отвар из ЛРС в фильтр-пакетах. При необходимости после отжима сырья извлечение доводили до нужного объема.

Учитывая невысокую точность дозирования при приеме настоев, отваров рационально изучить возможность получения чаев, для которых характерно большая точность при дозировании. Для получения чаев использовали фармакопейную степень измельчения – (2000) [5]. Изучали кинетику высвобождения флавоноидов в воду при получении чаев в закрытой посуде (в промежутках времени от 5 до 60 мин) и в термосе (от 15 мин до 6 ч), влияние на выход действующих веществ соотношения сырья (г) и воды (мл) (1 к 10; 1 к 25; 1 к 50 и 1 к 100); материала используемой посуды (стеклянная, эмалированная и фарфоровая посуда); размера, плотности и ячеистости материала фильтр-пакетов и кратности заваривания. Для этого навеску ЛРС помещали в емкость, заливали рассчитанным объемом кипящей воды и выдерживали в течение указанного промежутка времени. Затем процеживали и при необходимости доводили до нужного объема.

Дополнительно получали водное извлечение путем суточного настаивания ЛРС с водой

при комнатной температуре. Измельченное сырье (2000) массой 1,000 г помещали в фарфоровую емкость, заливали 100,0 мл воды, закрывали крышкой и настаивали при комнатной температуре 24 ч. Затем процеживали и при необходимости доводили до нужного объема.

В виду возможной экстракции ферментов в воду проводили определение активности полифенолоксидазы в водных извлечениях по методике А. Н. Бояркина [6].

Предварительную обработку ЛРС для получения из него водных извлечений проводили в четырех вариантах: обезжикивание, термическая обработка, обезжикивание с последующей термической обработкой и термическая обработка с последующим обезжикиванием [4].

Статистическую обработку проводили при помощи компьютерной программы Microsoft Office Excel 2016 (пакет «Анализ данных»). Каждое испытание выполняли три раза ($n = 3$; $P = 0,95$). Результаты представляли в виде $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$, \bar{X} где – среднее значение; $\Delta\bar{X}$ – полушири на доверительного интервала среднего значения. Сравнение двух групп значений проводили при помощи t -критерия Стьюдента. Влияние параметров на выход БАВ оценивали при помощи дисперсионного анализа. Значения статистически значимо различались при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Изучали влияние на выход ФС рудбекии в воду режима

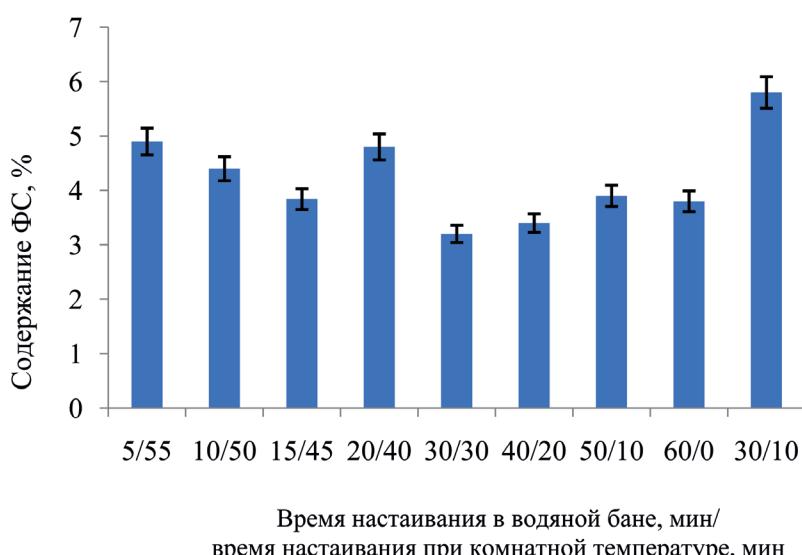


Рис. 1. Зависимость содержания ФС рудбекии от режима настаивания в водяной бане и охлаждения при комнатной температуре

