



**СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ
ЛИСТЬЕВ ВОСКОВНИКА
БОЛОТНОГО
(*MYRICA GALE L.*)
В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ**

Петров Виктор, 11 "О" класс Кадетского корпуса (школа IT-технологий) Военной орденов Жукова и Ленина Краснознамённой Академии связи им. маршала Советского Союза С. М. Буденного

Научный руководитель: **Макарова Людмила Андреевна**,
учитель биологии

Научный консультант: **Медведева Нина Анатольевна**, к.б.н.,
с.н.с., Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

Санкт-Петербург, 2024

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Литературный обзор.....	4
3. Материалы и методы.....	6
4. Результаты исследований и их обсуждение.....	8
5. Выводы.....	10
6. Список литературы.....	11

Введение

Восковник болотный, или восковница обыкновенная (*Myrica gale* L.) принадлежит к семейству Восковниковые (Myricaceae Vume.) и представляет собой двудомный, ветроопыляемый, листопадный кустарник, достигающий до 2 м высотой, и способный разрастаться в виде моноклональных зарослей (рис. 1)(Skene et al., 2000).



Рисунок 1. Восковник болотный, или восковница обыкновенная (*Myrica gale* L.) (фото Н. А. Медведевой)

Myrica gale произрастает на болотах, на сырых песчаных и каменистых пляжах, а также в заболоченных берёзовых, сосновых лесах и приморских лугах (Толченникова и др., 2001).

Восковник болотный произрастает в Скандинавии, по Атлантическому побережью стран Европы и Северной Америки (рис. 2). В России вид находится на юго-восточной границе ареала: встречается только в Ленинградской области, Санкт-Петербурге и в Карелии (Волкова и др., 2021). Растение является федеральным охраняемым объектом и имеет двойную категорию охраны: занесено в Красную книгу Российской Федерации и ряд региональных Красных книг (Красная..., 2008).

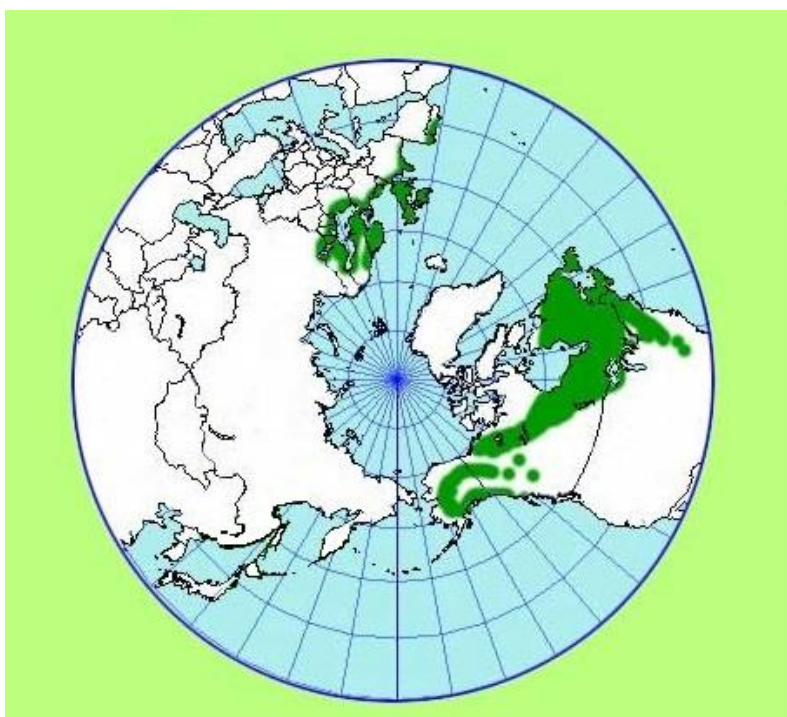


Рисунок 2. Карта распространения *Myrica gale* L. в Северном полушарии (по Skene et al., 2000).

Восковник болотный не имеет практического значения в деревообрабатывающей промышленности, однако его используют в рекультивации торфяников, как азотфиксирующее растение болот, как декоративное в ландшафтном дизайне, кроме того, эфирное масло *Myrica gale* применяется в странах Европы и Северной Америки в качестве вяжущего средства, а также как противовоспалительное средство при кожных и грудных заболеваниях.

