

Научная статья
УДК 547.816.3

ПОЛУЧЕНИЕ СУММЫ ФУРАНОКУМАРИНОВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Денис Сергеевич Беспалов¹, Дмитрий Михайлович Егоров²

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), Санкт-Петербург, Россия

¹ den_chim@mail.ru

² diavoly@mail.ru

Аннотация. В ходе исследования в зеленых частях борщевика, произрастающего в Ленинградской области, обнаружена 0,16 %-ная концентрация фуранокумаринов. Разработан новый лабораторный способ выделения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, не использующий органические растворители.

Ключевые слова: род *Heracléum*, борщевик Сосновского, фуранокумарины, группа псоралена, выделение, лабораторный метод

Scientific article

OBTAINING THE SUM OF FURANOKOUMARINS OF SOSNOWSKI'S HOGWEED

Denis S. Bespalov¹, Dmitry M. Yegorov²

^{1,2} Saint-Petersburg State Institute of Technology, St. Petersburg, Russia

¹ den_chim@mail.ru

² diavoly@mail.ru

Abstract. A 0,16 % concentration of furanocoumarins was found in the green parts of the hogweed grown in the Leningrad region. A new laboratory method for isolating the sum of furanocoumarins *Heracléum Sosnówskyi*, which does not use organic solvents, has been developed.

Keywords: genus *Heracléum*, Sosnowski's hogweed, furanocoumarins, psoralene group, isolation, laboratory method

Борщевик Сосновского снискал себе одиозную репутацию «короля сорняков», а также прописался во многих «черных книгах» флоры и энциклопедиях сорных растений. Его агрессивное бесконтрольное разрастание представляет серьезную экологическую проблему. Кроме того, широко известны его ядовитые свойства [1]. Вместе с этим в растении заложен

огромный потенциал физиологически активных веществ, используя который, можно сократить его заросли [2]. Отсюда вытекает актуальность изучения возможностей переработки борщевика Сосновского.

Борщевик Сосновского – мощное растение высотой до 4 м. Стебель одиночный, прямостоячий, толстый, полый, бороздчатый с редкими волосками, сверху густо шероховатоопушенный пурпурный или с пурпурными пятнами. Листья перистолопастные, сверху голые, снизу опушенные. Соцветие – сложный многолучевой зонтик. Корневая система стержневого типа, ветвистая, проникает вглубь до 2 м. Цветет в июне – июле, плоды созревают в августе. В зависимости от погодных условий сроки цветения и плодоношения могут сдвигаться. Растение влаголюбиво, легко переносит переувлажнение и заболачивание, морозостойко [3].

Ранее борщевик культивировался как перспективное силосное и кормовое растение. Однако именно такие биологические характеристики, как высокая и ранняя всхожесть семян, очень высокая жизнеспособность и быстрота роста молодых растений, способность к самоопылению, «отложенному» цветению и плодоношению, большая урожайность семян и их значительная полевая всхожесть, обеспечили борщевiku удачный «побег» из культуры. Растение практически не имеет естественных врагов. Особая роль в неконтролируемом распространении борщевика принадлежит брошенным, ранее обрабатывавшимся землям. Именно здесь находится наибольшее число нарушенных экотопов, наиболее уязвимых для инвазии. Также борщевик способен наносить серьезный ущерб биологическому разнообразию лесов, окаймляя их и прорастая в редких местах и по вырубкам.

Сейчас растение внесено в Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации [4, 5]. В настоящее время ведутся многочисленные изыскания в области переработки борщевика Сосновского. Их общая цель – использовать биомассу растения, сократив его заросли. Такой подход позволяет взглянуть на борщевик уже не только как на злостный сорняк, а как на культуру будущего [6]. Данное исследование касается физиологически активных веществ *Heracléum Sosnówskyi*.

Сейчас препараты для лечения лейкодермии на основе фуранокумаринов производятся из плодов амми большой (*Ámmi május*, сем. *Зонтичных*), содержащей по данным Регистра лекарственных средств России лишь около 2 % активных фуранокумаринов. По литературным данным [7], *Heracléum Sosnówskyi* содержит до 6 % активных фуранокумаринов в пересчете на сухое вещество. Это делает *Heracléum Sosnówskyi* перспективным их источником.

