

УДК 582: 633.8

К.Г. Ткаченко

K.G. Tkachenko

ЭФИРНЫЕ МАСЛА И СИСТЕМАТИКА РОДА *HERACLEUM* L.ESSENTIAL OILS AND SYSTEMATICS OF THE GENUS *HERACLEUM* L.

Аннотация. Анализ экспериментальных данных по компонентному составу и количественному накоплению идентифицированных веществ эфирных масел разных органов (корней, листьев, цветков и плодов) видов рода *Heracleum* L., выращенных в идентичных контролируемых условиях, показал, что далеко не все полученные данные могут быть использованы для построения хемосистематических теорий и решения систематических проблем. Компонентный состав и количественное содержание компонентов (как мажорных, так и минорных) в составе эфирных масел меняется у растений разного возраста. Оно находится в зависимости от длительности выращивания растений в новых для них почвенно-климатических условиях, а также и от фаз сезонного развития, и это указывает на значительные сложности при интерпретации данных и дальнейшее использование результатов химического исследования для различных систематических заключений и построений. Для решения вопросов уточнения положения видов относительно друг друга, или отнесения вида к роду, компонентный состав эфирных масел может быть использован вполне успешно. Главная же ценность знаний о компонентном составе, динамике компонентов в составе эфирных маслах имеет важное практическое значение, и это приобретает особую значимость для ресурсных видов растений.

Ключевые слова: эфирные масла, корни, листья, цветки, плоды, хемосистематика, интродукция растений, Apiaceae, *Heracleum*

Summary. Analysis of experimental data on component composition and quantitative accumulation of the identified compounds of essential oils of different organs (roots, leaves, flowers, and fruits) of *Heracleum* species, grown under identical controlled conditions has shown that not all data can be used for constructing chemosystematic theories and solving systematic problems. Component composition and quantitative content of components (both major and minor) of essential oils vary in plants of different ages. This depends on the period of cultivation of plants under new edaphic and climatic conditions, as well as on the phase of seasonal development. These facts emphasize the considerable difficulties in interpreting the data and further use of the results of chemical research for various systematic findings and theories. However, the data on the compound of essential oils might be useful in addressing a number of problems such as clarification of species relationships, generic placement of species, etc. Besides, the knowledge on the component composition and the dynamics of essential oils components are of great practical importance especially for resource plant species.

Key words: essential oils, roots, leaves, flowers, fruit, chemosystematics, plants introduction, Apiaceae, *Heracleum*.

Исследования, проводимые в области выявления влияния условий произрастания на накопление растениями флавоноидов, терпеноидов, алкалоидов и эфирных масел, показывают, что факторы внешней среды могут обуславливать значительные изменения в количественном содержании вторичных метаболитов. На основании анализа результатов исследований (Волхонская, 1984; Высочина, 1969, 1976, 1977а, б, 1999, 2007; Clausen, 1967; Erdtman, 1963; Harborne, Turner, 1984 и др.) выявлено, что эколого-географический фактор оказывает заметное влияние на распространение вторичных метаболитов в растениях. Для выявления закономерностей

внутривидовой изменчивости проводятся исследования на морфологическом, экологическом и эволюционном уровнях (Казаринова и др., 2002; Мамаев, 1973; Мишуров, 1984; Сацыперова, 1984). Обычно в пределах вида существует ряд переходных типов с различным соотношением компонентов эфирных масел даже в пределах одного местообитания, и «полихимизм» вида является показателем формообразовательных процессов (Гурвич, 1971; Tétényi, 1970).

Явление изменчивости – неотъемлемое свойство всех живых организмов – определяет требования к сбору образцов и интерпретации данных об аспектах биологического разнообра-

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, ул. Проф. Попова, 2; 197376, Санкт-Петербург, Россия;
e-mail: kigatka@rambler.ru
Russian Academy of Sciences, Komarov Botanical Institute, Prof. Popova str., 2; 197376, St.-Petersburg, Russia.

Поступило в редакцию 20.10.2010 г.

Submitted 20.10.2010

зия и разнообразия химического состава растений. Наблюдаемая изменчивость растений может быть обусловлена разными причинами: возраст органов, условия окружающей среды, генетические различия между особями и популяциями, несогласованность методов сбора образцов, их экстракции и анализа. Исключительно важными являются экологический и географический аспекты изучения изменчивости (Тахтаджян, 1965, 1970). Сложный процесс образования в растениях комплекса химических соединений может идти различными путями, которые определяются генетическими особенностями и условиями произрастания. Через воздействие факторов внешней среды (света, влажности, температуры и др.) происходит процесс адаптации растений и формирования экотипов (Волхонская, 1984; Clausen, 1967; Meas, 1980;). Дикорастущие растения проявляют широкий спектр изменчивости под влиянием разнообразных почвенно-климатических факторов. При сборе растительного материала необходимо учитывать многообразные проявления изменчивости, характерные для растений, и обращать особое внимание на унификацию используемых методов анализа и экстракции растительного материала. Результаты химических исследований являются необходимой предпосылкой для понимания функции, которую выполняют изучаемые соединения у растений. Это имеет важное практическое значение для поиска перспективных продуцентов биологически активных соединений.

Степень химического варьирования зависит также от типа веществ. Компоненты эфирных масел относятся к чрезвычайно варьирующим веществам, а химически разнообразные флавоноиды проявляют разную степень изменчивости. Для этих классов соединений показано различие в степени варьирования состава веществ в зависимости от многих факторов. К ним отнесены: объема вида, ареал, внутривидовой полиморфизм, экологическая дифференциация (Высочина, 1977а, 1977б, 1999; Высочина, Встовская, 1999; Downie, Denford, 1986; Hillis, Isoi, 1965; Lauranson et al., 1995; Peterson, 1987; Picman, Bohm, 1982; Valant Vetschera, 1985; Weimarck, 1970; Williams et al., 1985; и др.). Межвидовое химическое варьирование обычно превосходит внутривидовую вариабельность. Химические различия в наличии или отсутствии компонентов могут проявляться у растений на популяционном уровне.

В таком случае мы имеем дело с внутривидовыми химическими таксонами: химическими расами, биохимическими разновидностями или физиологическими формами (Высочина, 1976; Пименов, Борисова, 1987; Adams, 1972; Erdtman, 1968; Harborne, Tétényi, 1970; Turner, 1984).

