

А. В. Усик

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: jalja-93@mail.ru*

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПРОИЗВОДНЫХ КУМАРИНА В ТКАНЯХ ЛИСТА БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Аннотация. Представлены результаты исследования локализации и состава кумариновых соединений в тканях листа борщевика Сосновского. Установлено наличие четырех веществ кумариновой природы в экстрактах из эпидермиса и паренхимы и трех фурукумаринов в экстракте проводящих пучков.

Ключевые слова: *Heracleum sosnowskyi* Manden., борщевик Сосновского, кумарины, фурукумарины, тонкослойная хроматограмма, лист, трихомы

A. W. Usik

*V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: jalja-93@mail.ru*

QUALITATIVE COMPOSITION OF KUMARIN DERIVATIVES IN LEAF TISSUES OF SOSNOVSKY'S HOGWEED

Abstract. The results of study of localization and composition of coumarin compounds in leaf tissues of Sosnovsky's hogweed are presented. The presence of four coumarins in extracts from epidermis and parenchyma and three furocoumarins substances in extract of vascular bundles was established.

Keywords: *Heracleum sosnowskyi* Manden., Sosnovsky's hogweed, coumarins, furocoumarins, thin layer chromatography, leaf, trichomes

А. В. Усік

*Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі,
Мінск, Беларусь, e-mail: jalja-93@mail.ru*

ЯКАСНЫ СКЛАД ВЫТВОРНЫХ КУМАРЫНА ў ТКАНКАХ ЛІСТА БАШЧЭЎНІКА САСНОЎСКАГА

Анотацыя. Прадстаўлены вынікі даследавання лакалізацыі кумарынавых злучэнняў у тканках ліста баршчэўніка Сасноўскага. Устаноўлена наяўнасць чатырох рэчываў кумарынавай прыроды ў экстрактах з эпідэрмісу і парэнхімы і трох фурукумарынаў у экстракте праводзячых пучкоў.

Ключавыя словы: *Heracleum sosnowskyi* і Manden., баршчэўнік Сасноўскага, кумарыны, фуракумарыны, тонка-слойная храматаграма, ліст, трыхомы

Введение. В процессе роста и развития у растений происходит образование ряда соединений, которые могут выводиться из активного метаболизма, накапливаясь в специализированных секреторных структурах. Секреторные структуры располагаются как на поверхности растения – их называют экзогенные, так и внутри органов – эндогенные. Так, у растений семейства Зонтичные в качестве секрета накапливаются вещества кумариновой природы. Представителем семейства Зонтичные является и борщевик Сосновского. Он активно выращивался на территории Беларуси в 70-х годах XX века в качестве кормово-силостного растения. На сегодняшний день борщевик Сосновского является инвазивным видом и представляет опасность не только для природных экосистем, но и для человека. В литературе описаны случаи образования на коже человека ожогов различной степени при контакте с вегетативными частями растения, в частности листьями [1–3]. По данным [4, 5], именно производные фурукумарина являются фотосенсибилизаторами и усиливают действие УФ-света, вызывая при этом ожоги. Известно, что указанные вещества обладают широким спектром биохимических и фармакологических эффектов. Так, они могут проявлять противоопухолевую [6, 7] и антиоксидантную активность [8], что позволяет рассматривать производные кумаринов как потенциальные лечебные препараты [9–11].

По результатам изучения частей растения борщевика Сосновского, способных вызывать дерматиты, было выявлено, что фотосенсибилизирующие вещества находятся в волосках (трихомах) на поверхности черешков и листовых пластинок растения. В ряде работ [12, 13] показа-

но, что сок, выделяющийся при повреждении растения (снималась кожица и волоски), дерматит не развивает, тогда как прикосновение к неповрежденному растению ведет к появлению данного заболевания. Детальные исследования локализации веществ кумариновой природы в тканях вегетативных частей растения малочислены и основаны на методах микроскопии [14].