Фуранокумарины борщевиков исследовались и ранее [2, 7, 8–10]. Наиболее распространены способы выделения, основанные на экстракции органическими растворителями [2, 7, 9, 10]. Также имеются данные об опытах по совместному выделению пектина и фуранокумаринов методом

гидролиза растительной ткани *Heracléum Sosnówskyi* [7]. Извлечение при этом ведется подкисленной водой.

Настоящее исследование предлагает простой не использующий органические растворители способ получения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, основанный на экстракции ЛРС раствором щелочи, исходя непосредственно из свежего растения. Разработана также методика качественного анализа полученных природных соединений.

Сбор сырья проводился в начале июля в Ленинградской области. Предпочтение отдавалось зацветающим растениям без внешних дефектов. Собиралось все растение целиком (рис. 1, а) в солнечную сухую погоду, поскольку при ярком освещении количество фуранокумаринов в тканях и соке растений максимальное.

Очищенная свежая трава (стебли, листья, цветки) *Heracléum Sosnówskyi* (всего было использовано 10,4 кг сырья) измельчалась и порционно помещалась в круглодонную колбу объемом 1 л. Затем порция сырья заливалась 0,7 л 0,1 М раствора NaOH, и колба нагревалась в кипящей водяной бане 3 часа с обратным холодильником. После этого использованное сырье отбрасывалось, а экстракт профильтровывался сперва через марлю, потом через бумажный складчатый фильтр. (рис. 1, б–в).



Рис. 1. Процесс выделения фуранокумаринов:
 а – сбор сырья; б – листья до и после экстрагирования;
 в – осадок фуранокумаринов, выпавший при подкислении экстракта;
 г – образец полученной суммы фуранокумаринов

Полученный таким образом экстракт был совершенно прозрачен, имел красивый рубиновый цвет и специфический запах. Он в свою очередь вновь подогревался на кипящей водяной бане около 5 минут, после чего

добавлялся равный объем 0,1 М раствора HCl, при этом наблюдались выделение хлопьевидного осадка и зеленая опалесценция. Раствор вместе с осадком нагревался на водяной бане еще 15 минут, после чего охлаждался. Через 2 часа тонкий осадок полностью созрел. Раствор декантировали, а осадок многократно промыли дистиллированной водой. Отфильтрованный осадок был собран и высушен. Выход составил 17,11 г (рис. 1, з). Следовательно, в 1 кг зеленой массы *Heracléum Sosnówskyi* содержится 1,65 г суммы фуранокумаринов.

С целью установления подлинности полученной суммы фуранокумаринов была поставлена цветная капельная реакция со свежеприготовленным диазореактивом Паули. Для этого образец фуранокумаринов массой 0,2 г был помещен в высокую пробирку и залит 5 мл 0,1 М раствора NaOH, после чего данная система тщательно перемешивалась стеклянной палочкой и нагревалась в кипящей водяной бане 5 минут. Далее полученный раствор был охлажден и профильтрован. Цвет щелочного извлечения – палевый.

Отдельно готовят реактив Паули. Для этого 1 г сульфаниловой кислоты растворяют в 5 мл 10%-ного раствора NaOH, охлаждают и добавляют при перемешивании 5 мл 10%-ного раствора нитрита натрия (раствор А). Также готовят 5 мл 10%-ного раствора соляной кислоты (раствор Б). Растворы охлаждают до 0 °С. Далее к раствору Б медленно, при постоянном перемешивании и охлаждении, прибавляют раствор А. Важно не допускать разогревания смеси выше 5 °С. Температуру контролируют термометром, опущенным непосредственно в реакционную смесь. После выдержки в 5 минут на ледяной бане при 0 °С реактив готов к употреблению. Цвет реагента – персиковый.

На часовые стекла наносят по две капли реактива Паули и добавляют несколько капель щелочного раствора фуранокумаринов. Немедленно возникает яркое исчезающее вишнево-окрашивание (рис. 2). Данное явление свидетельствует о подлинности полученной суммы фуранокумаринов.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– *Heracléum Sosnówskyi* превосходит другие виды растений по процентному содержанию фуранокумаринов, потому является их перспективным источником;

– в зеленых частях борщевика обнаружена 0,16 %-ная концентрация фуранокумаринов;

– разработан новый простой лабораторный способ выделения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, не использующий органические растворители;

– необходимо продолжить исследования по разделению полученной суммы кумаринов и составу ее компонентов.