Условия интродукции растений, как и выращивание их в контролируемых условиях, бесспорно, вносят свои коррективы в современные перспективы популярности использования методов хемосистематики. Собранные в живых коллекциях родовые комплексы растений (на питомниках в Ботанических садах, на научных станциях) позволяют проводить широкомасштабные разноплановые исследования, в том числе по их химическому составу и динамике биологически активных веществ. С 60-х годов XX века на научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Ленинградской области в окрестностях поселка Плодовое была собрана коллекция лекарственных и эфирномасличных растений, которая служила базой проведения научных изысканий. Уникальное собрание видов рода *Heracleum* L. (Ariaceae) флоры СССР позволило проводить разносторонние исследования и получать разнообразные данные. Часть из них, о кормовых достоинствах и морфобиологических особенностях, опубликована (Сацыперова, 1984). Наличие же в коллекции разновозрастных особей с точным исходным происхождением, разными сроками выращивания в одинаковых почвенно-климатических условиях, позволило собрать и опубликовать разноплановый материал по накоплению и изменению состава эфирных масел в разных органах видов рода *Heracleum* (Ткаченко, 1982, 1985, 1986, 1987, 1993, 2009; Ткаченко, Зенкевич, 1987 а, б; Ткаченко, Кожин, 1983; Ткаченко, Ткачев, 2002; Ткаченко и др., 2001а, б, в; Tkachenko, 1993, 1994).

Первые опыты по хемосистематике видов рода *Heracleum* на основе кумаринов и флавоноидов были предприняты еще в конце 70-х годов XX века И.Ф. Сацыперовой совместно с Н.Ф. Комиссаренко (Сацыперова, 1984; Сацыперова, Комиссаренко, 1977, 1978а, б). Нами же были предприняты попытки применения полученных первых экспериментальных данных, на основе компонентного состава эфирных масел плодов интродуцированных видов этого рода, для уточнения систематических построений видов рода *Heracleum*¹. Было показано, что октилацетат является константным веществом для всех

¹Род *Heracleum* (объем входящих видов, деление на секции) принят в понимании И.Ф. Сацыперовой (1984).

изученных видов рода, а его количественное содержание меняется в зависимости от секций рода и конкретного вида (Ткаченко, Сацыперова, 1990). Выявлено, что *H. circassicum* Manden. является хемоформой *H. pubescens* (Hoffm.) Bieb. (Ткаченко, 1993). Прогресс в накоплении большего числа экспериментальных данных и проведении новых усовершенствованных анализов компонентного состава эфирных масел позволяет с иных позиций рассматривать применение хемосистематики для эфирномасличных видов и родов по компонентам их эфирных масел и оценивать участие в этом процессе такого фактора, как интродукция.

Цель данной работы – оценить значимость и перспективность использования данных о компонентном составе эфирных масел из разных органов растений для решения систематических вопросов. Основными задачами настоящего исследования было выявление влияния факторов, сказывающихся на качественном составе эфирных масел, количественном содержании компонентов в их составе.

Условия выделения эфирных масел из растений, методы их анализа приведены в ранее опубликованных работах (Джумаев и др., 1989; Зенкевич и др., 1998, 1999; Казаринова и др., 2002; Ткаченко, 1982, 1985, 2009; Ткаченко, Зенкевич, 1988, 2005; Ткаченко и др., 1991, 1998; Ткаченко, Кожин, 1983; Ткаченко, Ткачев, 2002).

Сравнительный анализ количественного и качественного состава эфирных масел корней интродуцированных видов *Heracleum* выявил, что основными компонентами его состава являются сложные эфиры, терпены и сесквитерпены. Эти классы соединений присущи эфирным маслам всех видов *Heracleum* (табл. 1). Эфирное масло корней видов рода *Heracleum* из разных секций имеет достаточно сходный компонентный состав. Различия между видами и секциями отмечается лишь количественные, как на уровне ряда основных (α -пинен, β -пинен, мирцен, оцимен, октилацетат, транс-аллооцимен), так и в содержании минорных компонентов (октанол, γ -терпинен, терпинен-4-ол).

Эфирное масло корней одного вида, но полученное в разные фазы вегетации, отличается по соотношению входящих в него компонентов. Некоторые компоненты, такие как: α - и β -пинены, камфен, мирцен, лимонен, оцимен, октилацетат – отмечены в составе всех изученных образцах эфирного масла корней борщевиков. Содержание же и соотношение входящих в

состав веществ меняется в зависимости от вида и фазы вегетации (табл. 2). Ряд компонентов в составе эфирного масла корней борщевиков отмечены в составе лишь в начале вегетации, другие – только в образцах, полученных осенью, по окончании вегетации. Это относится к таким веществам, как α -терпинен, терпинолен, гексилбутират, и ряд неидентифицированных компонентов класса терпенов.

Эфирное масло корней каждого вида рода *Heracleum*, при наличии большого числа общих веществ, характеризуется всё же индивидуальным набором компонентов. Однако их содержание ещё и значительно варьирует в зависимости от фазы вегетации и возраста особи.

Сравнительный анализ количественного и качественного состава эфирных масел листьев видов *Heracleum*, выращиваемых на научно-опытной станции БИН РАН «Отрадное», выявил, что состав эфирного масла каждого вида индивидуален (табл. 3, 4). Во всех изученных образцах присутствовали сложные эфиры, терпены и сесквитерпены. У изученных видов, при наличии некоторых часто отмечаемых веществ, нет таких, которые были бы идентифицированы у каждого вида, т.е. были бы характерны только для рода или присущи только лишь конкретному виду. В разные фазы вегетации (от её начала и до окончания) основные компоненты накапливаются в разном процентном соотношении. Флюктуация составляет от 3–5 % для минорных и до 10–15 % для мажорных (основных) компонентов.

Эфирные масла в цветках и листьях видов рода *Heracleum* содержатся в незначительном количестве (до 0.1 %), не представляют собой сырьевой ценности, но эфирные масла цветков *H. moellendorffii* и *H. voroschilovii* значительно отличаются между собой по составу компонентов и по их количественному содержанию, и не идентичны эфирному маслу цветков *H. dissectum* (табл. 5). Исходные семена первых двух видов были собраны в Приморском крае, *H. dissectum* – в Киргизии. Все 3 вида на протяжении значительного времени выращивали в идентичных почвенно-климатических условиях на НОС БИН РАН «Отрадное». Для выяснения самостоятельности первых двух видов необходимо исследовать материал из мест их естественного произрастания. В данном случае интродукция как фактор, влияющий на ход синтеза веществ, не оказала влияния на «выравнивание» и/или унификацию состава эфирного масла цветков. Данный материал всё же даёт основания к тому, что

Таблица 1

Компонентный состав эфирных масел корней некоторых видов рода *Heracleum* L.

