

А.В. Лавровский

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ КУМАРИНОВ ИЗ ТРАВЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Научный руководитель: канд. фарм. наук, доц. Р.И. Лукашов

*Кафедра фармацевтической химии с курсом повышения квалификации
и переподготовки*

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.V. Laurouski

OPTIMIZATION OF CUMARINES EXTRACTION METHODS FROM HERB OF HERACLEUM SOSNOWSKI

Tutor: PhD, associate professor R.I. Lukashou

*Department of Pharmaceutical chemistry with Advanced Training
and Retraining Course*

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В траве борщевика Сосновского содержатся псорален, ангелицин, ксантотоксин и бергаптен. Наибольший выход кумаринов (0,5876% в пересчете на абсолютно сухое сырье) достигался при экстракции 70% этанолом при температуре 60 °С в течение 6 часов. Наибольший выход псоралена, ангелицина и бергаптена из травы борщевика Сосновского достигается при экстракции этанолом, ксантотоксина – пропанолом-1.

Ключевые слова: кумарины, борщевик Сосновского, трава, оптимизация, ВЭЖХ.

Resume. The aerial parts of *Heracleum Sosnowskyi* contain psoralen, angelicin, xanthotoxin, and bergapten. The highest yield of coumarins (0,5876%, calculated on an absolutely dry raw material basis) was achieved through extraction with 70% ethanol at a temperature of 60 °C for 6 hours. The maximum extraction yields of psoralen, angelicin, and bergapten from *Heracleum sosnowskyi* herb were obtained using ethanol, while the highest yield of xanthotoxin was achieved using 1-propanol as the extractant.

Keywords: coumarins, *Heracleum Sosnowskyi*, herb, optimization, HPLC.

Актуальность. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных методов извлечения кумаринов из борщевика Сосновского как основы для их последующего фармакологического изучения и применения. Экспериментальные данные последних лет демонстрируют выраженное цитостатическое действие экстрактов растения в отношении различных опухолевых клеточных линий, что подтверждает потенциал кумаринов в качестве перспективных противоопухолевых агентов. Однако дальнейшее продвижение в этом направлении невозможно без стандартизации и оптимизации методов экстракции, обеспечивающих максимальный выход кумаринов при сохранении их химической стабильности. Разработка воспроизводимых и экономически целесообразных методик извлечения кумаринов представляет собой важный этап в создании новых лекарственных средств на основе растительного сырья. [1,2]

Цель: оптимизация условий экстракции кумаринов из травы борщевика Сосновского.

Задачи:

1. Провести экстракцию кумаринов с использованием широкого спектра

растворителей различной химической природы.

2. Оптимизировать технологические параметры экстракции: концентрацию экстрагента, температуру и продолжительность экстракции.

3. Определить оптимальные условия экстракции для извлечения как общей суммы кумаринов, так и отдельных представителей.

Материалы и методы. Объектом исследования послужила трава борщевика Сосновского, заготовленная в 2024 году, в фазу массового цветения. Заготовка растительного сырья осуществлялась в окрестностях деревни Прудки Гайненского сельсовета Логойского района Минской области.

Сбор производился с соблюдением всех необходимых мер предосторожности, обусловленных токсикологическими характеристиками вида, включая использование индивидуальных средств защиты (респиратор, защитная одежда, исключающая наличие открытых участков тела).

В качестве метода первичной обработки сырья применяли воздушно-теньевую сушку при температуре окружающей среды.

Извлечение кумаринов осуществлялось методом экстракции с использованием водяной бани «Белаквилон WB-12» при температурном режиме от 40 до 100 °С. В качестве экстрагентов применялись растворители различной химической природы и концентрации: диэтиловый эфир, дихлорэтан, гексан, толуол, дихлорметан, петролейный эфир, циклогексан, бутанол, метилэтилкетон, хлороформ, вода, полиэтиленгликоль-400 (4%), глицерин (70%), этиленгликоль (40%), пропиленгликоль (40%), диметилсульфоксид (70%), ацетонитрил (70%), 1-пропанол (70%), а также ацетон, метанол и этанол в диапазоне концентраций от 40 до 100%. Массообъемное соотношение растительного сырья к экстрагенту составляло 1:50.