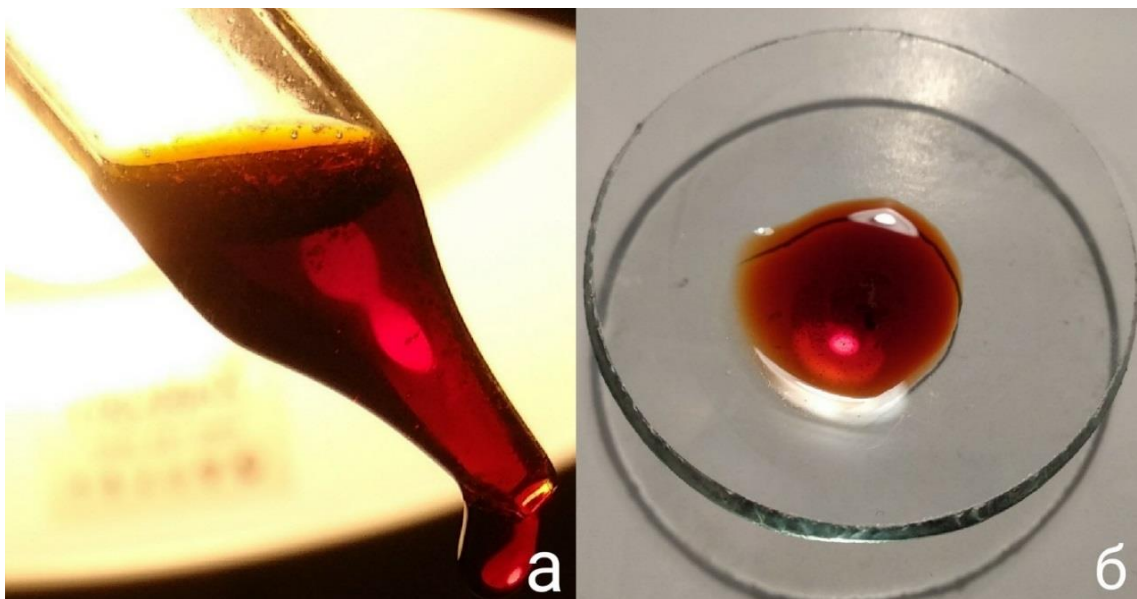


Рис. 2. Цветная капельная реакция:
а – раствор в пипетке; *б* – на часовом стекле

Список источников

1. Журба, О. В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев. – Москва : Колос, 2008. – 512 с.
2. Орлин, Н. А. Об извлечении кумаринов из борщевика / Н. А. Орлин // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 3. – С. 13–14.
3. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР: Справочник / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Ленинград : Колос: Ленингр. отделение, 1981. – 336 с.
4. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – Москва : ГЕОС, 2010. – 512 с.
5. Кормилицына, К. Миллион за сорняк / К. Кормилицына // Журнал «Коммерсантъ». – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3681780> (дата обращения: 2.09.2022).
6. Ткаченко, К. Борщевик Сосновского: растение-терминатор или культура будущего? / К. Ткаченко // Журнал «Коммерсантъ Наука». – URL: <https://inlnk.ru/Pm9BR0> (дата обращения: 02.09.2021).
7. Купов, И. С. Разработка метода выделения пектина и фуранокумаринов из борщевика Сосновского / И. С. Купов, М. С. Золотарева // Инженеры будущего : материалы открытой городской научно-практической конференция (Москва, 18–20 апреля 2019 года). – Москва, 2019.
8. Есбатыр, А. Е. Выделение кумаринов для использования в фармацевтической промышленности / А. Е. Есбатыр, Д. Ю. Корулькин // Вестник КазНМУ. – № 4. – 2016.

9. Основы фитохимического анализа : учебное пособие / Р. Г. Фархутдинов, Н. В. Кудашкина, Р. А. Зайнуллин [и др.]. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2016. – 288 с.

10. Юрлова, Л. Ю. Фурукумарины *Heracleum sosnowskyi* и *Heracleum moellendorffii* / Л. Ю. Юрлова, Д. М. Черняк, О. П. Кутовая / ТМЖ. – 2013. – № 2 (52).