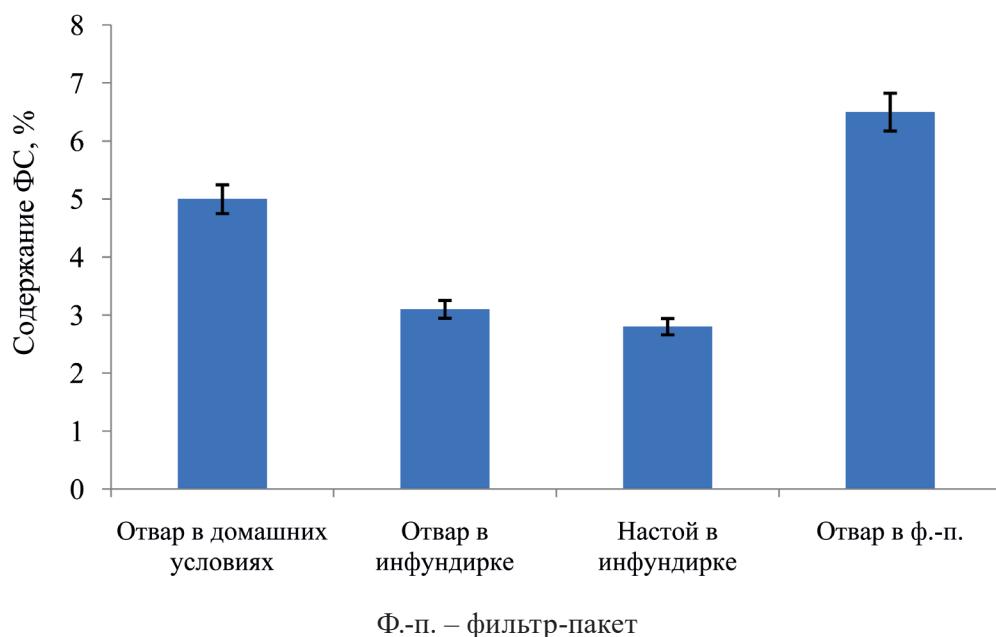


Рис. 2. Зависимость содержания ФС рудbekии от способа получения водного извлечения

настаивания на водяной бане и при комнатной температуре (рис. 1) и способа получения (рис. 2).

Максимальный выход ФС рудbekии в воду наблюдали при получении отвара при соотношении времени настаивания в водяной бане и при комнатной температуре (мин/мин) 30/10, при котором содержание ФС больше на 20,4 % (отн.) ($p = 0,038$), чем при 20/40 (рис. 1).

При получении отвара в фильтр-пакетах содержание ФС больше в 1,3 и более раз

($p = 0,013$) по сравнению с остальными способами получения (рис. 2).

В целом при водной экстракции в режиме отваров содержание выше, чем при водно-этапной экстракции в режиме настоек.

Из рис. 3 видно, что содержание ФС рудbekии в отварах, полученных из предварительно обработанного сырья (за исключением термической обработки, при которой содержание повышалось на 19,2 % (отн.) ($p = 0,045$)), сопоставимо с нативным сырьем ($p = 0,093$).

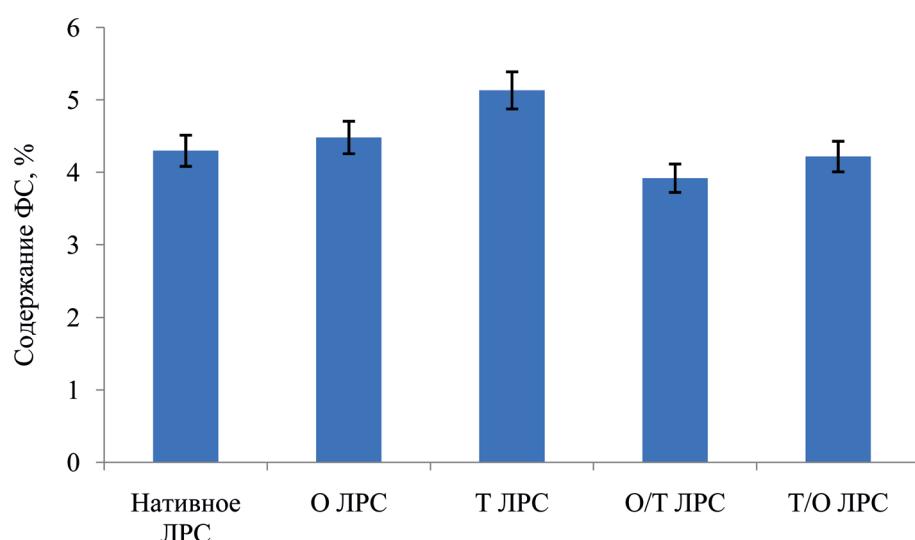


Рис. 3. Влияние предварительной обработки на содержание ФС в отварах рудbekии: *O* – обезжиренное ЛРС; *T* – термически обработанное ЛРС; *O/T* – обезжиренное, затем термически обработанное ЛРС; *T/O* – термически обработанное, затем обезжиренное ЛРС