Цель работы – исследование качественного состава веществ кумариновой природы в тканях листа борщевика Сосновского методами тонкослойной хроматографии.

Материалы и методы. Исследование поверхности листьев проводилось на растениях, собранных в сентябре 2019 г. из естественных мест произрастания. Для изучения эпидермальной поверхности листа использовали биологический микроскоп Olympus SZ61. Наблюдения регистрировали в виде фотографий, сделанных с помощью специальной фотонасадки к микроскопу Nauear 5.0MP USB Stos при 1,5- и 2-кратном увеличении. Тип секреторных структур устанавливали в соответствии с классификацией Г. А. Денисовой [15].

Для идентификации накапливающихся в секреторных структурах веществ использовали тонкослойную хроматографию (ТСХ) как наиболее быстрый метод определения качественного состава органических веществ в смеси. Пробоподготовку к проведению ТСХ осуществляли путем экстракции сухого растительного материала хлороформом. Предварительно растительный материал делили на три группы: эпидермис с трихомами, паренхима и проводящие пучки. Для ТСХ были взяты силикагелевые пластины CNMLab (Испания) с алюминиевой подложкой, толщиной слоя силикагеля 0,2 мм и флуоресцентным индикатором. В качестве стандартов использовали кумарины умбеллиферон, эскулетин, скополетин и фурукумарины – ангелицин, ксантотоксин, бергаптен. Первоначально был произведен подбор подвижной фазы. Наилучшее разделение было достигнуто при составе подвижной фазы петролейный эфир : этилацетат : бензол в соотношении 2:1:0,5.

Результаты и их обсуждение. При проведении микроскопирования поверхности листа борщевика Сосновского видны трихомы, которые, согласно классификации Г. А. Денисовой [15], относятся к экзогенным секреторным структурам (рис. 1).

На поперечном срезе черешка борщевика видны проводящие пучки, рассеянные по паренхиме, а на латеральной поверхности – одноклеточные трихомы (рис. 2). Замечено, что трихома примыкает к полости, в которой, возможно, накапливается секрет.

Для проведения исследования локализации веществ кумариновой природы в листьях, а также их качественного состава были взяты три группы тканей: эпидермис, паренхима и проводящие пучки.

В результате исследования выявлено, что в эпидермисе черешка находятся четыре вещества кумариновой природы (R_f – 0,24; 0,29; 0,34; 0,45). Использование стандартов кумаринов

