

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ЗЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО ТРАВЫ

Р.И. Лукашов

Белорусский государственный медицинский университет (г. Минск)

Effect of pre-treatment on the flavonoids content in the preparation of extraction dosage forms of Canadian goldenrod herb

R.I. Lukashov

Belarusian State Medical University (Minsk, Republic of Belarus)

DOI: 10.54296/18186173_2025_2_22

РЕЗЮМЕ

Предпосылки. Предварительная обработка лекарственного растительного сырья повышает выход биологически активных веществ (в частности флавоноидов) при экстракции, что целесообразно использовать для получения экстракционных лекарственных форм золотарника канадского травы.

Целью работы является установление влияния предварительной обработки на выход флавоноидов из золотарника канадского травы при разработке технологических параметров получения настоек и экстрактов.

Методы. Объектом исследования служила золотарника канадского трава. Изучали четыре варианта предобработки: термообработка, обезжиривание и их комбинации в двух вариантах.

Результаты. Наибольший выход флавоноидов в настойки наблюдали при объемной доле этанола – 60–70 %, соотношении сырья и экстрагента – 1 г к 25, степени измельчения сырья – 2000 мкм, времени отстаивания первичной вытяжки – не более 4 дней при получении ремацерацией по три дня.

Наибольшее содержание флавоноидов в сухих экстрактах отмечено при относительном объеме отгонки – 90 %, температуре отгонки – 80 °С, минимальном времени отгонки – в течение 40 мин, толщине отгоняемого слоя – 6 см, времени отстаивания первичной вытяжки – не более 4 дней.

Наибольший выход флавоноидов в настойку наблюдается при термообработке золотарника канадского травы, в сухой экстракт – при обезжиривании самого ЛРС.

Выводы. Технологии получения настоек и сухих экстрактов, разработанные с учетом этапа предобработки, могут быть использованы для получения указанных экстракционных лекарственных форм, обогащенных флавоноидами золотарника канадского травы.

Ключевые слова: золотарника канадского трава, флавоноиды, предварительная обработка, настойки, экстракты, технология получения.

RESUME

Prerequisites. Pre-treatment of medicinal plant signal increases the yield of biologically active substances (in particular, flavonoids) during extraction, which is a leader for obtaining extraction medicinal forms of Canadian goldenrod herbs.

The aim of the work is to establish the effect of pre-treatment on the flavonoids yield from Canadian goldenrod herb when developing technological parameters for obtaining tinctures and extracts.

Method. The object of the study was Canadian goldenrod herb. Four pre-treatment options were studied: heat pre-treatment, defatting and their combinations in two options.

Results. The highest yield of flavonoids in tinctures was observed with a volume fraction of ethanol of 60–70 %, a ratio of raw materials and extractant of 1 g to 25, a degree of grinding of raw materials of 2000 µm, and a settling time of the primary extract of no more than 4 days when obtained by remaceration for three days.

The highest content of flavonoids in dry extracts is noted with a relative distillation volume of 90 %, distillation temperature of 80 °C, minimum distillation time of 40 min, thickness of the distilled layer of 6 cm, and settling time of the primary extract of no more than 4 days.

The highest yield of flavonoids in the tincture is observed during heat pre-treatment of Canadian goldenrod herb, in the dry extract – during defatting of the medicinal plant material itself.

Conclusions. Technologies for obtaining tinctures and dry extracts, developed taking into account the pre-treatment stage, can be used to obtain the specified extraction dosage forms enriched with flavonoids of Canadian goldenrod herb.

Keywords: Canadian goldenrod herb, flavonoids, pre-treatment, tinctures, extracts, production technology.

ВСТУПЛЕНИЕ

В рамках политики импортозамещения, которая активно развивается в последние годы, значимым направлением развития фармацевтической промышленности является использование местных источников лекарственного сырья, в т.ч. растительного происхождения. Одним из таких источников может служить сорный и инвазивный на территориях Республики Беларусь и Российской Федерации вид – золотарник канадский [1]. Трава данного растения обладает противовоспалительными и диуретическими свойствами [2]. Основной группой действующих веществ являются флавоноиды [3, 4, 5].

Наиболее распространенными на фармацевтическом рынке готовыми лекарственными формами фитопрепаратов являются настойки, сиропы, твердые лекарственные формы (таблетки, капсулы и т.п.), которые получают из сухих экстрактов [6]. Для получения экстракционных лекарственных форм (в т.ч. сухих экстрактов) одним из вариантов повышения выхода биологически активных веществ (БАВ) является предварительная обработка лекарственного растительного сырья (ЛРС), которая используется для повышения эффективности использования природных источников ЛРС [7]. Поэтому рационально разработать способы получения экстракционных лекарственных форм (настоек, экстрактов) из предварительно обработанной золотарника канадского травы.