Секция	Heracleum		Pubescentia Manden.		Wendia (Hoffm.) Satzyperova		
	<i>H. mande-novae</i>	<i>H. voro-schilowii</i>	<i>H. pubes-cens</i>	<i>H. wil-helmsii</i>	<i>H. choro-danum</i>	<i>H. pastina-cifolium</i>	<i>H. roseum</i>
α-Туйон	сл.	–	сл.	–	0.1	сл.	0.8
Сабинен	сл.	0.3	0.1	сл.	сл.	–	–
α-Пинен	2.8	4.4	4.5	6.3	2.8	2.3	12.6
β-Пинен	18.1	23.0	23.9	39.0	6.4	7.8	3.9
Камфен	0.9	1.2	сл.	сл.	сл.	0.8	1.1
Мирцен	1.8	3.1	7.9	8.2	0.4	12.5	сл.
Октаналь	сл.	сл.	сл.	0.2	0.3	0.8	0.9
Лимонен	2.0	2.8	0.6	сл.	2.2	4.8	сл.
<i>n</i> -Цимол	0.9	сл.	0.7	сл.	1.1	0.9	0.3
Октанол	–	–	–	–	0.1	сл.	0.2
α-Терпинен	1.7	2.0	2.3	5.5	сл.	1.4	4.4
Оцимен	23.2	20.0	19.7	10.9	14.5	13.4	13.7
γ-Терпинен	–	–	6.2	7.7	3.6	сл.	5.3
Терпинолен	0.3	0.1	4.4	2.8	сл.	3.3	сл.
Анетол	2.1	2.7	–	–	сл.	сл.	–
Гексилбутират	0.3	0.5	0.2	сл.	–	сл.	сл.
Октилацетат	1.7	0.8	0.3	сл.	9.9	14.7	13.1
Октилизобутират	–	–	сл.	сл.	9.8	12.2	14.7
Октилбутират	сл.	сл.	–	–	сл.	0.2	–
транс-Аллооцимен	28.0	22.5	–	–	0.9	сл.	0.8
C ₁₀ H ₁₆	3.9	3.9	сл.	сл.	–	1.1	0.7
цис-Аллооцимен	2.9	2.7	0.8	0.6	4.9	5.3	6.6
Октил-4-метилвалерат	–	–	сл.	–	0.5	0.2	0.4
Терпинен-4-ол	–	–	4.2	3.0	сл.	–	2.1
C ₁₅ H ₂₅ ОН	4.9	4.2	–	–	0.8	–	0.3
C ₁₅ H ₂₄	1.3	–	–	1.9	1.1	0.8	4.3
C ₁₅ H ₂₄	–	1.2	0.4	–	1.0	0.9	0.8
C ₁₅ H ₂₄	–	–	2.3	1.8	–	–	–
C ₁₁ H ₁₂ O или C ₁₂ H ₁₆ O ₃	3.4	4.4	–	–	сл.	0.4	0.3

исследование компонентного состава эфирного масла цветков видов рода *Heracleum*, возможно, даст материал для выявления самостоятельности некоторых спорных таксонов.

Плоды же видов рода *Heracleum* как наиболее «константный» орган, содержащий эфирные масла, несомненно, более интересны для выявления возможных межвидовых или секционных

связей или различий. Накопленный экспериментальный материал подтверждает это (табл. 6–8). Для значительного числа интродуцированных видов уже есть опубликованные данные по их составу эфирного масла. Следует отметить, что независимо от вида, процентный состав компонентов флюктуирует от многих факторов. Среди этих факторов выявлена зависимость от возраста

Таблица 2

Состав эфирных масел корней некоторых видов *Heracleum* L. в фазу бутонизации (а) и в конце вегетации (б)

Вид	<i>H. lehmannianum</i>		<i>H. ponticum</i>		<i>H. stevenii</i>		<i>H. asperum</i>	<i>H. calcareum</i> var. <i>colhicum</i>	<i>H. dulce</i>
	а	б	а	б	а	б	б	б	б
Фаза вегетации \ \ Вещество									
α-Туйон	–	–	–	–	0.8	6.1	0.1	–	2.9
Сабинен	сл.	0.7	0.3	сл.	1.6	0.2	сл.	–	–
α-Пинен	3.8	4.4	4.5	6.3	1.4	3.2	2.8	2.3	12.6
β-Пинен	17.6	21.0	23.1	36.0	0.4	0.1	22.4	17.8	33.9
Камфен	0.9	1.2	сл.	сл.	0.2	0.1	сл.	0.8	1.1
Мирицен	1.8	3.1	7.9	8.2	6.8	8.9	0.4	12.5	сл.
Октаналь	–	–	–	–	1.5	1.5	–	0.8	сл.
Лимонен	2.0	2.8	0.6	сл.	19.4	20.0	2.2	4.8	сл.
<i>n</i> -Цимол	0.9	сл.	0.7	сл.	–	–	1.1	0.9	сл.
Октанол	–	–	–	–	сл.	сл.	0.1	сл.	0.2
α-Терпинен	0.7	–	6.3	8.5	–	–	сл.	1.2	4.5
Оцимен	20.1	24.0	18.9	12.0	1.3	3.4	4.5	3.3	3.1
γ-Терпинен	–	–	6.2	7.7	–	–	3.6	сл.	5.3
Терпинолен	0.3	–	4.4	2.8	сл.	сл.	сл.	3.3	сл.
Анетол	2.1	2.7	–	–	–	–	сл.	сл.	–
Гексилбутират	0.3	–	0.2	сл.	0.1	0.2	–	сл.	сл.
Октилацетат	1.7	0.8	2.1	сл.	33.0	35.0	сл.	14.7	3.1
Октилизобутират	–	–	–	–	1.9	2.4	сл.	2.2	4.7
Октилбутират	–	–	–	–	сл.	–	сл.	0.2	–
Октилгексаноат	–	–	–	–	10.3	12.0	–	–	сл.
транс-Аллооцимен	24.7	26.0	–	–	–	–	–	сл.	7.8
C ₁₀ H ₁₆	3.1	3.4	–	–	–	–	–	1.1	2.7
цис-Аллооцимен	1.9	2.3	0.8	0.6	–	–	–	5.3	6.6
Октил-4-метилвалерат	–	–	–	–	0.1	0.3	0.5	0.2	–
Октилоктаноат	–	–	–	–	15.8	18.0	–	–	–
Терпинен-4-ол	0.2	–	4.2	3.0	–	–	сл.	–	2.1
C ₁₅ H ₂₅ ОН	4.9	4.2	–	–	–	–	0.8	–	0.3
C ₁₅ H ₂₄	1.3	–	1.9	–	–	–	1.1	0.8	4.3
C ₁₅ H ₂₄	3.4	3.9	2.1	0.8	–	–	сл.	4.2	–
C ₁₅ H ₂₄	2.9	1.6	–	–	–	–	0.2	сл.	–
C ₁₅ H ₂₄	0.9	1.1	–	–	–	–	0.8	–	1.2
C ₁₅ H ₂₄	1.2	–	3.4	–	–	–	1.0	–	–
C ₁₅ H ₂₄	–	–	2.3	1.8	–	–	–	–	2.0
C ₁₁ H ₁₂ O или C ₁₂ H ₁₆ O ₃	3.1	0.4	0.4	–	–	–	сл.	0.9	0.3
C ₁₁ H ₁₂ O или C ₁₂ H ₁₆ O ₃	1.2	–	3.9	4.1	–	–	сл.	–	2.3

растений, конкретного года сбора урожая, продолжительности интродукции конкретной особи в новых условиях, возобновлённого в течение ряда лет нового поколения, от адаптированности к месту выращивания материнских особей. Колебания в составе отдельных компонентов эфирного масла плодов видов рода *Heracleum* составляют от 0.1 до 1.0 процента, чем можно было бы

пренебречь, но эти колебания достигают и 3–5 или даже 6–7 процентов, что уже существенно, тем более когда по некоторым веществам колебания достигают 20 процентов. Но самым же существенным, если делать систематические построения на основе состава эфирных масел борщевиков, оказывается то, что при их интродукции в условия северо-запада России в соста-

Таблица 3

Компонентный состав (%) эфирных масел листьев некоторых видов рода *Heracleum* L.

