

Н. А. Коваленко, доцент; Г. Н. Супиченко, ассистент;
В. Н. Леонтьев, доцент; А. Г. Шутова, мл. науч. сотрудник ЦБС НАН Беларуси

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *AGASTACHE RUGOSA L.*

The accumulation dynamics of *Agastache rugosa L.* essential oils in different parts (leaves and flowers) has been investigated. The chemical components and their contents of *Agastache rugosa L.* essential oils have been analysed by GC-technique, and 29 kinds of chemical structures have been identified. The principal components were methylchavicol (15–34%), limonene (13–20%), menthone + isomenthone (25–37%), pulegone (19–32%). Results undicated a wide range in the relative concentrations of principal components and essential oil content during vegetation period of *Agastache rugosa L.* and prolonged storage of essential oil.

Введение. В настоящее время имеется большое количество высокоэффективных синтетических лекарственных препаратов, однако лекарственные растения по-прежнему продолжают занимать одно из первых мест в арсенале лечебных средств. Перспективным лекарственным сырьем в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь является многоколосник морщинистый (*Agastache rugosa L.*), эфирное масло которого обладает бактерицидными, иммуномоделирующими, гепатопротекторными и антиоксидантными свойствами [1, 2]. Многоколосник морщинистый не является фармакопейным растением, поэтому компонентный состав его эфирного масла изучен недостаточно. По литературным данным [3–5] главным компонентом масла *Agastache rugosa L.* является метилхавикол, содержание которого колеблется от 45 до 95 мас. %. Концентрация других компонентов зависит от почвенно-климатических условий произрастания, хемотипа, фазы онтогенеза и других факторов.

Цель настоящей работы – изучение динамики накопления и компонентного состава эфирного масла многоколосника морщинистого, произрастающего в Республике Беларусь.

Методика эксперимента. Растения *Agastache rugosa L.* были выращены на интродукционном участке Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Образцы надземной части в различных фазах онтогенеза были собраны в 2003–2007 гг. Эфирные масла получали методом перегонки с водяным паром. ГЖХ-анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800» с пламенно-ионизационным детектором с использованием стеклянной капиллярной

колонки длиной 30 м (HP-5) при линейном градиенте температуры от 50 до 220°C со скоростью 3°C/мин в токе газа-носителя азота. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана. В качестве реперных компонентов для расчета обобщенных индексов удерживания (GI) использовали *n*-алканы C₇–C₁₆. Идентификацию основных компонентов эфирного масла проводили сравнением рассчитанных значений GI с литературными данными [6] и значениями GI стандартных образцов. Количественные определения осуществляли методом внутренней нормализации без использования корректирующих коэффициентов.

Результаты и их обсуждение. С целью обеспечения экономической эффективности использования многоколосника морщинистого как источника получения эфирного масла в условиях Беларуси проведено изучение накопления эфирного масла в растениях *Agastache rugosa L.* в период с 2003 по 2007 г. Анализ данных табл. 1 показывает некоторые различия количественных показателей накопления эфирного масла по годам. На наш взгляд, наблюдаемые различия связаны с влиянием погодных условий, в первую очередь суммой температур в период роста листа и максимальной дневной температурой. Так, повышенная средняя температура летом 2007 г. оказала заметное стимулирующее влияние на биосинтез эфирного масла в многоколоснике.

Важным фактором, оказывающим влияние на количественные характеристики накопления эфирного масла, является выбор органов растений. Из данных табл. 1 видно, что процесс накопления эфирного масла в соцветиях идет интенсивнее, чем в листьях.

Таблица 1

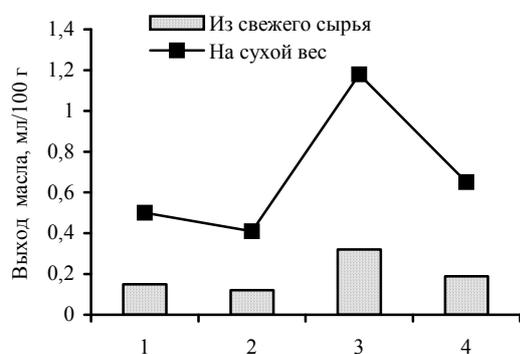
Выход эфирного масла *Agastache rugosa L.*

Часть растения	Выход эфирного масла из высушенного сырья, мл/100 г				
	2003	2004	2005	2006	2007
Надземная масса	0,72 ± 0,05	0,81 ± 0,02	0,94 ± 0,11	0,81 ± 0,01	1,14 ± 0,01
Листья	–	–	–	–	0,71 ± 0,01
Соцветия	–	–	–	–	1,23 ± 0,01