Целью работы является установление влияния предварительной обработки на выход флавоноидов из золотарника канадского травы при разработке технологических параметров получения настоек и экстрактов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась золотарника канадского трава, заготовленная от дикорастущих форм в фазу массового цветения в августе–сентябре 2018–2022 гг. в местах естественного произрастания в окрестностях д. Новое поле (Минский район), д. Ольгово (Витебский район), д. Заречье (Бобруйский район) и высушенная воздушно-теневым способом.

Настойки получали методом мацерации, изучая влияние следующих технологических параметров на выход флавоноидов: уточнение объемной доли этанола с шагом 10 % с учетом коэффициента спиртопоглощения [8]; количество дней настаивания: от одного до сорока; соотношение сырья (г) и водного рас-

твора этанола (мл) (1 к 5, 1 к 10, 1 к 25, 1 к 50 и 1 к 100); степень измельчения сырья: 2000, 1000 и 500 мкм; количество дней отстаивания первичной вытяжки (от одного до четырех дней). Настойку процеживали, отжимали сырье, вытяжку оставляли при температуре не выше 10 °С и после отстаивания фильтровали в емкость из темного стекла.

Для интенсификации мацерации применяли следующие способы: комбинирование мацерации с ультразвуковой экстракцией в течение 45 мин; комбинирование мацерации с последующим механическим перемешиванием в течение 60 мин; бисмацерация и ремацерация.

Для получения густого экстракта изучали влияние относительного объема отгонки экстрагента (90 %, 75 %, 67 % и 50 %) на содержание флавоноидов. Отгонку экстрагента проводили до получения мягкого продукта.

Получали сухие экстракты при помощи выпарительной чаши при минимальном и заданном времени полной отгонки экстрагента при разных температурах: от 40 °С до 180 °С с шагом 20 °С. Определяли зависимость содержания флавоноидов в экстракте от толщины слоя отгоняемой первичной вытяжки. Изучали также влияние количества дней отстаивания первичной вытяжки (от одного до четырех дней) на содержание БАВ в жидкой фазе. Контролировали потерю в массе при высушивании, которая должна быть не более 5 %. Сыпучесть сухих экстрактов определяли визуально.

Получение настоек и сухих экстрактов проводили из сырья, обработанного путем обезжиривания, термической обработки и комбинации в двух вариантах обезжиривания и термической обработки:

1) сначала проводили обезжиривание, затем после естественного улетучивания агента термически обрабатывали сырье в упаковке;

2) сначала проводили термическую обработку золотарника канадского травы в упаковке, затем обезжиривали с последующим естественным улетучиванием обезжиривающего агента.

Предварительную обработку проводили согласно условиям, разработанным ранее [9, 10]. Экстракцию и количественное определение флавоноидов проводили по методикам, изложенным в источнике [11]. Содержание остаточных количеств обезжиривателя и экстрагента определяли по методике, изложенной в работе [7].

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 $\bar{X} \pm \Delta_{\delta}$, где \bar{X} – среднее значение; Δ_{δ} – полуширина доверительного интервала среднего значения. Сравнение двух групп значений проводили при помощи t -критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1–4 представлены зависимости содержания флавоноидов в настойках золотарника канадского травы от объемной доли этанола, количества дней настаивания (мацерации), соотношения сырья (г) и экстрагента (водного раствора этанола) (мл) и степени измельчения сырья, соответственно.

При получении настоек методом мацерации наибольшее содержание флавоноидов золотарника отмечено при экстракции 70 % этанолом, однако оно значимо ($p = 0,15$) не отличалось от экстракции 60 % этанолом (рис. 1). В течение шести, трех и одного дней ($p = 0,28$; $0,56$ и $0,10$) настаивания содержание флавоноидов практически одинаково (рис. 2). Резкое увеличение содержания при настаивании в течение одних суток связано с резким концентрационным градиентом, поэтому с позиции стабилизации системы и экономии времени мацерацию рационально проводить в течение трех дней.

Из рис. 3 видно, что при соотношении сырья и экстрагента 1 г к 10 мл содержание флавоноидов золотарника на 38,7 % (отн.) больше ($p = 0,0063$), чем при 1 г к 5 мл, и значимо не отличалось ($p = 0,096$) – 8,9 % (отн.) от 1 г к 25 мл. С учетом выхода объема настойки в мл целесообразно использовать соотношение 1 г к 25 мл. Содержание флавоноидов на 34,5 % (отн.) значимо больше ($p = 0,014$) при 2000 мкм по сравнению с 1000 мкм – рис. 4.