Таким образом, рекомендуется получать из рудбекии шершавой цветков отвар (30 мин/10 мин) из термообработанного сырья в фильтр-пакетах.

При получении чаев изучали влияние на выход ФС рудбекии шершавой цветков соотношения сырья (г) и воды (мл) (рис. 4), материала емкости для заваривания (рис. 5), продолжительности заваривания в закрытой посуде (рис. 6) и термосе (рис. 7), наличия и параметров фильтр-пакетов (табл.) и кратности заваривания (рис. 8).

Наибольший выход ФС рудбекии в воду наблюдали при соотношении 1 к 100, что на 17,4 % (отн.) ($p = 0,043$) больше, чем при соотношении 1 к 50 (рис. 4). Выход ФС в фарфоровой и сте-

клянной емкости значимо между собой не отличался ($p = 0,087$) и был больше на 40,6 % (отн.) ($p = 0,016$) и на 30,0 % (отн.) ($p = 0,027$) соответственно по сравнению с эмалированной (рис. 5).

При заваривании в закрытой крышкой емкости от 5 мин до 30 мин наблюдали плавное снижение содержания ФС рудбекии ($r = -0,9703$), затем плавное увеличение до 60 мин ($r = 0,9992$). Максимальное содержание ФС отмечено в промежутке от 5 до 15 мин ($p = 0,064$) – рис. 6. Заваривание в термосе привело к нивелированию зависимости содержания ФС от продолжительности настаивания ($p = 0,058$) с невыраженным максимумом при 45 мин (рис. 6). Содержание ФС при заваривании в емкости и термосе значимо не различалось ($p = 0,17$).

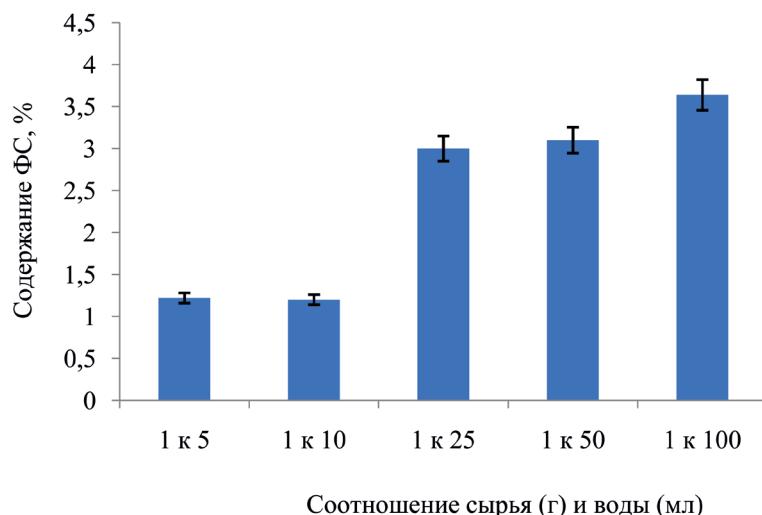


Рис. 4. Зависимость содержания ФС рудбекии от соотношения сырья (г) и воды (мл)