Полученные извлечения охлаждались до комнатной температуры и затем фильтровались с помощью обеззоленных бумажных фильтров «белая лента», диаметром 110 мм. Фильтрат, полученный с использованием гидрофобных растворителей, упаривали в роторном испарителе RV 3 есо с баней НВ есо (ИКА) до состояния сухого остатка. Полученный остаток растворяли в аналогичном объеме 70% этилового спирта. Полученные извлечения подвергались центрифугированию при скорости 7000 оборотов в минуту в течение 10 минут с использованием центрифуги «ELMI CM-70M-07». После центрифугирования 2,0 мл супернатата перенесли в вialу для хроматографирования.

Хроматографирование осуществлялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific, США), согласно методике [3].

Идентификацию кумаринов проводили путем сопоставления времен удержания и спектров поглощения веществ в извлечениях с данными, полученными на стандартных образцах Sigma-Aldrich: умбеллиферон (кат. №54826-50MG); бергаптен (кат. №GL5991-50MG); ксантотоксин (кат. №56448-50MG); ангелицин (кат. №A0956-10MG); псорален (кат. №P8399-10MG); сфондин (CAS №483-66-9). Все вещества растворяли в 96% этаноле (1 мг вещества на 5 мл 96% этилового спирта).

Расчет количественного содержания обнаруженных кумаринов выполнили методом одного стандарта. Для определения суммарного содержания кумаринов в растительном сырье проводилось количественное определение индивидуальных кумаринов с последующим пересчетом на абсолютно сухое вещество, после чего значения содержания всех кумаринов суммировались.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при помощи программы Microsoft Office Excel 2024 (пакет «Анализ данных»).

Результаты и их обсуждение. Путем сопоставления времен удерживания и спектральных характеристик веществ в извлечениях из травы и стандартных образцах были идентифицированы следующие кумарины: псорален, ангелицин, ксантотоксин и бергаптен.

Оптимизацию условий извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского осуществляли по четырем основным параметрам: выбору оптимального экстрагента, его концентрации, температуре и времени экстракции. После каждого варианта экстракции проводили хроматографический анализ. Идентифицированные кумарины количественно пересчитывали на абсолютно сухое сырье, после чего определяли условия, обеспечивающие максимальный выход суммы кумаринов. На каждом этапе оптимизации сохраняли значения ранее отобранных оптимальных параметров и варьировали следующий, что позволяло пошагово выявить наилучшие условия экстракции. Для первой экстракции были выбраны следующие условия: температура 80°C, время экстракции – 1,5 часа.

Результаты по подбору оптимального экстрагента для извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского представлены на рисунке 1.