Из рис. 5 видно, что при отстаивании в течение от одного до четырех дней содержание флавоноидов золотарника значимо не изменялось ($p = 0,35$), снижаясь после первого дня по сравнению с исходным на 14,6 % (отн.) ($p = 0,084$).

Максимальное содержание флавоноидов характерно при получении настойки золотарника ремацерацией, что в 1,8 раза ($p = 2,8 \cdot 10^{-4}$) больше, чем при бисмацерации (рис. 6).

При получении настоек из обработанного ультразвуком сырья содержание флавоноидов

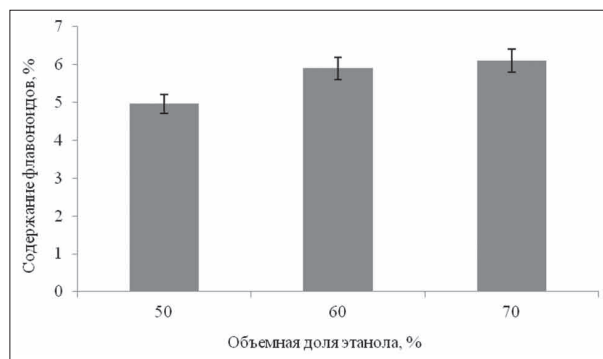


Рис. 1. Уточнение объемной доли этанола при получении настоек золотарника

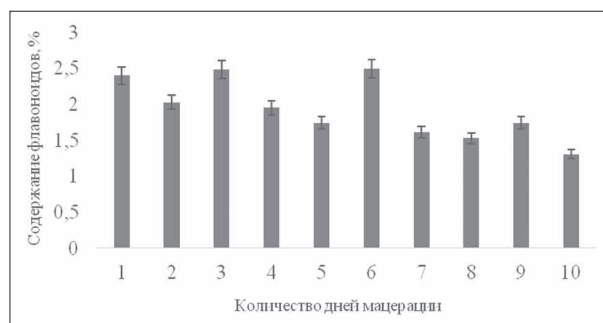


Рис. 2. Зависимость содержания флавоноидов в настойках золотарника от количества дней мацерации

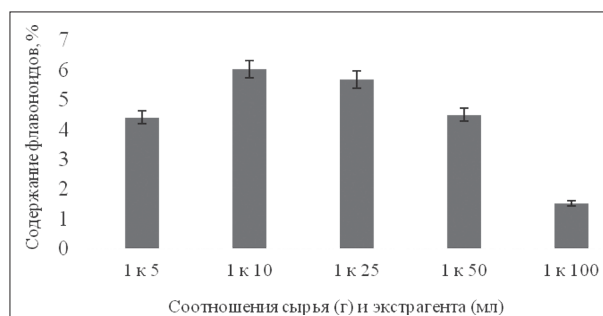


Рис. 3. Зависимость содержания флавоноидов в настойках золотарника от соотношения сырья (г) и экстрагента (мл)

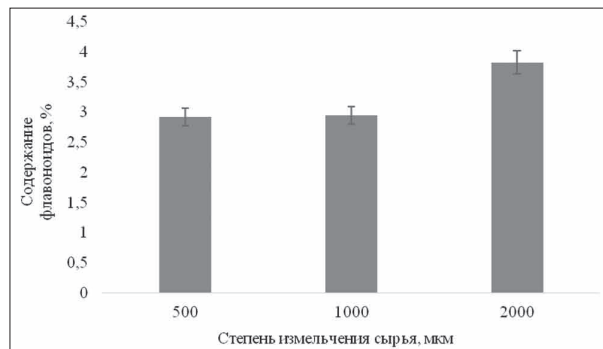


Рис. 4. Зависимость содержания флавоноидов в настойках золотарника от степени измельчения сырья

составило $3,62 \pm 0,135 \%$, что 2,3 раза больше, чем при получении настоек комбинированием мацерации и последующей ультразвуковой экстракции.

При проведении дисперсионного анализа влияния на содержание флавоноидов золотарника технологических параметров получения настоек установлено, что продолжительность мацерации ($p = 2,8 \cdot 10^{-4}$), соотношение сырья (г) и экстрагента (мл) ($p = 5,6 \cdot 10^{-4}$), степень измельчения сырья ($p = 2,8 \cdot 10^{-3}$) и способ полу-

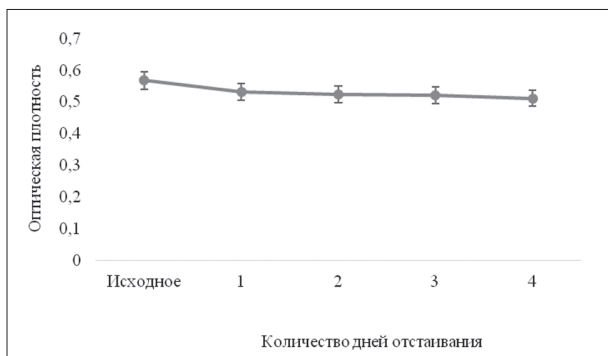


Рис. 5. Зависимость оптической плотности первичной вытяжки при получении настоек золотарника от количества дней отстаивания