Секция	<i>Heracleum</i>			<i>Pubescentia</i>			<i>Villosa</i>	
	<i>H. aconitifolium</i>	<i>H. dissectum</i>	<i>H. voroshilovii</i>	<i>H. mantegazzianum</i>	<i>H. lehmannianum</i>	<i>H. wilhelmsii</i>	<i>H. asiaticum</i>	<i>H. leskovii</i>
Вещество								
α -Туйен	2.1	—	0.1	—	—	7.1	—	2.0
α -Пинен	1.9	1.2	1.4	2.5	2.5	0.2	0.1	1.2
Камфен	1.3	—	—	0.4	0.4	—	0.3	0.9
Сабинен	2.3	7.4	3.6	0.1	0.1	5.2	—	0.7
β -Пинен	2.1	5.1	5.6	4.4	4.4	0.8	0.3	0.2
β -Мирцен	—	0.5	0.5	1.2	1.2	1.8	—	0.1
α -Фелландрен	0.1	1.0	—	—	—	0.2	—	—
α -Терпинен	0.6	7.9	—	—	—	1.3	—	—
<i>n</i> -Цимол	3.7	1.5	5.9	0.6	—	0.6	0.4	4.5
Лимонен	13.9	—	7.9	50.4	—	60.2	0.3	15.3
<i>цис</i> - β -Оцимен	1.8	—	—	3.2	—	1.6	—	—
<i>транс</i> - β -Оцимен	1.9	4.8	1.4	3.3	0.6	0.3	—	2.1
γ -Терпинен	—	7.2	1.9	4.4	50.4	4.0	—	—
1-Октанол	0.4	—	1.9	—	3.2	—	4.3	2.2
Терпинолен	—	0.4	—	1.6	3.3	0.9	—	—
Линалоол	3.6	1.7	—	—	4.4	1.7	0.3	0.9
Терпиненол-4	—	2.1	2.1	—	—	5.9	—	0.2
Октилацетат	1.2	—	2.9	0.4	—	0.9	44.7	12.3
<i>цис</i> -Анетол	—	—	—	0.6	1.6	—	—	0.7
Борнилацетат	1.2	1.7	—	—	—	—	0.9	0.1
<i>транс</i> -Анетол	0,9	1.7	6.2	20.7	—	3.2	0.6	0.5
Лавандулилацетат	—	11.1	—	—	—	—	3.7	2.9
Нонилацетат	—	—	3.1	—	—	—	3.2	0.9
Цитронеллилацетат	0.3	—	—	—	—	—	0.2	9.5
Децилацетат	0.7	—	—	—	—	—	0.3	—
Кариофиллен	—	—	0.8	0.1	—	—	1.8	1.4
Гумулен	2.1	3.0	—	—	—	—	0.1	—
Бициклогермакрен	—	—	—	—	—	0.3	—	—
α -Цингиберен	1.6	—	—	—	0.4	—	7.4	2.1
Миристицин	0.3	—	0.4	—	0.6	—	6.1	—
<i>транс</i> -Неролидол	—	—	—	—	20.7	—	0.3	0.7

ве масла появляются терпены и сесквитерпены. Ранее было известно, что эфирные масла видов рода *Heracleum*, полученные из плодов, собранных в местах естественного произрастания, этих классов соединений не синтезируют. Это подтверждают анализы, сделанные Н.Л. Гурвич в начале 60-х годов XX века для кавказских видов рода. Ею было показано, что в составе эфирного масла плодов *Heracleum* имеются только спирты, органические кислоты и сложные эфиры, и они

абсолютно не содержат веществ класса терпенов. Было заявлено, что это может быть константным признаком для видов этого рода (Гурвич, 1960). Данные, полученные в течение разных лет (Ткаченко, 2003; Ткаченко, Зенкевич, 1987а; Ткаченко и др., 2001в; и др.), с одной стороны, подтвердили заключения Н.Л. Гурвич для тех случаев, когда эфирные масла были выделены из плодов, собранных в местах естественного произрастания вида. При интродукции в течение ряда лет

Таблица 4

Изменение компонентного состава эфирного масла листьев некоторых видов рода *Heracleum* L. в начале (а) и конце вегетации (б)

Вещество	<i>H. lehmannianum</i>		<i>H. ponticum</i>		<i>H. stevenii</i>	
	а	б	а	б	а	б
α -Гуйон	–	–	–	–	0.1	0.2
α -Пинен	0.9	–	0.1	0.9	0.1	–
β -Пинен	1.1	1.2	сл.	2.8	–	сл.
Мирцен	0.9	0.2	сл.	–	0.2	–
Лимонен	17.0	29.0	2.6	1.3	1.2	1.1
<i>n</i> -Цимол	3.9	2.2	2.0	2.5	–	–
Октаналь	–	–	–	–	8.1	–
α -Терпинен	–	–	сл.	0.3	–	–
Октанол	–	–	–	–	1.1	0.3
Оцимен Y	3.2	1.1	сл.	–	–	–
γ -Терпинен	8.0	6.4	–	–	–	–
Терпинолен	7.8	–	сл.	–	0.3	2.1
Анетол	47.0	39.0	–	–	–	–
Гексилбутират	0.3	1.8	сл.	0.2	сл.	сл.
Октилацетат	0.5	1.4	1.0	0.8	35.0	30.0
транс-Аллооцимен	0.3	0.1	сл.	–	1.8	0.1
Окилбутират	–	–	–	–	1.2	0.5
$C_{10}H_{16}$	–	0.3	сл.	–	1.2	1.5
цисс-Аллооцимен	–	–	0.9	0.4	–	–
Октилоктаноат	–	–	–	–	15.0	19.0
Терпинен-4-ол	–	–	0.1	0.2	–	–
$C_{15}H_{25}OH$	–	1.2	1.8	2.2	3.5	4.6
$C_{15}H_{24}$	–	–	3.1	5.1	4.1	8.2
$C_{15}H_{24}$	0.6	–	2.4	4.6	–	–
$C_{15}H_{24}$	–	–	11.9	15.0	2.6	7.1
$C_{15}H_{24}$	–	0.3	4.3	6.1	0.8	0.5
$C_{15}H_{24}$	–	–	6.7	8.2	–	–
$C_{15}H_{24}$	–	–	9.8	8.5	–	–
$C_{11}H_{12}O$ или $C_{12}H_{16}O_3$	–	–	22.7	21.0	1.2	2.1
$C_{11}H_{12}O$ или $C_{12}H_{16}O_3$	–	–	9.9	11.0	3.0	3.5

у этих видов происходит изменение в синтезе компонентов, и появляются вещества «нового» класса – терпенов. Суммарное количество накапливаемых терпенов в эфирном масле интродуцентов колеблется от 10–15 до 20, но нередко достигает и 35 процентов от суммы всех идентифицированных соединений. Нарастание количества терпенов в составе масел плодов отмечается с увеличением сроков выращивания растений, и тем оно выше, чем дольше выращивали растения

из семян уже собственных репродукций (периодическими пересевами, для поддержания вида в коллекции живых растений).