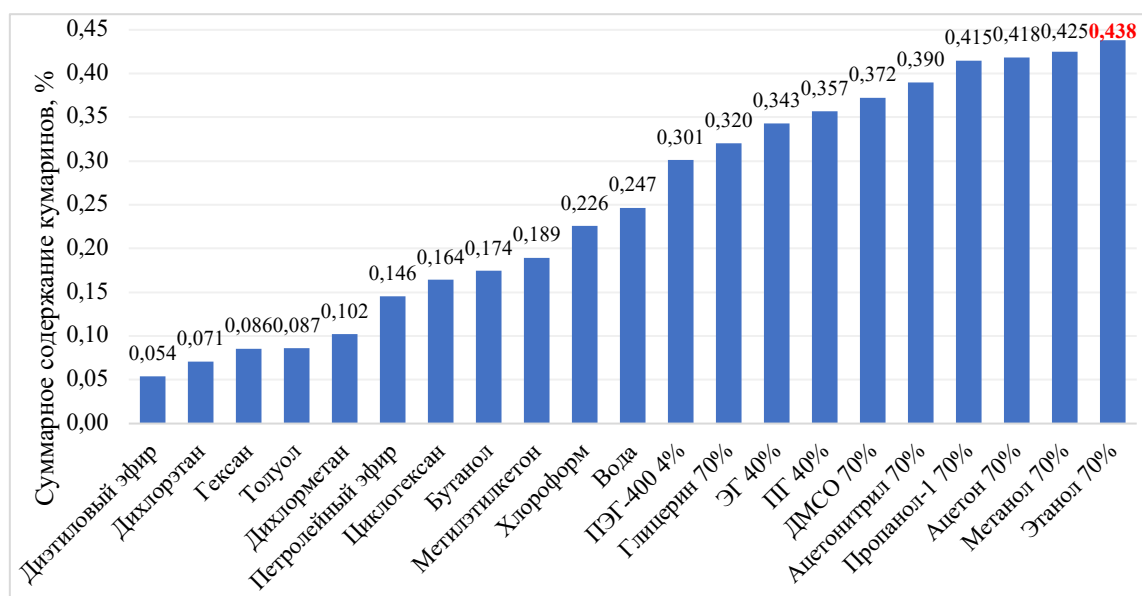


Рис. 1 – Суммарное содержание кумаринов в извлечениях из травы борщевика Сосновского, полученных с использованием различных экстрагентов

При выделении индивидуальных кумаринов из травы борщевика Сосновского наибольший выход псоралена (0,0265%), ангелицина (0,0627%) и бергаптена (0,0779%) достигается при использовании этанола в качестве экстрагента. В то же

время максимальное извлечение ксантотоксина (0,2844%) наблюдается при применении пропанола-1.

Оптимальным экстрагентом для извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского является этанол. Применение данного растворителя обеспечило наибольший выход кумаринов, который составил 0,4382 % в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Результаты по подбору оптимальной концентрации этанола для извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского представлены на рисунке 2.

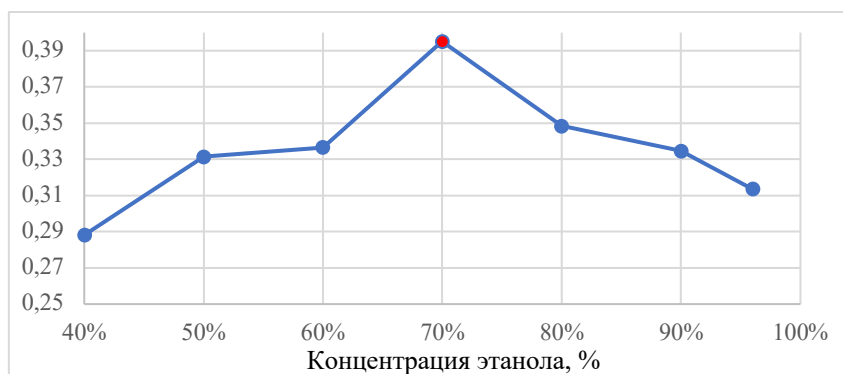


Рис. 2 – Суммарное содержание кумаринов в извлечениях из травы борщевика Сосновского, полученных с использованием этанола различной концентрации

На основании представленных данных установлено, что наибольший выход кумаринов из травы борщевика Сосновского достигается при использовании 70 % этанола в качестве экстрагента. Выход кумаринов составил 0,3951% в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Результаты по подбору оптимальной температуры для извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского 70% этанолом представлены на рисунке 3.

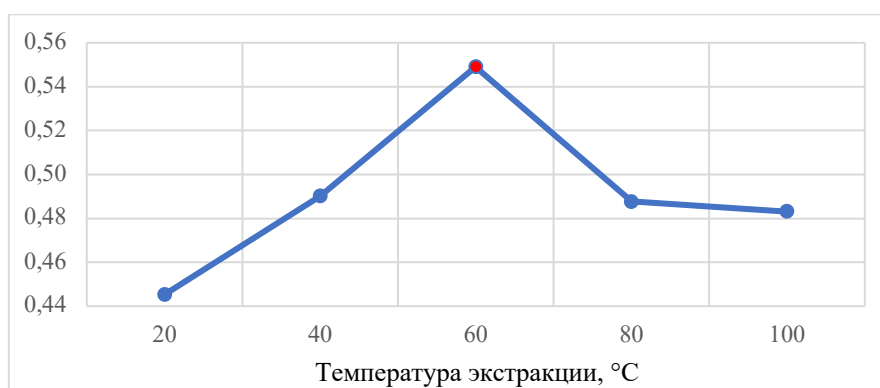


Рис. 3 – Суммарное содержание кумаринов в извлечениях из травы борщевика Сосновского, полученных с использованием 70% этанола при различной температуре экстракции