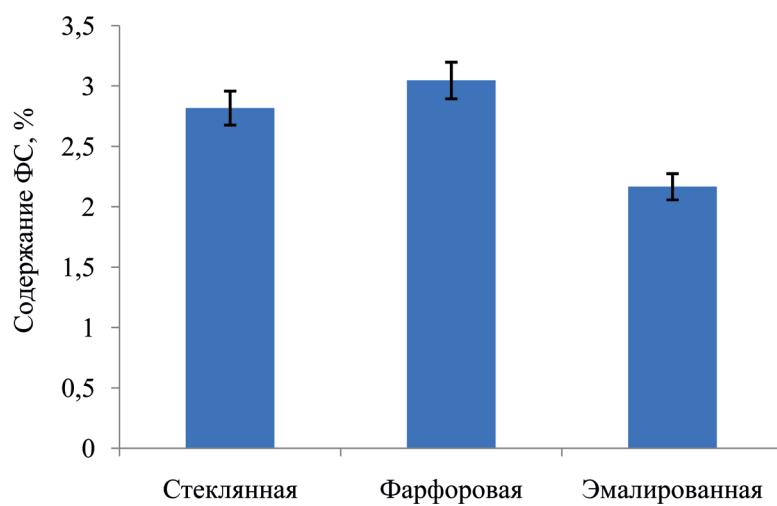


Рис. 5. Зависимость содержания ФС в чаях рудбекии от материала емкости для заваривания

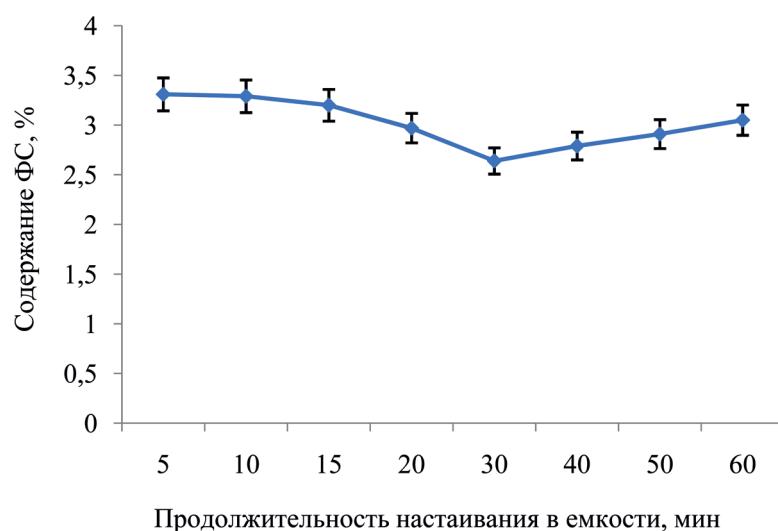


Рис. 6. Кинетика высвобождения ФС в воду при заваривании чая рудбекии в закрытой емкости