Наиболее стандартными (константными) веществами эфирных масел плодов борщевиков являются сложные эфиры октилового спирта: октилацетат, октилбутират, октилизобутират. Новые данные подтверждают, что октилацетат – характерное вещество для эфирного масла видов рода *Heracleum*. При этом можно кон-

Таблица 5

Компонентный состав (%) эфирных масел цветков некоторых видов рода *Heracleum* из типового подрода

Компоненты	Секция <i>Heracleum</i>				Секция <i>Villosa</i>
	<i>H. colchicum</i>	<i>H. dissectum</i>	<i>H. moellendorffii</i>	<i>H. voroschilovii</i>	<i>H. stevenii</i>
1	2	3	4	5	6
Изобутилизобутаноат	—	0.4	—	—	—
α -Пинен	2.3	2.1	1.8	0.4	3.2
Камфен	—	0.4	0.1	—	—
Сабинен	5.3	2.9	6.0	0.1	19.7
β -Пинен	2.9	1.7	1.3	0.6	2.9
β -Мирцен	0.9	0.9	5.6	6.2	—
Изобутил-2-метилбутаноат	0.8	0.5	—	—	—
Изобутил-3-метилбутаноат	0.5	3.3	—	0.1	—
Изоамилизобутаноат	—	1.0	—	—	—
<i>n</i> -Цимол	0.1	1.9	—	0.1	4.8
Лимонен	0.6	1.8	2.9	2.4	1.6
<i>цис</i> - β -Оцимен	—	3.2	6.0	0.9	—
<i>транс</i> - β -Оцимен	—	0.9	6.9	2.7	—
γ -Терпинен	0.3	0.4	0.5	0.1	—
Не идентифицировано	—	1.1	—	—	—
1-Октанол	—	—	1.2	4.1	—
Терпинолен	—	0.2	0.1	0.1	—
<i>n</i> -Амил-2-метилбутаноат	—	1.1	—	—	—
Изоамил-3-метилбутаноат	—	0.9	—	—	—
<i>n</i> -Амил-3-метилбутаноат	—	4.4	—	—	—
Линалоол	0.7	—	—	0.7	—
(4E,6Z)-2,6-Диметил-2,4,6-октатриен	—	—	0.8	0.3	—
Терпиненол-4	1.7	0.2	0.6	0.2	7.7
Амил-3-метил-2-бутеноат	—	2.1	—	—	—
<i>n</i> -Гексилбутаноат	—	—	1.7	2.7	—
Октенилацетат	—	—	3.1	0.8	—
Метилхавикол	0.5	—	—	—	—
Октилацетат	1.6	2.5	41.5	53.0	—
<i>цис</i> -Анетол	0.6	—	—	—	—
Борнилацетат	—	0.6	—	0.1	—
<i>транс</i> -Анетол	3.8	2.2	1.2	0.3	—
Октилизобутаноат	—	0.3	—	—	—
α -Терпенилацетат	0.5	—	—	—	—
Не идентифицировано	0.9	—	—	—	—
α -Копаен	—	0.1	0.2	0.1	—
Не идентифицировано	0.5	—	0.6	0.3	—
β -Бурбонен	—	2.2	0.2	0.3	—
Геранилацетат	9.0	—	—	—	—
<i>n</i> -Гексилгексаноат	—	—	—	0.2	—
<i>n</i> -Октилбутаноат	12.6	5.8	5.6	5.7	—
β -Элемен	6.5	40.1	—	—	5.1
Кариофиллен	—	6.4	0.9	0.4	13.2
C ₁₅ H ₂₄	—	0.2	0.1	0.2	—
Селина-3,7(11)-диен	—	—	—	—	1.2

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Гумулен	—	0.8	0.2	0.1	1.1
β -Фарнезен	4.6	0.3	0.3	0.3	1.1
Гермакрен D	—	1.9	3.7	3.5	—
Аг-куркумен	0.4	—	—	—	12.2
β -Селинен	—	0.3	—	—	—
2-Фенилэтил-2-метилбутаноат	1.1	—	—	—	—
Бициклогермакрен	—	—	0.8	0.2	—
2-Фенилэтил-3-метилбутаноат	1.6	—	—	—	—
α -Селинен	—	0.5	—	—	—
β -Бизаболен	1.6	—	—	—	8.5
α -Фарнезен	—	0.6	—	—	—
Геранилизобутаноат	3.5	—	—	—	—
δ -Кадинен	—	0.5	0.2	0.1	—
β -Сесквифелландрен	0.3	—	—	—	—
<i>транс</i> - γ -Бисаболен	0.3	—	—	—	—
Изокариофиллен- α -оксид	—	—	—	—	1.8
Геранилбутаноат	6.0	—	—	—	—
<i>транс</i> -Неролидол	0.8	—	—	—	—
Октилгексаноат	4.7	2.7	5.3	10.9	—
Кариофиллен- α -оксид	—	—	—	—	15.8
Геранил-2-метилбутаноат	1.0	—	—	—	—
2-Фенилэтил-изогексаноат	3.8	—	—	—	—
2-Фенэтилгексаноат	1.0	—	—	—	—
δ -Кадинол	—	—	—	0.2	—
Геранил-изогексаноат	6.6	—	—	—	—
Геранилгексаноат	8.4	—	—	—	—
Октилоктаноат	—	—	—	0.4	—
2-Фенилэтилоктаноат	0.3	—	—	—	—
Фарнезилацетат	1.1	—	—	—	—

Примечание. Компоненты приведены в порядке увеличения их времени удерживания; прочерк означает отсутствие компонента.

статировать и тот факт, что в пределах секций рода выделяются секции *Pubescentia* и *Villosa* с максимальным накоплением октилацетата (от 75 до 90 процентов от числа всех идентифицированных веществ). Виды секции *Heracleum* содержат в эфирном масле от 20 до 60 процентов, а виды секции *Wendia* и *Apiifolia* характеризуются минимальным (от 2–5 до 10–20 процентов, соответственно) содержанием октилацетата в составе эфирного масла плодов.