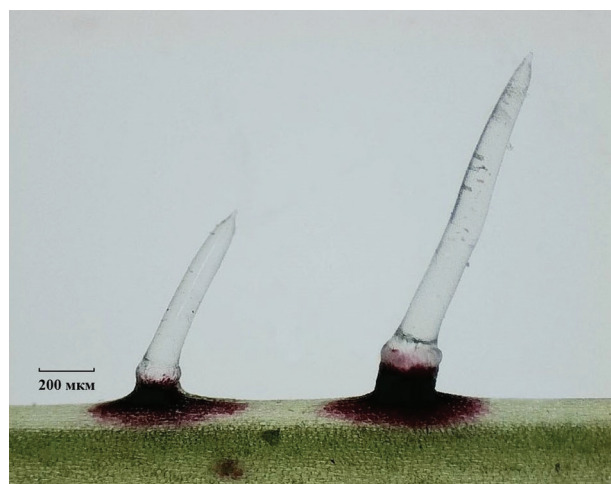


Рис. 1. Трихомы на черешке листа борщевика Сосновского

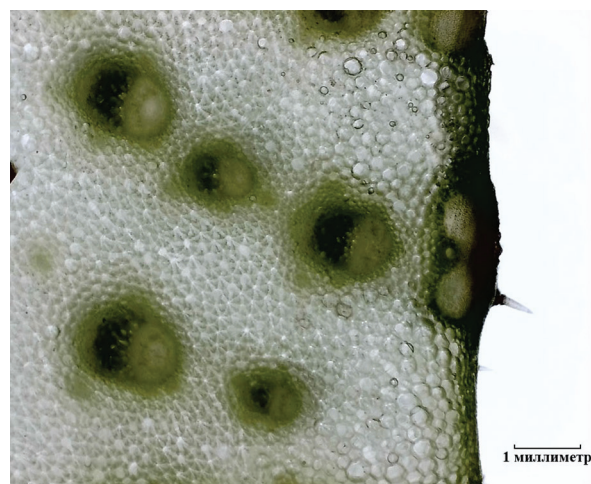


Рис. 2. Поперечный срез черешка листа *Heracleum sosnowskyi* Manden

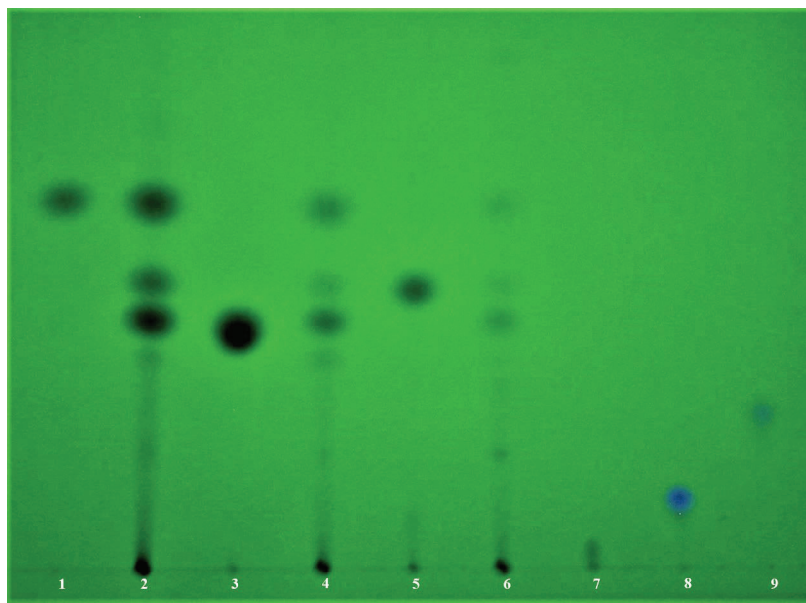


Рис. 3. Тонкослойная хроматограмма различных частей листа борщевика Сосновского: 1 – ангелицин, 2 – экстракт эпидермиса, 3 – ксантотоксин, 4 – экстракт паренхимы, 5 – бергаптен, 6 – экстракт проводящих пучков, 7 – эскулетин, 8 – скополетин, 9 – умбелиферон

и фурукумаринов показало, что среди разделенных четырех веществ присутствуют фурукумарины: ангелицин ($R_f = 0,45$), ксантотоксин ($R_f = 0,29$) и бергаптен ($R_f = 0,34$). В экстракте паренхимы обнаруживаются также четыре вещества кумариновой природы с аналогичными R_f . Хроматографическое разделение экстракта проводящих пучков показало наличие трех веществ с $R_f = 0,29$; $0,34$; $0,45$, что также соответствует ксантотоксину, бергаптenu и ангелицину. Кумарины – эскулетин, скополетин и умбелиферон во всех экстрактах обнаружены не были. Количественное определение содержания фурукумаринов не проводилось, однако стоит отметить различия в интенсивности окраски пятен в экстрактах из эпидермиса, паренхимы и проводящих пучков при нанесении на пластину. Наиболее интенсивная окраска замечена для экстракта эпидермиса, что косвенно указывает на высокое содержание веществ кумариновой природы в эпидермисе по сравнению с паренхимой и проводящими пучками. Это может быть связано с наличием на эпидермисе экзогенных секреторных структур – трихом, в которых происходит накопление фурукумаринов.