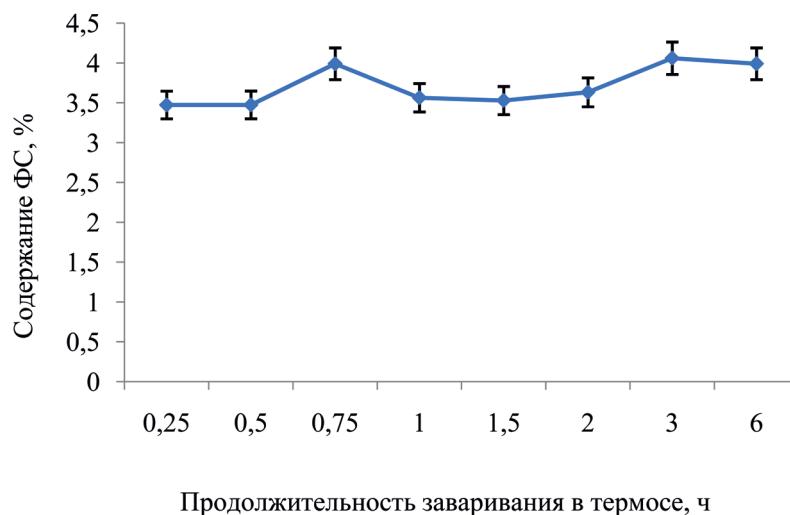


Рис. 7. Кинетика высвобождения ФС в воду при заваривании чая рудбекии в термосе

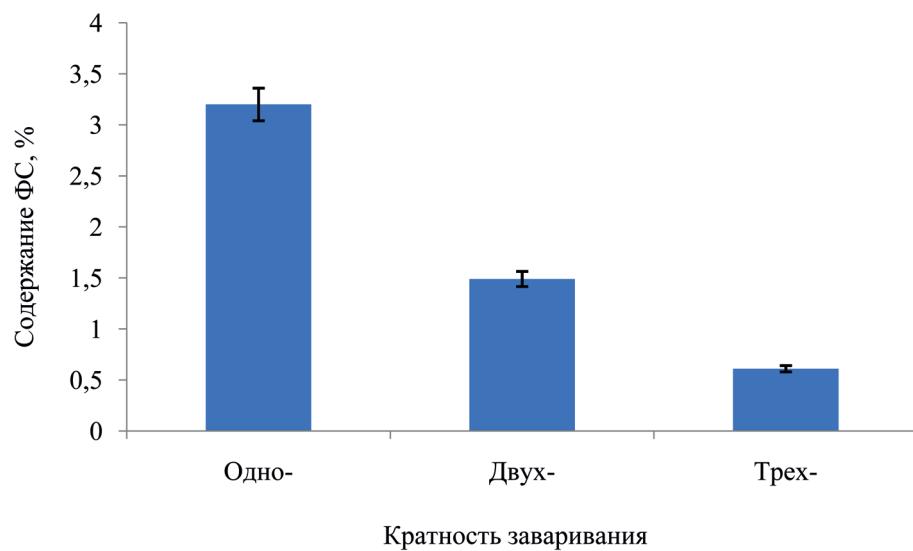


Рис. 8. Зависимость содержания ФС от кратности заваривания чая рудбекии

Таблица – Влияние размера, плотности и ячеистости материала фильтр-пакетов (ф.-п.) на высвобождение ФС в воду при получении чая рудбекии

Ф.-п. полимерные четырехугольные (6,5 см × 6,5 см)	Ф.-п. в форме пирамидки из мелкоячеистой пластиковой сетки	Ф.-п. четырехугольные из бумаги высокой плотности (9,5 см × 6 см)	Ф.-п. четырехугольные из бумаги низкой плотности (9,5 см × 6 см)	Ф.-п. четырехугольные из бумаги низкой плотности (6,5 см × 6,5 см)	Ф.-п. бумажные двухкамерные
1,74 ± 0,100	1,23 ± 0,0920	2,50 ± 0,103	2,09 ± 0,103	2,89 ± 0,0905	3,90 ± 0,217

Наибольшее содержание ФС рудбекии высвобождалось из ЛРС в бумажных двухкамерных фильтр-пакетах (табл.). В остальных случаях среди фильтр-пакетов содержание меньше в диапазоне от 34,9 % (отн.) ($p = 0,017$) до трех раз. Само наличие фильтр-пакета не влияло на экстракцию ФС ($p = 0,088$).

Однократное заваривание чая в два и более раз эффективнее, чем последующие (рис. 8).

При проведении дисперсионного анализа влияния на содержание ФС технологических параметров получения чаев рудбекии установлено, что соотношение сырья (г) и воды (мл) ($p = 2,4 \cdot 10^{-4}$), материал емкости для заваривания ($p = 3,1 \cdot 10^{-2}$), кратность заваривания ($p = 5,3 \cdot 10^{-6}$), параметры фильтр-пакета ($p = 3,9 \cdot 10^{-4}$), продолжительность заваривания в емкости ($p = 2,8 \cdot 10^{-2}$) статистически значимо ($p < 0,05$) влияли.

С учетом подобранных технологических параметров можно предложить следующую технологию получения чая рудбекии:

1 г рудбекии шершавой цветков (2000) помещали в стеклянную или фарфоровую посу-

ду, заливали рассчитанным объемом кипящей воды (1 г к 100 мл), закрывали крышкой и настаивали в течение 5–15 мин.

При получении чая в термосе 1 г сырья (2000) помещали в термос, заливали рассчитанным объемом кипящей воды (1 г к 100 мл), плотно закрывали и выдерживали в течение 0,25–6 ч.

Содержание ФС при получении отвара в два раза больше по сравнению с завариванием чая в емкости ($p = 0,0029$) и термосе ($p = 0,0038$).

Из рис. 9 видно, что содержание ФС рудбекии в чаях из предварительно обработанного в трех вариантах сырья снижалось от 8,4 % (отн.) ($p = 0,28$) до 13,0 % (отн.) ($p = 0,16$); при предварительном обезжиривании содержание повышалось на 5,4 % ($p = 0,30$).