Анализ данных показал, что наибольший выход кумаринов из травы борщевика Сосновского обеспечивает экстракция 70% этанолом при температуре 60°C. Выход кумаринов составил 0,5490% в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Результаты по подбору оптимальной продолжительности экстракции для извлечения кумаринов из травы борщевика Сосновского 70% этанолом при температуре 60°C представлены на рисунке 4.

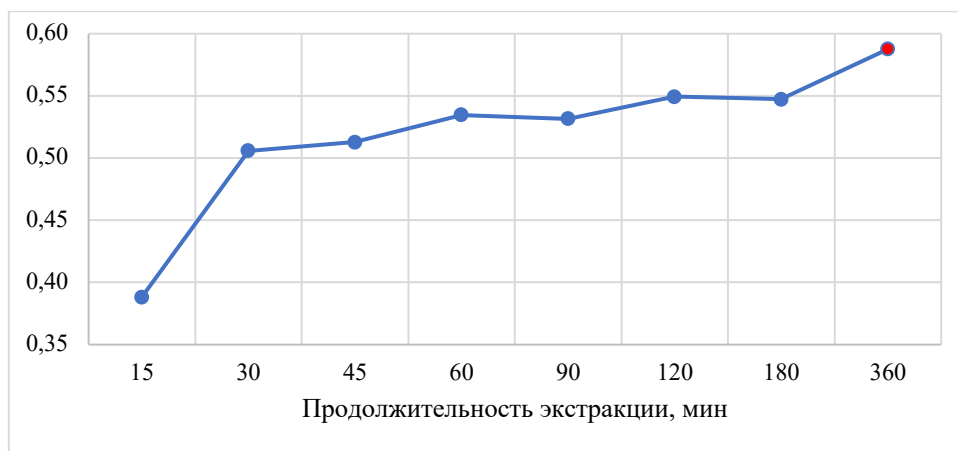


Рис. 4 – Суммарное содержание кумаринов в извлечениях из травы борщевика Сосновского, полученных с использованием 70% этанола при температуре 60°C и различной продолжительности экстракции

На основании представленных данных установлено, что наибольший выход кумаринов из травы борщевика Сосновского достигается при экстракции 70 % этанолом при температуре 60°C и длительности экстракции 6 ч. Выход кумаринов составил 0,5876% в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Выводы:

1. Экспериментально определены оптимальные условия экстракции кумаринов из травы борщевика Сосновского: наибольший выход кумаринов (0,5876% в пересчете на абсолютно сухое сырье) достигался при использовании 70% этанола при температуре 60 °C в течение 6 часов.

2. Наибольший выход псоралена (0,0265%), ангелицина (0,0627%) и бергаптена (0,0779%) из травы борщевика Сосновского достигается при экстракции этанолом, тогда как ксантотоксин (0,2844%) эффективнее извлекается пропанолом-1.

Литература

1. Pesnya, D. S. Genotoxic effects of *Heracleum Sosnowskyi* in the *Allium cepa* test / D. S. Pesnya [и др.] // *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*. – 2017. – Т. 70, № 1. – С. 55–61.
2. Лукашов, Р. И. Цитостатический эффект извлечений из борщевика Сосновского / Р. И. Лукашов, Н. С. Гурина, А. В. Лавровский [и др.] // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. – 2025. – Т. 14, № 1. – С. 39–53.
3. Статкевич В.С. Хроматографический анализ кумаринов в органах растений борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden.) / В.С. Статкевич, Р.И. Лукашов // *Ботаника (исследования): сборник научных трудов*. – 2023. – Т. 52. С. 282-293.