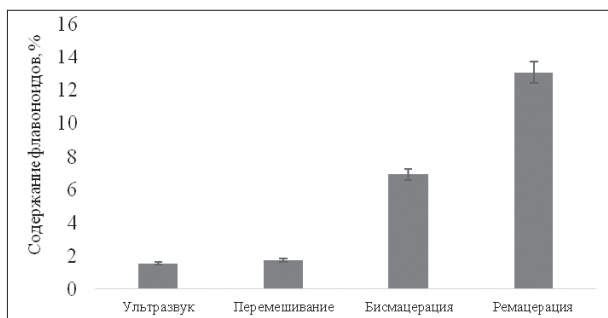


Рис. 6. Зависимость содержания флавоноидов от способа получения настойки золотарника

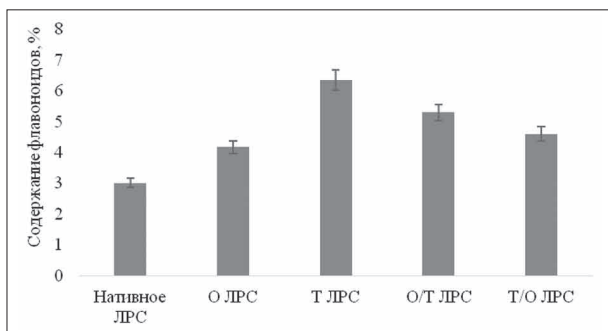


Рис. 7. Влияние предварительной обработки ЛРС на содержание флавоноидов в настойках золотарника

О – обезжиренное ЛРС; Т – термически обработанное ЛРС; О/Т – обезжиренное, затем термически обработанное ЛРС; Т/О – термически обработанное, затем обезжиренное ЛРС

чения ($p = 1,8 \cdot 10^{-6}$) статистически значимо ($p < 0,05$) влияли. Продолжительность отстаивания ($p = 0,52$) статистически значимо не влияла.

Настойки, полученные из обработанного всеми изученными способами сырья, содержали больше флавоноидов в диапазоне: от 39,0 % (отн.) ($p = 3,4 \cdot 10^{-4}$) до 112 % (отн.) ($p = 3,4 \cdot 10^{-7}$) по сравнению с нативным сырьем. При этом наибольший выход в настойку золотарника флавоноидов наблюдали при термической обработке сырья (рис. 7).

На рис. 8 показана зависимость содержания флавоноидов в густых экстрактах золотарника канадского травы от относительного объема отгонки.

Из рис. 8 видно, что при отгонке 90 % экстрагента от первоначального объема содержание флавоноидов золотарника больше на 37,6 % (отн.) ($p = 0,0026$) и 51,3 % (отн.) ($p = 0,0017$), чем при отгонке 67 % и 75 %, соответственно.

На рис. 8–11 представлены зависимости содержания флавоноидов золотарника канадского травы от температуры отгонки экстрагента при минимальном и заданном времени (1,5 ч), толщины слоя отгоняемого экстрагента и количества дней отстаивания, соответственно.

При отгонке экстрагента за минимальное время, которое составило от 5 мин до 2 ч в зависимости от температуры, содержание флавоноидов золотарника максимально при 100 и 120 °С ($p = 0,26$); при 100 °С на 8,4 % (отн.) и 9,0 % (отн.) больше ($p = 0,073$ и $0,080$), чем при 80 и 60 °С, соответственно (рис. 8). При этом время отгонки при 100 и 80 °С отличается незначительно (на 11,2 % (отн.), $p = 0,083$) в отличие от 60 °С (разница в два раза), поэтому в дальнейшем для экономии энерго- и временных ресурсов можно рекомендовать температуру отгонки в 80 °С.

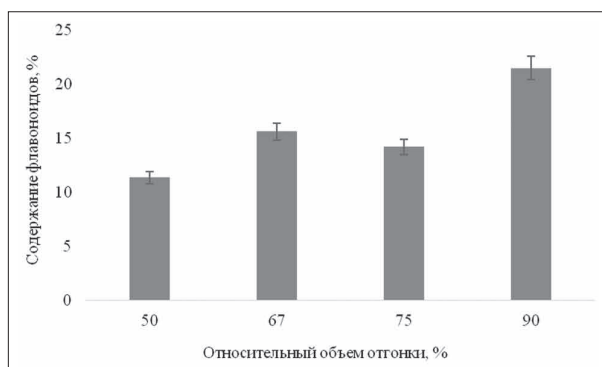


Рис. 8. Зависимость содержания флавоноидов в густых экстрактах золотарника от относительного объема отгонки