Анализ собранного материала по компонентному составу и количественному накоплению веществ эфирных масел корней, листьев, цветков и плодов показал, что не все полученные данные могут быть использованы для решения проблем систематики *Heracleum*. Компонентный состав и количественное содержание компонен-

тов в составе эфирных масел меняется у растений разного возраста, зависит от длительности выращивания в новых почвенно-климатических условиях, а также фаз сезонного развития. Ценность знаний о компонентном составе и количественно содержании компонентов в эфирных маслах имеет важное практическое значение, особенно для ресурсных видов *Heracleum*.

При изучении биохимического разнообразия растений следует учитывать не только явления фенотипической и генотипической изменчивости, характерные для любых признаков живых организмов, а также специфические особенности химических признаков (качественный и количественный состав, путь биосинтеза).

Таблица 6

Компонентный состав эфирных масел плодов видов рода *Heracleum* L. (1982 * и 1986 гг.)

Секции	<i>Heracleum</i>						<i>Pubescentia</i> Manden.				<i>Villosa</i> Manden.				<i>Apiifolia</i> Manden.	<i>Wendia</i> (Hoffm.) Satzyperova
	<i>H. aconitifolium</i>	<i>H. asperum</i>	<i>H. cyclocarpum</i>	<i>H. dissectum</i>	<i>H. mandenovae</i>	<i>H. ponticum</i>	<i>H. lehmanianum</i> *	<i>H. lehmanianum</i>	<i>H. sosnowskyi</i>	<i>H. pubescens</i>	<i>H. antasiaticum</i>	<i>H. antasiaticum</i>	<i>H. stevenii</i> *	<i>H. stevenii</i>		
Вещество																
α – Пинен	15,8	10,2	13,7	1,1	17,4	9,8	0,2	4,3	–	–	–	0,7	2,4	–	–	–
β – Пинен	4,9	15,5	3,4	2,4	1,9	2,8	1,0	10,3	–	–	–	3,1	1,2	0,6	–	–
Мирицен	–	–	–	–	–	–	0,8	–	–	–	–	0,9	–	–	–	–
Октаналь	0,7	9,9	3,9	9,2	–	3,9	–	5,5	–	3,5	–	–	0,5	–	–	–
Лимонен	–	1,0	3,5	сл	–	1,5	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Октанол	2,4	0,9	1,3	6,2	3,4	6,4	0,3	0,3	0,2	2,5	0,2	2,4	1,8	1,3	0,1	2,3
Гексилацетат	–	–	–	–	–	–	1,6	–	1,2	–	0,2	–	–	–	–	–
п-Цимол	–	–	–	–	–	–	–	–	0,8	–	0,6	–	0,5	–	–	–
Оцимен Y	–	–	–	–	–	–	–	–	0,9	–	–	–	–	–	–	–
Генсизобутират	–	–	–	–	–	–	1,9	–	10,0	–	3,4	–	–	–	–	–
Гексилбутират	1,8	1,3	1,7	2,1	–	1,9	34,0	18,3	6,2	12,1	5,1	7,4	2,7	1,0	1,0	22,1
Октанол	–	–	–	–	–	–	3,1	–	0,9	–	1,8	–	–	–	–	–
Октилацетат	53,4	25,4	40,5	45,1	47,3	39,0	29,0	23,1	56,0	35,4	75,0	82,8	90,0	90,4	5,0	39,2
Анетол	–	–	–	–	–	–	–	3,9	–	–	–	–	–	–	–	–
Борнилацетат	–	–	–	–	–	1,6	–	–	–	2,7	–	–	–	2,4	0,6	–
Гексизовалерат	–	–	–	–	–	–	2,2	–	12,0	–	3,9	–	–	–	–	–
Октилизобутират	–	–	–	–	–	4,3	–	–	–	–	–	–	–	0,8	–	1,9
$C_{15}H_{24}$	–	–	–	–	–	–	1,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Гексилкапронат	–	–	–	–	–	4,3	–	–	1,7	–	1,1	–	–	–	–	–
Октилбутират	9,8	22,8	17,8	22,7	15,1	7,4	3,0	16,8	3,3	16,3	1,8	1,4	1,0	1,6	63,0	20,6
Децилацетат	–	–	–	–	–	2,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Октилизовалерат	1,3	0,6	2,2	–	–	6,8	4,1	0,5	4,2	–	–	1,4	–	–	–	–
Октилкапронат	2,7	2,2	1,8	0,6	–	5,9	4,0	–	1,0	2,0	2,0	–	–	0,5	–	0,6
Октилкаприлат	0,6	–	1,5	–	–	4,7	–	–	–	1,7	–	–	–	21,6	2,4	–

Таблица 7

Компонентный состав эфирного масла плодов *Heracleum sosnowskyi* Manden.
разных лет сбора, возраста растений, способа получения

Вещество	1	2	3	4	5
1-Гексанол	–	–	1.1	2.7	3.1
α – Пинен	–	0.7	0.9	2.9	2.9
Гексилацетат	–	0.9	1.1	0.6	0.8
<i>n</i> -Цимол	–	–	–	0.7	0.6
Октаналь	–	1.0	0.5	0.9	1.2
1-Октанол	3.3	2.3	2.4	0.9	0.8
Гексилбутират	7.4	6.5	7.7	5.3	5.4
Гексилизобутират	–	3.9	6.2	7.3	7.2
Октилацетат	66.0	59.0	55.0	57.0	56.0
Гексилизовалерат	14.0	12.9	9.5	11.0	10.9
Октилизобутират	6.7	2.7	3.0	2.5	2.2
Гексилкапронат	–	2.2	2.9	4.2	4.0
Октилизовалерат	2.2	2.0	2.1	3.6	3.7
Октилкапронат	0.9	0.9	1.5	1.0	1.1

Примечание: 1 – в местах естественного произрастания, полученное обычным путем; 2 – от 2-летних растений своей репродукции, полученное обычным путем; 3 – от 2-летних растений своей репродукции, полученное в микроволновой установке; 4 – сорт «Северянин» (Сыктывкар), полученное обычным путем; 5 – сорт «Северянин» (Сыктывкар), полученное в микроволновой установке.