В 2011 году в г. Санкт-Петербурге было принято решение о строительстве участка автомобильной магистрали «Западный скоростной диаметр», проходящего через территорию Юнтоловского лесопарка, на которой произрастала крупная популяция восковника болотного (рис. 3).



Рисунок 3. Строительство Шуваловской развязки автомобильной магистрали «Западный скоростной диаметр», г. Санкт-Петербург. Фото из открытых источников.

Специалистами БИН РАН была разработана программа по сохранению *Myrica gale* и его пересадке за зону проведения работ. Растения, оказавшиеся в зоне трассы, были пересажены на территорию Юнтоловского заказника. Часть растений (примерно 100 особей) были использованы для создания резервной популяции на территории парка БИН РАН (рис. 4).



Рисунок 4. Пересадка *Myrica gale* в парк БИН РАН. Фото Н. А. Медведевой

С 2012 года сотрудниками лаборатории растительных ресурсов БИН РАН осуществляется мониторинг этих популяций: фиксируются некоторые

морфологические показатели: например, высота растений, число побегов, количество и вес плодов в соплодии, количество заложившихся тычиночных сережек и др. Однако, фитохимическое исследование новых популяций ранее не проводилось.

Цель данного исследования – установить, отразилась ли вынужденная пересадка *Myrica gale* при строительстве скоростной магистрали «ЗСД» на территорию Юнтоловского заказника и в парк БИН РАН на количественные и качественные характеристики эфирных масел, полученные из листьев этих растений.

Задачи: 1. Провести анализ литературных данных о компонентном составе эфирного масла восковника болотного, биологических особенностях его накопления и методах выделения.

2. Выделить эфирное масло из листьев, собранных с растений из двух новых местообитаний,

3. провести сравнительный хроматографический анализ их компонентного состава.

У восковника болотного различают два типа железистых трихом, синтезирующих и накапливающих эфирные масла – головчатые и пельтатные. Такие железки есть на всех надземных органах *Myrica gale*, таким образом, эфирное масло можно получать из листьев, веток, соцветий, плодов и семян.

По литературным данным в плодах восковника болотного накапливается до 3 % эфирного масла, существенно меньше в цветках (0,97 %) и листьях (0,20 %), причем эфирное масло, полученное из цветков и плодов *Myrica gale* отличается от эфирного масла, полученного из листьев по качественным и количественным характеристикам, однако, получать его из цветков и плодов экономически не оправданно из-за относительно небольшого количества материала.

Материалы и методы.

Объектом исследования служили образцы листьев восковника болотного, собранные осенью 2023 года с дикорастущих растений в Юнтоловском заказнике (г. Санкт-Петербург). Кроме того, листья *M. gale* собирались в те же сроки, но с растений, пересаженных в парк Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН, г. Санкт-Петербург).

Сбор молодых листьев не проводился, поскольку из литературных данных известно, что пожелтевшие и опавшие листья являются таким же хорошим источником эфирного масла, как и зрелые листья (Wawrzyńczak et al., 2019). Компонентный состав эфирного масла цветков и плодов *M. gale* значительно отличается от эфирного масла листьев качественным и количественным составом (Svoboda et al., 1998; Ložiene et al., 2020), однако, генеративные органы восковника для получения эфирного масла в нашей работе мы не использовали,

поскольку они немногочисленны и наши манипуляции могли бы повредить популяциям растений.