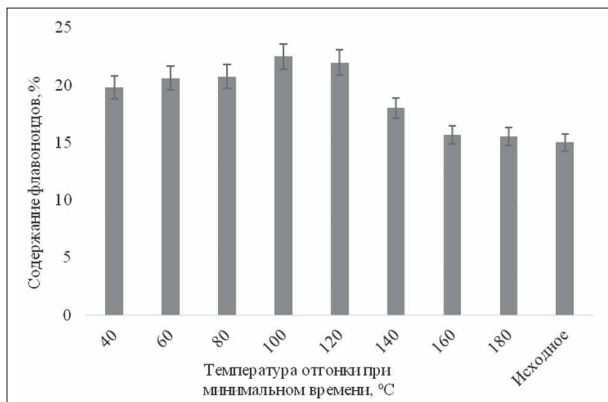


Рис. 8. Зависимость содержания флавоноидов в сухих экстрактах золотарника от температуры отгонки экстрагента при минимальном времени

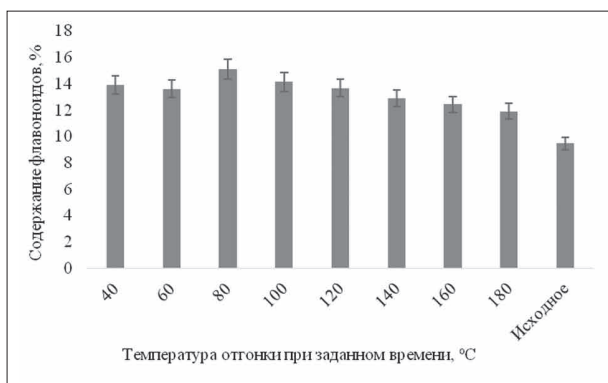


Рис. 9. Зависимость содержания флавоноидов в сухих экстрактах золотарника от температуры отгонки экстрагента при заданном времени

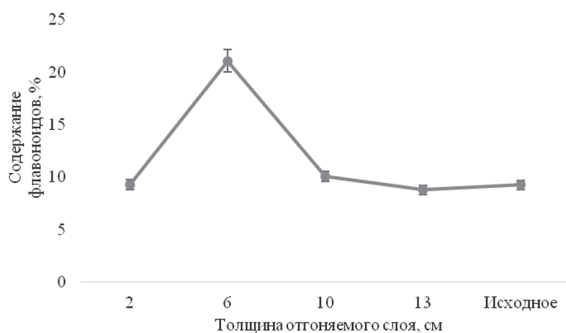


Рис. 10. Зависимость содержания флавоноидов в сухих экстрактах золотарника от толщины слоя отгоняемой вытяжки

При заданном промежутке времени в 1,5 ч содержание флавоноидов максимально при 80 °C, что на 6,4 % (отн.) и 8,7 % (отн.) больше ($p = 0,14$ и $0,15$), чем при 60 и 40 °C (рис. 9). При минимальном времени отгонки содержание флавоноидов, в целом, выше, чем при заданном времени ($F_{\text{крит}} = 4,61$; $F = 120$; $p = 1,34 \cdot 10^{-8}$).

При отгонке экстрагента из 6 см первичной вытяжки содержание флавоноидов золотар-

ника в два раза больше по сравнению с отгонкой из остальных изученных слоев (рис. 10). При отстаивании первичной вытяжки в течение от одного до четырех дней (рис. 11) наблюдали незначительное снижение содержания ($p = 0,15$).

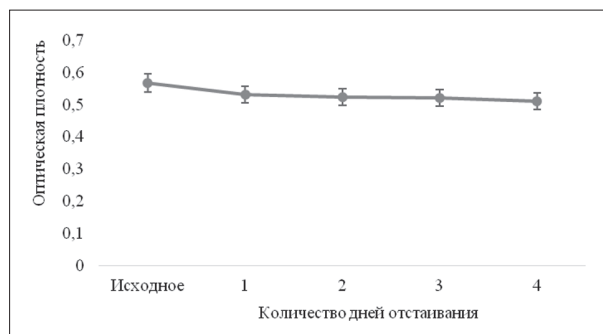


Рис. 11. Зависимость оптической плотности первичной вытяжки при получении сухих экстрактов золотарника от количества дней отстаивания