ЛИТЕРАТУРА

- Волхонская Т.А.** Влияние условий произрастания видов *Vupleurum* L. на содержание флавонолов и активность расщепляющих их ферментов // Раст. ресурсы, 1984. – Т. 20, вып. 1. – С. 106–113.
- Высочина Г.И.** Флавоноиды сибирских видов рода *Polygonum* L. в связи с систематикой рода: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Томск, 1969. – 20 с.
- Высочина Г.И.** О некоторых методических исследованиях при хемосистематическом изучении рода *Polygonum* L. // Актуальные вопр. ботан. ресурсоведения в Сибири. – Новосибирск, 1976. – С. 198–206.
- Высочина Г.И.** Изучение изменчивости биохимических признаков в видах рода *Polygonum* L. в связи с его систематикой // Раст. ресурсы Южной Сибири и пути их освоения. – Новосибирск, 1977а. – С. 55–65.
- Высочина Г.И.** Биохимические аспекты систематики и филогении растений семейства гречишных, содержащих фенольные соединения // Физиол. аспекты интродукции растений: Тез. докл. Всесоюз. шк.-семинара. – Рига, 1977б. – С. 5–6.
- Высочина Г.И.** Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сиб. экол. журн., 1999. – Т. 3. – С. 207–211.
- Высочина Г.И.** Проблемы изменчивости в хемотаксономических исследованиях растений // Сибирский бот. вестник, 2007. – Т. 2, вып. 1. – С. 101–110.
- Высочина Г.И., Встовская Т.Н.** О таксоноспецифичности флавоноидного состава в роде *Salix* L. // Сиб. экол. журн., 1999. – Т. 3. – С. 245–250.
- Гурвич Н.А.** Опыт классификации эфирномасличных растений // Тр. БИН им. В.Л. Комарова АН СССР. Сер. 5, вып. 6. – Л., 1960. – С. 7–126.
- Гурвич Н.А.** Изучение закономерностей биохимической изменчивости растений при их видообразовании // Растительное сырье Азербайджана. – Баку, 1971. – С. 13–32.
- Джумаев Х.К., Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г., Цибульская И.А.** Состав эфирного масла *Origanum tyttanthum* Gontsch. из Южного Узбекистана // Растит. ресурсы, 1989. – Т. 25, вып. 2. – С. 238–243.
- Зенкевич И.Г., Ткаченко К.Г., Коробова М.М.** Использование растворов неорганических солей для увеличения выхода эфирных масел методом гидродистилляции // Растит. ресурсы, 1998. – Т. 34, вып. 3. – С. 107–111.
- Зенкевич И.Г., Косман В.М., Ткаченко К.Г.** Некоторые особенности качественного анализа компонентов эфирных масел в высокоэффективной жидкостной хроматографии // Раст. ресурсы, 1999. – Т. 35, вып. 1. – С. 128–137.

Таблица 8

Компонентный состав эфирного масла плодов *Heracleum ponticum* (Lipsky) Schischk. разных лет сбора, растений разного возраста и способа получения

Вещество	1	2	3	4	5	6	7	8
1-Гексанол	–	–	–	–	–	0.1	0.1	0.2
α – Пинен	–	8.3	7.3	8.1	9.8	8.0	7.6	6.9
β – Пинен	–	2.6	2.8	3.3	3.4	3.0	4.2	1.3
Гексилацетат	–	–	–	–	–	–	–	0.8
п-Цимол	–	0.3	0.2	0.9	–	–	1.3	1.5
Октаналь	1.3	5.2	4.7	4.2	3.9	4.4	4.6	0.9
Лимонен	–	0.5	–	0.3	1.5	1.7	0.2	0.3
Октанол	4.7	6.6	5.5	5.5	6.4	6.7	5.1	5.9
Гексилбутират	–	0.8	0.9	1.2	1.9	0.9	0.7	0.1
Гексизобутират	–	0.9	0.5	0.3	–	0.1	0.7	–
Октилацетат	86.0	44.0	43.0	44.0	39.0	40.0	46.0	48.0
Гексизовалерат	2.5	2.2	1.9	1.8	–	0.5	2.1	1.8
Борнилацетат	–	0.9	2.2	–	1.6	1.1	2.0	–
Октилизобутират	0.5	3.7	3.1	3.5	4.3	2.8	2.9	0.5
Октилбутират	–	5.3	6.3	5.7	7.4	7.2	5.6	–
Гексилкапронат	1.3	1.1	–	0.3	–	0.1	–	0.9
Децилацетат	–	1.5	1.1	0.9	2.4	0.9	0.9	–
Октилизовалерат	1.0	6.1	5.9	4.7	6.8	5.9	4.8	1.3
Октилкапронат	1.4	4.5	4.5	3.3	5.9	4.5	3.6	2.2
Октилкаприлат	–	3.9	3.9	1.1	4.7	3.9	2.6	0.1

Примечание: 1 – в местах естественного произрастания, полученное обычным методом; 2 – от 3-летних растений своей репродукции, полученное обычным методом; 3 – от интродуцированных 7-летних растений, полученное обычным методом; 4 – от интродуцированных 8-летних растений (на следующий год); 5 – от интродуцированных 11-летних растений, полученное обычным методом; 6 – от интродуцированных 12-летних растений (на следующий год); 7 – от интродуцированных 11-летних растений, полученное в микроволновой установке; 8 – от интродуцированных 11-летних растений, полученное медом высаливания.

Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г., Музыченко Л.М., Сафонова Н.Г., Ткачев А.В., Королюк Е.А. Компонентный состав и антибиотическая активность эфирного масла *Origanum vulgare* L., произрастающей в некоторых регионах Западной Сибири // Раст. ресурсы, 2002. – Т. 38, вып. 2. – С. 99–103.

Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивид. и экол.-геогр. изменчивость растений (Тр. ИЭР и ЖУНЦ АН СССР). – Свердловск, 1975. – Вып. 94. – С. 3–14.

Мамаев С.А., Семкина Л.А. Основные проблемы внутривидовой хемосистематики древесных растений // Раст. ресурсы, 1981. – Т. 17, вып. 1. – С. 15–23.

Мишуков В.П. Внутривидовая изменчивость горца Вейриха и горца итурупского. – Л., 1984.

Пименов М.Г., Борисова Л.Ф. Хемосистематика // Итоги науки и техники. Ботаника. – М., 1987. – Т. 6, вып. 1. – С. 7–95.

Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. – Л., 1984. – 223 с.

Сацыперова И.Ф., Комиссаренко Н.Ф. Хемосистематика рода *Heracleum* L. флоры СССР. Сообщ. 1. Секция *Heracleum* // Раст. ресурсы, 1977. – Т. 13, вып. 4. – С. 586–604.

Сацыперова И.Ф., Комиссаренко Н.Ф. Хемосистематика рода *Heracleum* L. флоры СССР. Сообщ. 2. Секция *Pubescentia* Manden. и *Villosa* Manden. // Раст. ресурсы, 1978. – Т. 14, вып. 3. – С. 333–347.

Сацыперова И.Ф., Комиссаренко Н.Ф. Хемосистематика рода *Heracleum* L. флоры СССР. Сообщ. 3. Секция *Wendia* (Hoffm.) Manden. и *Apiifolia* Manden. // Раст. ресурсы, 1978. – Т. 14, вып. 4. – С. 482–491.

Тахтаджян А.Л. Теоретическое и практическое значение систематики растений и пути ее развития // Журн. общей биол., 1965. – Т. 26, № 4. – С. 385–395.

Тахтаджян А.Л. Биосистематика: прошлое, настоящее и будущее // Бот. журн., 1970. – Т. 55, № 3. – С. 331–345.

Ткаченко К.Г. Выход и физико-химические константы эфирного масла из некоторых видов рода *Heracleum* L. // Растит. ресурсы, 1982. – Т. 18, вып. 1. – С. 83–86.

