

Андреева Лариса Викторовна

канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого»

г. Великий Новгород, Новгородская область

СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КУМАРИНОВ ИЗ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Аннотация: в статье изложены основные причины агрессивного распространения борщевика Сосновского. Проведен анализ биологически активных соединений, входящих в состав данного растения. Особое внимание уделено способам извлечения кумаринов. Рассмотрены результаты опытов выделения кумаринов в лаборатории биотехнологий Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. Предложены области применения биологически активных кумаринов.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, фототоксичность, кумарины, фуранокумарины, экстракция, возгонка, лактонная проба.

Новгородская область относится к территориям, на которых ведется активная борьба с агрессивным сорным растением – борщевиком Сосновского. В истории этого растения были периоды различного отношения к нему селекционеров и агрономов. Среди дикорастущих борщевиков борщевик Сосновского выделяется своими размерами, неприхотливостью, способностью к выживаемости в неблагоприятных погодных условиях.

В тяжелые и голодные послевоенные годы двадцатого века, когда остро встал вопрос обеспечения людей продовольствием, селекционеры обратили внимание на борщевик Сосновского как на перспективную кормовую культуру для сельскохозяйственных животных. Сельхозпредприятия Прибалтики, Украины, Белоруссии, Ленинградской и Московской областей стали активно внедрять борщевик Сосновского в сельхозпроизводство, выделяя для него большие площади.

В основном борщевик Сосновского использовали в качестве силосной культуры, как источник углеводов, витаминов и других полезных веществ. Однако очень скоро было замечено, что молоко коров в результате добавления в рационы борщевика Сосновского приобретает горький вкус. Эта горечь сохранялась, а иногда и усиливалась в продуктах переработки молока, значительно снижая показатели качества. С другой стороны, выявленные факты дали толчок к более детальному изучению химического состава борщевика Сосновского.

В борщевике были обнаружены биологически активные вещества, обладающие эстрогенной активностью. Они способны вызывать нарушения лактации и являться причиной бесплодия коров. А также выявлены вещества, обладающие мутагенным эффектом. Они могут вмешиваться в генетические процессы и вызывать появление нежизнеспособного потомства.

При активном внедрении этого растения были выявлены его другие отрицательные качества. Сок стеблей и листьев обладает фототоксичностью. В местах попадания на кожу человека сока растения под действием солнечных лучей появлялись сильнейшие ожоги. Оказалось, что заготовка борщевика Сосновского представляет опасность для рабочих, возможна только механизированным способом и требует больших материальных затрат.

Выявленные отрицательные моменты привели к отказу использования борщевика Сосновского в качестве кормовой культуры. Но высокая живучесть позволила ему захватить огромные территории и вытеснить многие полезные растения. В 2015 году борщевик Сосновского был включен в «Отраслевой классификатор сорных растений». Началась борьба с этим растением на государственном уровне. Для искоренения борщевика применяется комплекс мероприятий: механическое скашивание растений, перепахивание почвы, обработка гербицидами. Эти методы применяются многократно, но к успеху пока не привели. Так, по данным 2019 года борщевик Сосновского занимает территорию около шести тысяч гектаров земель в Новгородской области, четыре тысячи гектаров из них – земли сельскохозяйственного производства.

Как правило, растения борщевика подвергаются уничтожению. А они могли бы приносить пользу, если проводить заготовку сырья с соблюдением требований безопасности и в определенные периоды развития растения. Листья, семена, стебли содержат большое количество биологически активных веществ, таких как хлорофилл, эфирные масла, алкалоиды, витамины, флавоноиды и др.

В первую очередь обращают на себя внимание кумарины, а среди них – фуранокумарины, обладающие фотосенсибилизирующим действием. К ним относятся бергаптен, псорален, ксантотоксин. Эти вещества активируются ультрафиолетовым излучением (320–380 нм), вступают в реакции и образуют химические сшивки между цепями молекулы ДНК. В результате происходит нарушение метаболизма клеток, в том числе клеток кожи.

В зависимости от количества фуранокумарины могут использоваться в качестве ядов, лекарственных средств или ароматизаторов. Они могут вызывать поражения кожи, а могут применяться как лекарственные препараты для борьбы с заболеваниями кожи: аллопеции, витилиго, псориаза.

Процессы извлечения фуранокумаринов из стеблей, листьев и семян борщевика Сосновского представляют собой достаточно сложную задачу. Традиционно для выделения биологически активных веществ используют метод экстрагирования одним из известных растворителей. Чаще всего используют хлороформ, эфир, этиловый спирт [1, с. 13]. Полученные экстракты, как правило, содержат целый комплекс биологически активных веществ, разделение которых на фракции – более сложная задача, нежели получение экстракта.

В лаборатории биотехнологий Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого ведутся работы по извлечению кумаринов из высушенных листьев борщевика Сосновского. Листья заготавливались в летний период с соблюдением требований безопасности. Сушка производилась в тени при комнатной температуре. Хранились образцы в условиях отсутствия солнечного излучения.

Проводили извлечение кумаринов из сухого измельченного сырья путем экстрагирования этиловым спиртом 95%-й концентрации с использованием ап-

парата Сокслета при температуре 80 °С. Время экстрагирования – 4 часа. Был получен экстракт зеленого цвета, содержащий разнообразные биологически активные вещества, извлекаемые этиловым спиртом. Для подтверждения присутствия в экстракте кумаринов была проведена лактонная проба [2, с. 102]. Наблюдалось помутнение раствора в результате выпадения в осадок солей кумариновых кислот, что подтверждает присутствие кумаринов в экстракте.

Вторым методом извлечения кумаринов стал метод возгонки с оксидом магния. В результате эксперимента были получены кристаллы серого цвета. Для подтверждения присутствия кумаринов в составе кристаллов был приготовлен спиртовой раствор и проведена лактонная проба. Образование осадка в растворе свидетельствует о присутствии кумаринов.

Очень сложной задачей является выделение кумаринов из комплекса биологически активных веществ, присутствующих как в составе экстракта, так и в составе кристаллов.

Для определения количества кумаринов в спиртовом экстракте использовали фотоэлектроколориметрический метод. Опытным путем была выбрана длина волны -360 нм. Раствор сравнения – 95%-й этиловый спирт. Было определено, что средний показатель содержания кумаринов в сухих листьях борщевика Сосновского, собранных в Новгородской области, составляет 3,5%.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что, проводя борьбу с распространением борщевика Сосновского, можно использовать богатый химический состав этого гигантского растения. Большая работа предстоит в вопросе подбора методов очистки экстрактов от сопутствующих биологически активных веществ.

Из комплекса кумаринов очень сложно выделить фракцию фуранокумаринов. Эти вещества имеют сходные химические формулы и физические свойства. Поэтому в настоящее время в основном используются смеси кумаринов. Но даже в составе смеси кумаринов фуранокумарины проявляют свои уникальные фотохимические свойства. В настоящее время используются в качестве

фармакологических препаратов смеси кумаринов «Псорален», «Бероксан», «Аммифурин».

Мы планируем использовать экстракты и кристаллы, содержащие кумарины, в процессах защиты растений в качестве фунгицидов и антимикробных препаратов.

Список литературы

1. Орлин Н.А. Об извлечении кумаринов из борщевика / Н.А. Орлин // Успехи современного естествознания. – 2010. – №3. – С. 13–14.
2. Химический анализ лекарственных растений: учеб. пособие для фармацевтических вузов / Е.Я. Ладыгина, Л.Н. Сафронич [и др.]; под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.