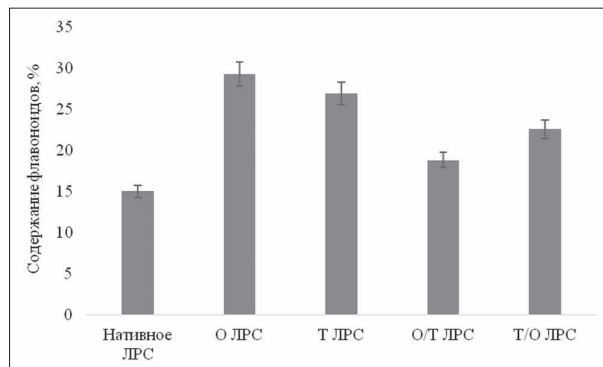


Рис. 12. Влияние предварительной обработки ЛРС на содержание флавоноидов в сухих экстрактах золотарника

О – обезжиренное ЛРС; Т – термически обработанное ЛРС; О/Т – обезжиренное, затем термически обработанное ЛРС; Т/О – термически обработанное, затем обезжиренное ЛРС

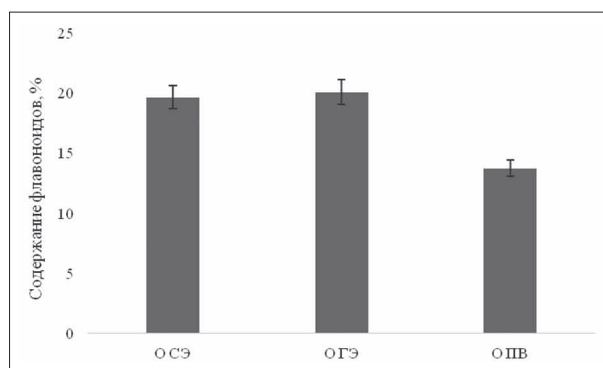


Рис. 13. Содержания флавоноидов при обезжиривании на разных стадиях получения сухого экстракта золотарника

О СЭ – обезжиренный сухой экстракт, О ГЭ – обезжиренный густой экстракт, О ПВ – обезжиренная первичная вытяжка

При проведении дисперсионного анализа влияния на содержание флавоноидов технологических параметров получения сухих экстрактов золотарника установлено, что температура отгонки при минимальном ($p = 2,7 \cdot 10^{-4}$) и заданном времени ($p = 1,5 \cdot 10^{-4}$), толщина отгоняемого слоя ($p = 2,1 \cdot 10^{-5}$) статистически значимо ($p < 0,05$) влияли. Продолжительность отстаивания вытяжки ($p = 0,49$) значимо ($p > 0,05$) не влияла.

Сухие экстракты золотарника, полученные при всех изученных способах обработки сырья, содержали значимо больше флавоноидов в диапазоне: от 25,3% (отн.) ($p = 0,020$) до 95,2% (отн.) ($p = 0,00074$) с максимумом при обезжиривании сырья, что на 8,8% (отн.) больше ($p = 0,095$), чем при термической обработке (рис. 12).

Далее оценили возможность проведения обезжиривания для устранения жирного масла в конечном продукте на разных стадиях его получения: сырье, первичная вытяжка, густой и сухой экстракт (рис. 13).

Обезжиривание первичной вытяжки, густого и сухого экстракта приводило к снижению содержания флавоноидов золотарника от 1,5 до 2 раз по сравнению с обезжириванием самого ЛРС.

Содержание остаточных количеств толуола и этанола в сухом экстракте золотарника составило 0,0096 % (предел 0,089 %) и 0,0054 % (предел 0,5 %), соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Оптимальными технологическими параметрами получения настоек, повышающими эффективность экстракции флавоноидов из золотарника, по сравнению с нативным сырьем, являются объемная доля этанола – 60–70 %; соотношение сырья (г) и экстрагента (мл) – 1 к 25; метод и продолжительность получения – ремацерация по три дня; степень измельчения сырья – 2000 мкм; время отстаивания первичной вытяжки – не более 4 дней; способ предобработки – термообработка.

С учетом установленных технологических параметров можно предложить следующую технологию получения настойки золотарника канадского травы:

рассчитанный объем 60–70 % этанола (с учетом коэффициента спиртопоглощения) при соотношении сырья и экстрагента 1 г к 25 мл делили на три равные порции. На три равные части также делили сырье, которое предварительно подверглось термообработ-

ке, согласно [9]. Первую часть золотарника канадского травы 2000 мкм заливали первой порцией 60–70 % этанола и оставляли для настаивания в течение трех дней. Извлечение сливали, сырье отжимали и заливали второй порцией 60–70 % этанола и настаивали в течение трех дней. Вытяжку после первого настаивания прибавляли ко второй части сырья, настаивали три дня. После чего вытяжку сливали и прибавляли к третьей части сырья, сырье отжимали и к нему прибавляли вытяжку, слитую с первой части сырья. К первой части прибавляли третью порцию 60–70 % этанола, настаивали в течение трех дней. Так последовательно повторяли до того момента, пока не получили последнюю вытяжку с третьей части сырья. Все полученные в ходе ремацерации вытяжки объединяли, процеживали, объединенную вытяжку оставляли для отстаивания при температуре не выше 10 °С не более четырех дней, после чего фильтровали.