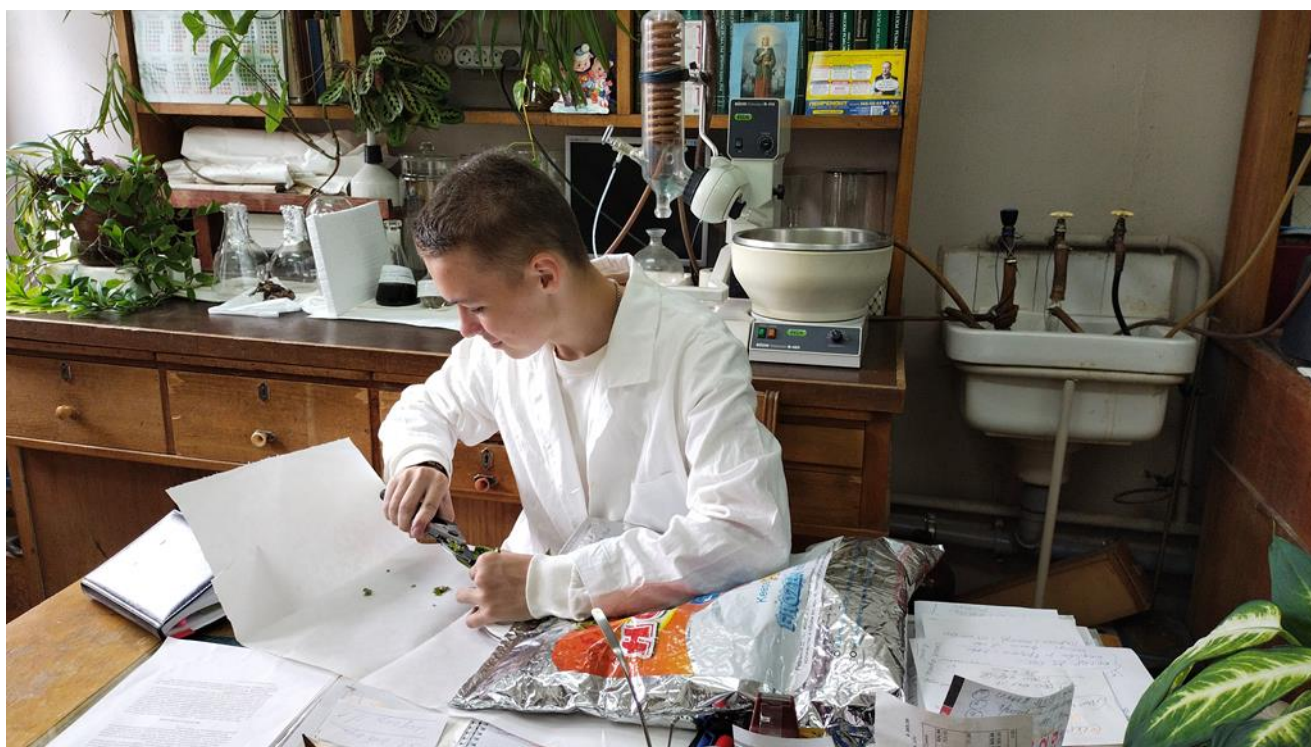


Рисунок 5. Предварительное измельчение листьев *Myrica gale*. Фото М. А. Макаровой

Фиксация и экстракция

Выделение эфирного масла проводили методом гидродистилляции. Листья (150 г), непосредственно после сбора, измельчали (рис. 5), помещали в круглодонную колбу, приливали дистиллированной воды. Колбу закрывали шлифом обратного холодильника, к нижней части которого на крючках подвешивали маслоприёмник так, чтобы конец холодильника находился над воронкообразным расширением приёмника, но не касался его. Колбу нагревали в течение 4 часов. Под действием тепла эфирные масла вместе с водяным паром поднимались вверх, в шариковый холодильник, где пар конденсировался на холодных стенках и в виде капель стекал в маслоприёмник. Благодаря его особой форме, вода свободно проходила его насквозь, возвращаясь в колбу, а масло, как более лёгкая фракция, задерживалась в маслоприёмнике. Полученное масло переносили в стеклянные виалы с плотной завинчивающейся крышкой, и хранили в холодильнике.