Ткаченко К.Г. Динамика биомассы и содержание в ней эфирного масла у некоторых видов р. *Heracleum* L., выращенных в Ленинградской области // Растит. ресурсы, 1985. – Т. 21, вып. 4. – С. 471–478.

Ткаченко К.Г. Сравнительный состав эфирных масел из плодов *Heracleum dissectum* Ledeb. и *H. lehmannianum* Bunge. // Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана / Изд. Наука Казахской ССР. – Алма-Ата, 1986. – С. 275–277.

Ткаченко К.Г. Эфирные масла из плодов *Heracleum* L., выращенных в Ленинградской области // Растит. ресурсы, 1987. – Т. 23, вып. 3. – С. 429–436.

Ткаченко К.Г. Эфирные масла плодов *Heracleum circassicum* Manden. и *H. pubescens* (Hoffm.) Bieb., выращиваемых в Ленинградской области // Растит. ресурсы, 1993. – Т. 29, вып. 4. – С. 99–101.

Ткаченко К.Г. О компонентном составе эфирного масла *Heracleum dissectum* Ledeb. (Apiaceae) // Ботаническая наука на службе устойчивого развития стран Центральной Азии. Матер. междунар. науч. конф. 25–26 сентября 2003. – Алматы, 2003. – С. 179–180.

Ткаченко К.Г. Эфирные масла корней некоторых видов рода *Heracleum* L. // Химия природных соединений, 2009. – № 4. – С. 487–489.

Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г. Состав эфирных масел из плодов некоторых видов *Heracleum* L. // Растит. ресурсы, 1987а. – Т. 23, вып. 1. – С. 87–91.

Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г. Состав эфирных масел из листьев и корней *Heracleum lehmannianum* Bunge и *H. ponticum* (Lipsky) Schischk., интродуцированных в Ленинградскую область // Растит. ресурсы, 1987б. – Т. 23, вып. 2. – С. 225–228.

Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г., Коробова М.М. Особенности переработки растительного сырья для увеличения выхода эфирных масел // Растит. ресурсы, 1998. – Т. 34, вып. 3. – С. 129–137.

Ткаченко К.Г., Кожин С.А. Состав эфирного масла зрелых плодов *Heracleum ponticum* (Lipsky) Schischk. ex Grossh., выращиваемого в Ленинградской области // Растит. ресурсы, 1983. – Т. 19, вып. 4. – С. 520–523.

Ткаченко К.Г., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов *Heracleum* L., интродуцированных в Ленинградскую область. Сообщ. 1. Эфирные масла корней // Раст. ресурсы, 2001а. – Т. 37, вып. 3. – С. 72–78.

Ткаченко К.Г., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов *Heracleum* L., интродуцированных в Ленинградскую область. Сообщ. 2. Эфирные масла листьев // Раст. ресурсы, 2001б. – Т. 37, вып. 4. – С. 64–68.

Ткаченко К.Г., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов *Heracleum* L., интродуцированных в Ленинградскую область. Сообщ. 3. Эфирные масла цветков и плодов // Раст. ресурсы, 2001в. – Т. 37, вып. 4. – С. 69–76.

Ткаченко К.Г., Сацыперова И.Ф. Использование компонентного состава эфирных масел для систематики рода *Heracleum* L. // Хемосистематика и эволюционная биохимия высших растений / Тез. докл. – М.: ГБС АН СССР, 1990. – С. 92.

Ткаченко К.Г., Ткачев А.В. Компонентный состав эфирного масла *Origanum vulgare* L., выращиваемой в Ленинградской области // Раст. ресурсы, 2002. – Т. 38, вып. 1. – С. 97–101.

Ткаченко К.Г., Цибульская И.А., Зенкевич И.Г. Газохроматографическая характеристика воспроизводимости состава эфирных масел в разных фазах вегетации растений // Тез. докл. X Всес. конф. по газовой хроматографии. – Казань, 1991. – С. 189.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб., 1995. – 992 с.

Adams R.P. Numerical analyses of some common errors in chemosystematics // Brittonia, 1972. – Vol. 24, № 1. – P. 18–25.

Barkman T. Character coding of secondary chemical variation for use in phylogenetic analysis // Biochem. Syst. and Ecol., 2001. – Vol. 29. – P. 1–20.

Clausen J. Biosystematic consequences of ecotypic and chromosomal differentiation // Taxon, 1967. – Vol. 16, № 4. – P. 271–279.

Downie S.R., Denford K.E. The flavonoids of *Arnica frigida* and *A. louiseana* (Asteraceae) // Canad. J. Bot., 1986. – Vol. 64, № 11. – P. 2748–2752.

Erdtman H. Some aspects of chemotaxonomy // Chemical plant taxonomy / Ed. T. Swain. – L.-N.Y., 1963. – P. 89–125.

Fowden L. Amino acid complement of plants // Phytochemistry, 1972. – Vol. 11. – P. 2271–2276.

Harborne J.B., Turner B.L. Plant chemosystematics. – London: Academic press, 1984. – 562 p.

Hillis W., Isoi K. Variation in the chemical composition of *Eucalyptus sideroxylon* // Phytochem., 1965. – Vol. 4. – P. 541–550.

- Lauranson J., Vekemans X., Lefebvre C., Jay M.** Flavonoid profiles variation in *Armeria maritima* (Mill.) Willd. // Biochem. Syst. Ecol., 1995. – Vol. 23, № 3. – P. 319–329.
- Meas J.A.** Flavonoid diversity and geographic endemism in *Parthenium* // Biochem. Syst. Ecol., 1980. – Vol. 8, № 4. – P. 360–370.
- Peterson P.M.** Flavonoids of the annual *Muhlenbergia* // Biochem. Syst. Ecol., 1987. – Vol. 15, № 6. – P. 647–652.
- Picman A.K., Bohm B.A.** Flavonoids of the *Fiarella trifoliata* complex // Biochem. Syst. Ecol., 1982. – Vol. 10, № 2. – P. 139–143.
- Tétényi P.** Intraspecific chemical taxa of medicinal plants. – Budapest: Acad. Kiado, 1970.
- Tkachenko K.G.** Constituents of essential oils from fruit of some *Heracleum* L. species // Journal of Essential Oil Research, 1993. – V. 5, № 6. – P. 687–689.
- Tkachenko K.G.** Composition of the Essential Oils of *Heracleum stevenii* Manden. // Journal of Essential Oil Research, 1994. – V. 1.6, № 5. – P. 535–537.
- Valant-Vetschera K.** C-glycosylflavones as an accumulation tendency: a critical review // Bot. Rev., 1985. – Vol. 51, № 1. – P. 1–52.
- Weimarck G.** Spontaneous and induced variation in some chemical leaf constituents in *Hierochloe* (Gramineae) // Botaniska Notiser., 1970. – Vol. 123. – P. 231–268.
- Williams Ch.A., Harborne J.B., Classman S.F.** Further flavonoid studies on *Attalea* species and some related cocosoid palms // Plant. Syst. Evol., 1985. – Vol. 149, № 3–4. – P. 233–239.