Сопоставили активность полифенолоксидазы водных извлечений рудбекии с содержанием в них ФС (рис. 10).

Наибольшая ферментная активность отмечена сразу после заливания водой с заниженным содержанием ФС рудбекии, наименьшая –

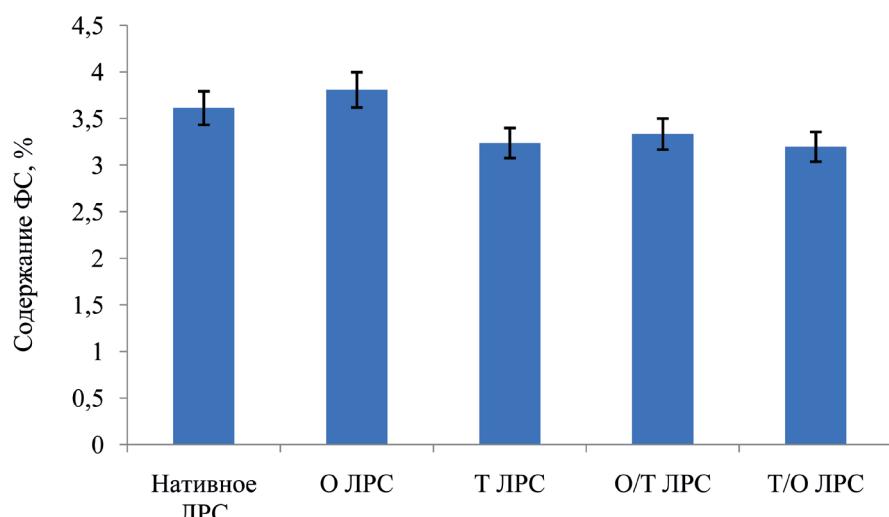


Рис. 9. Влияние предварительной обработки на содержание ФС в чаях рудбекии: О – обезжиренное ЛРС; Т – термически обработанное ЛРС; О/Т – обезжиренное, затем термически обработанное ЛРС; Т/О – термически обработанное, затем обезжиренное ЛРС

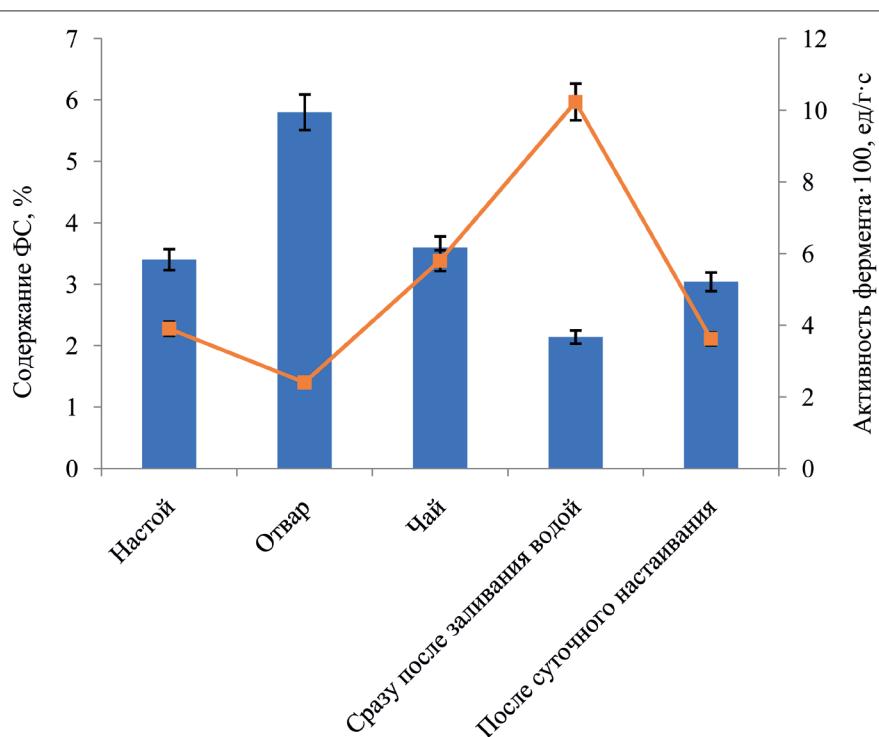


Рис. 10. Зависимость содержания ФС от активности полифенолоксидазы водных извлечений рудбекии