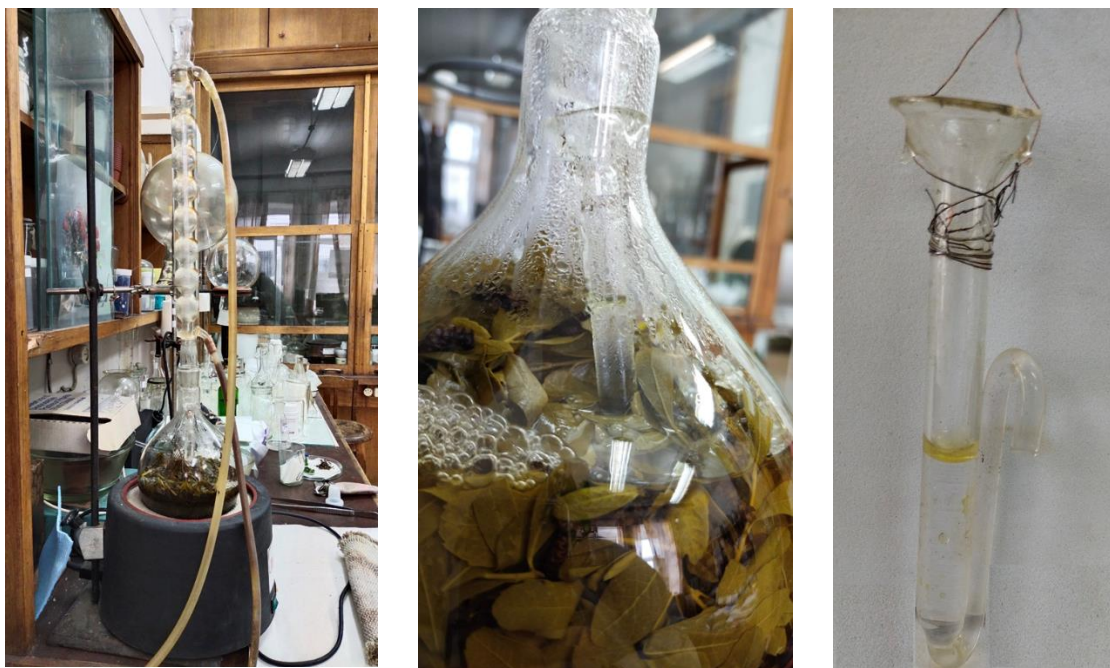


Рисунок 6. Выделение эфирного масла из *Myrica gale*. Фото В. К. Петрова

Газовая хроматография с масс-селективным детектированием

Хроматографический анализ образцов проводился сотрудниками лаборатории аналитической фитохимии БИН РАН методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на приборе Pegasus-4D (LECO, USA), капиллярная колонка Rxi-5 Sil MS, 30 м × 0.25 мм, толщина пленки неподвижной фазы 0.25 мкм. Хроматографирование проводили при линейном программировании температуры (6 °/мин): от 70 ° до 340 °, далее поддерживалась данная температура до окончания времени анализа, составляющее в общем 60 мин. Газ-носитель – гелий, скорость подачи газа 1 мл/мин (в режиме постоянного потока). Регистрацию хроматограммы проводили в режиме записи полного ионного тока с частотой 10 сканов в секунду. Ионизацию электронным ударом осуществляли при 70 В.

Сбор и обработка данных

Соединения идентифицировали по их масс-спектру и индексу удерживания (RI) с применением программы AMDIS на основании сравнения полученного масс-спектра с данными МС-библиотеки NIST 2011, а также коллекции масс-спектров стандартных соединений лаборатории аналитической фитохимии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Масс-спектр считали определенным при совпадении с библиотечным вариантом при индексе соответствия не менее 80.

Процентный состав эфирного масла вычисляли по площадям хроматографических пиков с помощью программы UniChrom (<http://www.unichrom.com/unichrome.shtml>) без использования корректирующих коэффициентов.

Содержание эфирного масла в абсолютно сухом сырье в массо-объемных процентах (X) вычисляли по формуле: $X = \frac{V \times 100 \times 100}{a \times (100 - W)}$,

где V- объем эфирного масла, мл; а – навеска сырья, гр; W – влажность сырья, %.

Влажность сырья определяли по потере в массе за счет гигроскопической влаги и летучих веществ при высушивании сырья до абсолютно сухого состояния по формуле:

$W = \frac{(m - m_1) \times 100}{m}$, где m – масса сырья до высушивания, г; m₁ – масса сырья после высушивания, г.

Результаты и обсуждение.

Получены шесть образцов эфирного масла, по три из двух различных местообитаний, представляющие собой легкоподвижную светло-желтую жидкость с сладковато-травянистым запахом.

Выход эфирного масла листьев *Myrica gale*, собранных на территории Юнтоловского заказника, составил в среднем 0,92 %, а из парка БИН РАН – 0,11 % (табл. 1). Таким образом, содержание эфирного масла в листьях восковника болотного из мест, близких к естественному произрастанию выше, чем у растений из парка БИН РАН.

Таблица 1. Содержание (%) эфирного масла в образцах *Myrica gale*

Содержание эфирного масла (%)	
Юнтоловский заказник	Парк БИН РАН
0,21	0,09
1,55	0,10
1,00	0,13
Среднее значение 0,92	Среднее значение 0,11

Компонентный анализ полученных образцов был произведен на базе лаборатории аналитической фитохимии БИН РАН методом газовой хромато-

масс-спектрометрии. В обоих образцах было разделено более 50 компонентов эфирного масла.