Заключение. Таким образом, установлено, что накопление исследуемых фурукумаринов (ангелицина, бергаптена и ксантотоксина) осуществляется как в эпидермисе листа, где на поверхности располагаются экзогенные секреторные структуры – трихомы, так и в паренхиме и проводящих пучках. Хроматографическое разделение веществ экстрактов эпидермиса и паренхимы показало наличие четырех веществ кумариновой природы, а разделение веществ экстрактов проводящих пучков – трех веществ фурукумарина.

Список использованных источников

1. Прилипко, Л. И. О безвредных свойствах борщевика в Конахкендском районе Азербайджанской ССР / Л. И. Прилипко // Изв. Акад. наук Азерб. ССР. – 1950. – № 3. – С. 68–70.
2. Леоненко, П. М. К клинике и профилактике дерматитов, вызываемых борщевиком / П. М. Леоненко // Здоровоохранение Беларуси. – 1962. – № 11. – С. 83–84.
3. Винокуров, Г. И. О дерматите, вызываемом растением сладкий борщевик / Г. И. Винокуров // Вестн. дерматол. и венерол. – 1965. – № 7. – С. 67–69.
4. Клепов, И. Д. Пузыристые дерматиты от лугового растения борщевика / И. Д. Клепов // Вестн. дерматол. и венерол. – 1960. – Т. 3. – С. 55–56.
5. Kasperkiewicz, K. Sunscreening and photosensitizing properties of coumarins and their derivatives / K. Kasperkiewicz, A. Erkiert-Polguj, E. Budzisz // Lett. Drug Design Discovery. – 2016. – Vol. 13, N 5. – P. 465–474. <https://doi.org/10.2174/1570180812666150901222106>

5. *Emami, S.* Current developments of coumarin-based anti-cancer agents in medicinal chemistry / S. Emami, S. Dashpour // *Eur. J. Med. Chem.* – 2015. – Vol. 102. – P. 611–630. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.08.033>
6. Recent developments of C-4 substituted coumarin derivatives as anticancer agents / J. Dandriyal [et al.] // *Eur. J. Med. Chem.* – 2016. – Vol. 119. – P. 141–168. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2016.03.087>
7. Antioxidant activity of coumarins / Y. Al-Majedy [et al.] // *System. Rev. Pharm.* – 2017. – Vol. 8, N 1. – P. 24–30. <https://doi.org/10.5530/srp.2017.1.6>
8. Recent developments of coumarin-containing derivatives and their anti-tubercular activity / Y. Q. Hu [et al.] // *Eur. J. Med. Chem.* – 2017. – Vol. 136. – P. 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.05.004>
9. Coumarin derivatives as monoamine oxidase B inhibitors with antiparkinsonian like properties / P. Olaya [et al.] // *FarmaJournal.* – 2019. – Vol. 4, N 1. – P. 218.
10. Coumarin: A natural, privileged and versatile scaffold for bioactive compounds / A. Stefanachi [et al.] // *Molecules.* – 2018. – Vol. 23, N 2. – P. 250. <https://doi.org/10.3390/molecules23020250>
11. *Имшенецкий, Г.* Heracleum et geranium dermatitis / Г. Имшенецкий // *Рус. вестн. дерматита.* – 1928. – Т. 6. – С. 245–252.
12. *Клепов, И. Д.* Пузыристые дерматиты от лугового растения борщевика / И. Д. Клепов // *Вестн. дерматол. и венерол.* – 1960. – Т. 3. – С. 55–56.
13. *Weryszko-Chmielewska, E.* Localisation of furanocoumarins in the tissues and on the surface of shoots of Heracleum sosnowskyi / E. Weryszko-Chmielewska, M. Chwil // *Botany.* – 2017. – Т. 95, № 11. – С. 1057–1070.
14. *Денисова, Г. А.* Терпеноидосодержащие структуры растений / Г. А. Денисова. – М.: Наука, 1982. – С. 10–32.

Поступила 11.03.2020