для отвара с более высоким содержанием этих БАВ ($r = -0,6645$). Возрастание содержания ФС на 42,0 % (отн.) ($p = 0,010$) после суточного настаивания по сравнению с исходным сопровождалось снижением активности фермента в 2,8 раза. При переходе от настоя и чая к отвару ферментная активность снижалась на 62,5 % ($p = 0,0084$) и в 2,4 раза с возрастанием содержания на 70,6 % (отн.) ($p = 0,0085$) и 61,1 % (отн.) ($p = 0,0081$) соответственно.

Заключение. Разработаны технологические параметры получения отваров и чаев рудбекии шершавой. Отвар рекомендовано получать при настаивании в течение 30 мин на кипящей водяной бане и 10 мин при комнатной температуре в фильтр-пакетах из сырья, подвергшегося термообработке.

Оптимальные технологические параметры получения чаев рудбекии с повышенным содержанием ФС: соотношение сырья и воды – 1 г к 100 мл; материал емкости для заваривания – стекло, фарфор; продолжительность заваривания в закрытой посуде – 5–15 мин и термосе – 0,25–6 ч; наличие фильтр-пакета – без фильтр-пакета; кратность заваривания – однократная; способ предобработки – обезжиривание. Содержание ФС рудбекии в водных извлечениях характеризуется обратной зависимостью от активности фермента полифенолоксидазы.

Предварительная термообработка повышает выход ФС из рудбекии шершавой при получении отвара, обезжиривание – при получении чая.

Список цитированных источников.

1. Синева, Т. Д. Технологические особенности водных извлечений из лекарственного растительного сырья, применяемых в педиатрической практике / Т.Д. Синева, Е.В. Жохова, А.В. Пелюшкевич // Фармация. – 2016. – № 7. – Т. 63. – С. 41–45.
2. Lukashou, R. Chemical Composition and Pharmacological Potential of Rudbeckia hirta L. Review / R. Lukashou, N. Gurina // Acta Scientific Medical Sciences. – 2019. – № 3. – Т. 10. – Р. 65–70
3. Лукашов, Р. И. Технология получения водных извлечений из предварительно обработанных одуванчика лекарственного корней / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // Человек и его здоровье. – 2024. – № 3, Т. 27. – С. 124–132.
4. Лукашов, Р.И. Влияние обезжиривания на экстракцию фенольных соединений из рудбекии шершавой цветков / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2024. – № 4, Т. 46. – С. 4–12.

5. Государственная фармакопея Республики Беларусь (ГФ Республики Беларусь II). В 2-х т. Т. 1: Общие методы контроля качества лекарственных средств // Под общ. ред. Шерякова А.А. – Молодечно : Победа, 2012. – 1220 с.

6. Мазец, Ж.Э. Практикум по физиологии растений : учеб.-метод. пособие / Ж.Э. Мазец, С.В. Судейная, Е.Р. Грицкевич. – Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 17–20.

**INFLUENCE OF PRODUCTION AND PRE-TREATMENT PARAMETERS
ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS
IN AQUEOUS EXTRACTS OF RUDBECKIA HIRTA FLOWERS**

Lukashou R.I., Gurina N.S.

Educational Institution "Belarusian State Medical University", Minsk, Republic of Belarus

Parameters for producing decoctions and teas from Rudbeckia hirta flowers have been developed. Optimal parameters for producing decoctions: 30 min infusion in a boiling water bath and 10 min at room temperature in filter bags. Optimal technological parameters for producing teas: raw material and water ratio – 1 g to 100 ml; brewing container material – glass, porcelain; brewing time in a closed container – 5–15 min. and in a thermos – 0.25–6 h; presence of a filter bag – without a filter bag; brewing frequency – single. Preliminary heat treatment increases the yield of phenolic compounds from Rudbeckia hirta flowers when obtaining a decoction, degreasing - when obtaining tea.

Keywords. Rudbeckia hirta; aqueous extracts; decoctions; teas; pretreatment; phenolic compounds.