Основными компонентами эфирного масла из образцов, собранных на территории Юнтоловского лесопарка, были неролидол (15,71 %), гермакрен В (11,47 %), δ -кадинен (9,76 %) и 1,10-ди-эпи-кубенол (5,61 % (табл. 2). В образцах из парка БИН РАН основными компонентами были δ -кадинен (14,11 %), 1,10-ди-эпи-кубенол (8,59 %), неролидол (8,43 %), 1,8-цинеол (6,01 %) и кариофиллен (5,01 %).

Таблица 2. Основные компоненты (%) эфирного масла в образцах *Myrica gale*

Компоненты		Rt, мин	Содержание компонента, %	
			Юнтоловский лесопарк	парк БИН РАН
1,8-Цинеол	1,8-cineol	12.00	2.26	6.01
(E)-Кариофиллен	(E)-caryophyllene	18.43	3.16	5.01
δ-Кадинен	δ -cadinene	19.67	9.76	14.11
(Z)-Неролидол	(Z)-nerolidol	20.04	15.71	8.43
Гермакрен В	germacrene B	20.25	11.47	1.59
1,10-Ди-эпи-кубенол	di-epi-1,10-cubenol	20.03	5.61	8.59

Установлено, что в изученных образцах процесс образования ациклических сесквитерпеновых спиртов доминирует, что приводит к существенному накоплению неролидола. В целом, смена местообитания *Myrica gale* (пересадка части растений в Юнтоловский заказник и парк БИН РАН) существенно не отразилась на компонентном составе эфирного масла.

Выводы.

1. Исследованные образцы листьев восковника болотного из Юнтоловского заказника и парка БИН РАН синтезируют и накапливают эфирное масло.
2. Сравнительный анализ полученных образцов эфирных масел *Myrica gale* из двух разных местообитаний показал, что выход эфирного масла образцов из Юнтоловского заказника составил 0,92 %, парка БИН РАН – 0,11 %.

3. Основными компонентами всех образцов эфирных масел стали неролидол, гермакрен В, δ -кадинен, 1,10-ди-эпи-кубенол, 1,8-цинеол и кариофиллен.

4. Вынужденная пересадка растений в Юнтоловский заказник и парк БИН РАН при строительстве магистрали «ЗСД» существенно не отразилась на компонентном составе эфирного масла.

Список литературы.

1. Skene K., Sprent J., Herdman L., 2000. *Myrica gale* L. // J. Ecol. Vol. 88. N 6. P. 1079–1094.
2. Толченникова И.О., Антонова И.С., 2021. К вопросу о морфологии генеративных растений *Myrica gale* // Труды института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. Вып. 95. № 98. С. 52–62. <https://doi.org/10.47021/0320-3557-2021-52-62>
3. Волкова Е.А., Смагин В.А., Храмцов В.Н., 2021. Сообщества с *Myrica gale* L. на болотах побережья Финского залива (Санкт-Петербург и Ленинградская область) // Растительность России. № 41. С. 58–74. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2021.41.58>
4. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. М. (2008).
5. Wawrzyńczak K., Jakiel A., Kalemba D., 2019. Composition of leaf and flower essential oil of *Myrica gale* L. // Biotechnol. Food Chem. Vol. 83. N 1. P. 87–96. <https://doi.org/10.34658/bfs.2019.83.1.87-96>
6. Svoboda K., Inglis A., Hampson J., Galambosi B., Asakawa Y., 1998. Biomass production, essential oil yield and composition of *Myrica gale* L. harvested from wild populations in Scotland and Finland // Flavour Fragr. J. Vol. 13. P. 367–372. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199811/12\)13:6<367::AID-FFJ724>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199811/12)13:6<367::AID-FFJ724>3.0.CO;2-M)
7. Ložienė K., Labokas J., Vaičiulytė V., Švedienė J., Raudonienė V., Paškevičius A., Šveistytė L., Apšegaitė V., 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of fruit essential oils of *Myrica gale*, a neglected non-wood forest product // Baltic Forestry. Vol. 26. N 1. P. 423. <https://doi.org/10.46490/BF423>