Технологическая схема получения настойки золотарника приведена на рис. 14.

Оптимальными технологическими параметрами получения экстрактов золотарника с повышенным содержанием флавоноидов по сравнению с нативным сырьем и литературными данными являются относительный объем отгонки – 90 %; температура отгонки – 80 °С; минимальное время отгонки – в течение 40 мин; толщина отгоняемого слоя – 6 см; время отстаивания первичной вытяжки – не более 4 дней; способ предобработки – обезжиривание; стадия, на которой проводится обезжиривание, – обезжиривание самого ЛРС.

С учетом установленных технологических параметров можно предложить следующую технологию получения сухого экстракта золотарника канадского травы:

первичную вытяжку процеживали, отжимали сырье, оставляли вытяжку для отстаивания при температуре не выше 10 °С в течение не более четырех дней, после чего фильтровали. Фильтрат в слое около 6 см помещали в выпарительную чашу и проводили отгонку экстрагента при 80 °С в течение не более 40 мин.

При этом сухой экстракт, полученный после обезжиривания, растворился в эквивалентном объеме экстрагента полностью, в отличие от сухого экстракта, полученного из ЛРС без обезжиривания.

При получении сухого экстракта, согласно статье [2], содержание флавоноидов составило

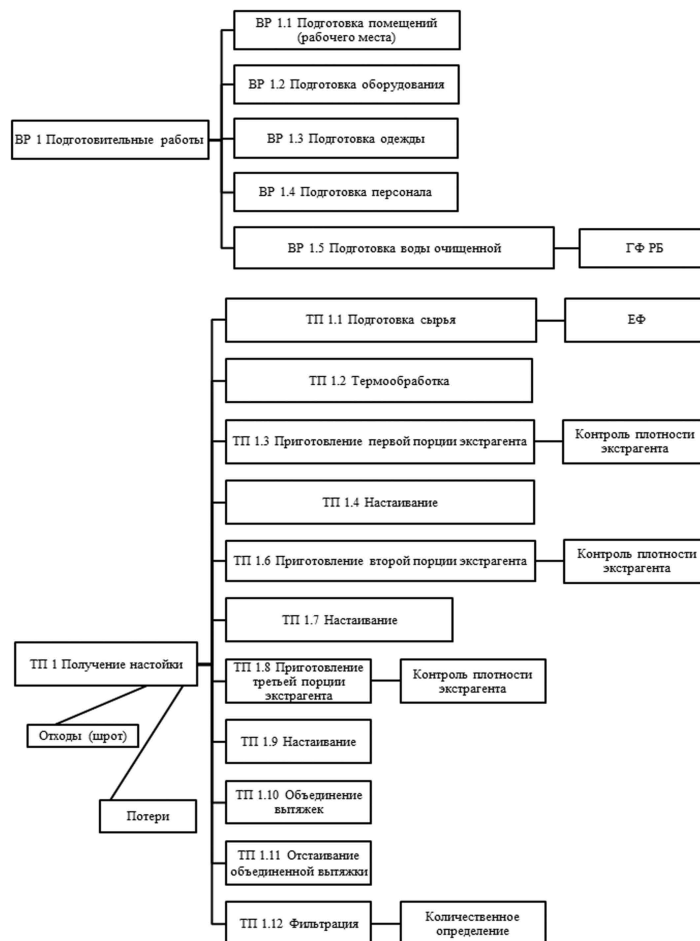


Рис. 14. Технологическая схема получения настойки золотарника канадского травы
ЕФ – Европейская фармакопея; ГФ РБ – Государственная фармакопея Республики Беларусь

5,67 ± 0,61 %, что в 5,2 раза ($p = 1,8 \cdot 10^{-8}$) меньше, чем при разработанном способе с учетом предварительного обезжиривания сырья.

Технологическая схема получения сухого экстракта золотарника приведена на рис. 15.

Разработанные в лабораторных условиях с учетом этапа предварительной обработки технологии получения настоек и сухих экстрактов золотарника канадского травы могут быть использованы для трансфера и последующего масштабирования фармацевтического производства экстракционных лекарственных форм золотарника с повышенным содержанием флавоноидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоров, В.Н. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения / В.Н. Прохоров, Н.А. Ламан // Ботаника (исследования). – 2018. – Вып. 47. – С.150–168.
2. Савченко, Л.Н. Получение экстракционного препарата противовоспалительного и мочегонного действия

из травы золотарника канадского / Л.Н. Савченко, Т.Ф. Маринина, В.А. Карпенко // Известия Самарского науч. центра РАН. – 2016. – Т.18. – №2. – С.195–198.

3. Сулейманова, Ф.Ш. Изучение технологических параметров и числовых показателей качества сырья травы золотарника канадского (*S. canadensis* L.) / Ф.Ш. Сулейманова, О.В. Нестерова, А.А. Матюшин // Сеченовский вестник. – 2018. – Т.33. – №3. – С.64–68.

4. Усовершенствование методики количественного определения суммы флавоноидов в траве золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) / Г.М. Тохтабаева, С.Л. Баслинов, И.Е. Копылова [и др.] // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2013. – №10. – С.4–8.

5. Стандартизация травы золотарника канадского / И.С. Сулоев, А.О. Понкратова, Н.А. Дудецкая [и др.] // Фармация. – 2020. – Т.69. – №8. – С.13–20.

6. Курс, И.Л. Анализ ассортимента лекарственных средств растительного происхождения, зарегистрированных в Республике Беларусь / И.Л. Курс // Вестник ВГМУ. – 2023. – Т.22. – №4. – С.105–121.

7. Лукашов, Р.И. Влияние обезжиривания эхинацеи пурпурной травы на экстракцию гидроксикоричных кислот / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения.

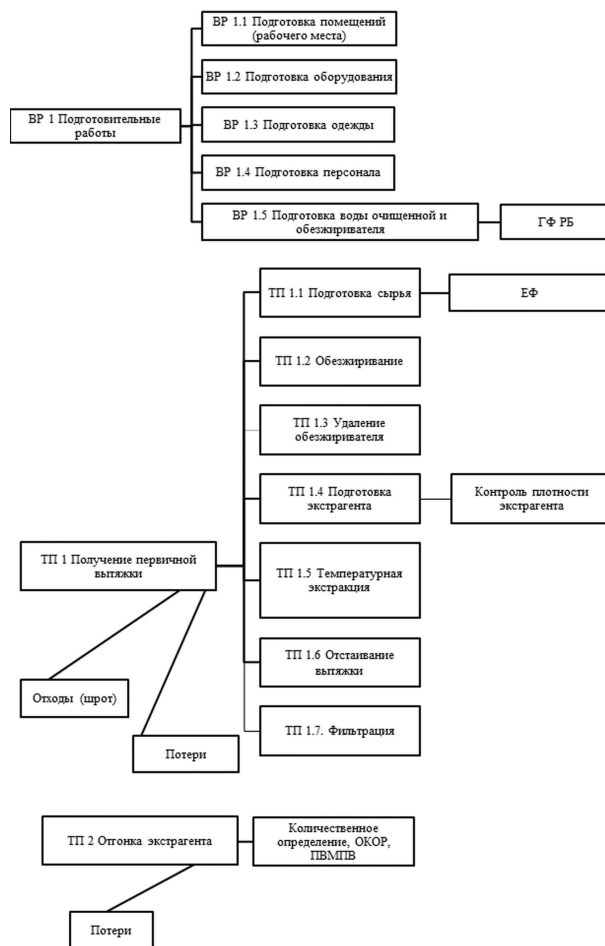


Рис. 15. Технологическая схема получения сухого экстракта золотарника канадского травы
 ЕФ – Европейская фармакопея; ГФ РБ – Государственная фармакопея Республики Беларусь; ОКОР – остаточные количества органических растворителей; ПВМПВ – потеря в массе при высушивании

Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2024. – Т.14. – №2. – С.207–216.

8. Лукашов, Р.И. Влияние природы и концентрации экстрагентов на извлечение флавоноидов из травы золотарника канадского / Р.И. Лукашов // Химия растительного сырья. – 2018. – №4. – С.113–123.

9. Лукашов, Р.И. Влияние параметров термической обработки травы золотарника канадского на экстракцию флавоноидов / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики. – 2019. – Вып. 9. – С.357–362.

10. Лукашов, Р.И. Предварительное обезжиривание травы золотарника канадского / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // Современные достижения фармацевтической науки и практики. – Витебск : ВГМУ, 2019. – С.111–114.

11. Лукашов, Р.И. Факторы, влияющие на водно-спиртовую экстракцию флавоноидов из травы золотарника канадского / Р.И. Лукашов // Рецепт. – 2018. – Т. 21. – №1. – С.10–25.

Работа выполнена 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 биоорганическая химия» подпрограммы 2.2 «Синтез и направленное модифицирование регуляторов биопроцессов (Биорегуляторы)».

Адрес автора

к. фарм. н., доцент Лукашов Р.И., заведующий кафедрой фармацевтической химии с курсом повышения квалификации и переподготовки
 r_lukashov@mal.ru