**Компонентный состав эфирного масла
Agastache rugosa L.**

Соединение	Значение GI	
	экспериментальное	литературное
α -Туйен	934,7	935
α -Пинен	947,4	941
Камфен	968,1	962
Сабинен	974,8	969 \pm 4
β -Пинен	982,1	980
Мирцен	986,4	983 \pm 3
1,8-Цинеол	1019,3	1025
Лимонен	1027,8	1030
транс-Оцимен	1038,9	1038, 1042
γ -Терпинен	1056,1	1057
γ -Терпинолен	1078,2	1080
транс-Линалоолоксид	1082,4	1082
Линалоол	1096,9	1097
α -Терпинен	1102,6	1107
Ментон	1146,0	1154 \pm 6
Изоментон	1153,8	1156
Терпинен-4-ол	1165,9	1168 \pm 5
Метилхавикол	1181,3	1189
Пулегон	1226,0	1230
Изопулегилацетат	1252,9	1258
Терпинен-4-ил-ацетат	1280,9	1282
Изоментилацетат	1285,6	1283
Терпенилацетат	1345,8	1337
β -Бурбонен	1381,7	1385 \pm 11
β -Элемен	1396,7	1394 \pm 12
β -Кариофиллен	1430,6	1436
Гермакрен D	1490,8	1488
γ -Кадинен	1503,4	1510 \pm 13
α -Кадинен	1521,5	1515 \pm 5

По литературным данным [7] накопление эфирных масел в растениях значительно изменяется в течение вегетации растения, причем для различных растений динамика накопления эфирного масла неодинакова. Для исследуемого образца зависимость выхода эфирного масла от фазы онтогенеза имеет вид двухвершинных кривых (рис. 1). Первый максимум наблюдается в фазе бутонизации, а второй – в фазе цветения.



Фаза развития: 1 – бутонизация,
2 – начало цветения,
3 – цветение,
4 – окончание цветения

Рис. 1. Выход эфирного масла из надземной массы многоколосника морщинистого

Типичная хроматограмма эфирного масла *Agastache rugosa* L. из коллекции пряно-ароматических и лекарственных растений ЦБС НАН Беларуси представлена рис. 2. В эфирном масле многоколосника морщинистого идентифицировано 29 компонентов. Результаты хроматографической идентификации основных компонентов приведены в табл. 2.

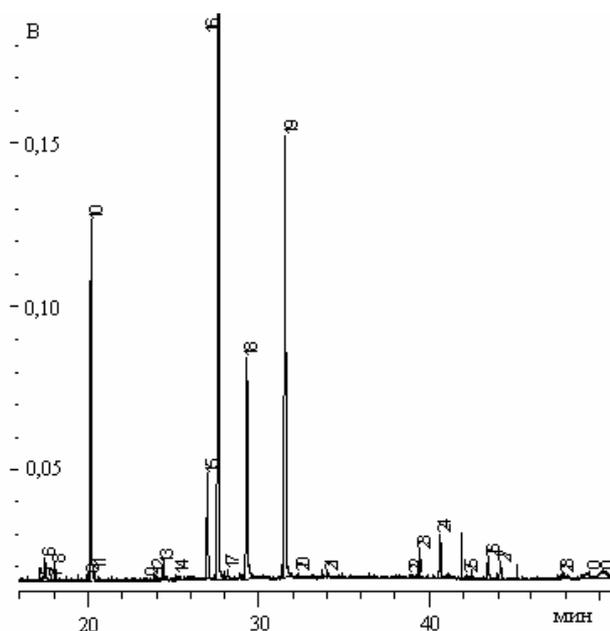


Рис. 2. Типичная хроматограмма многоколосника морщинистого

Кислородсодержащие производные монотерпенов составляют в исследованном образце ~68–70 мас. %. На долю монотерпенов приходится около 20 мас. %, причем основной вклад в их содержание вносит лимонен (~17 мас. %). Среди монотерпеноидов в наибольшем количестве присутствуют метилхавикол, ментон, изоментон и пулегон. Высокое содержание последних трех компонентов, а также лимонена позволяет отнести исследуемый многоколосник к ментон-пулегоновому хемотипу [8]. Сесквитерпеновые соединения представлены β -бурбоненом, β -элеменом, β -кариофилленом, гермакреном D, δ -кадиненом. Их суммарная концентрация невелика и составляет ~3,5 мас. %, причем в наибольшем количестве в эфирном масле присутствует β -кариофиллен (~1,0 мас. %).

С целью установления зависимости компонентного состава эфирного масла от фазы развития растений образцы надземной части много-

колосника были собраны во время бутонизации, начала цветения, массового цветения и конца цветения. Данные по распределению основных компонентов эфирного масла по классам органических соединений приведены на рис. 3.

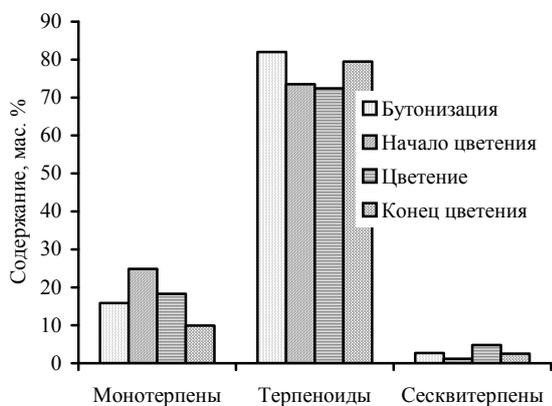


Рис. 3. Распределение основных компонентов эфирного масла от фазы онтогенеза *Agastache rugosa L.*

Из приведенных данных видно, что зависимость компонентного состава масла от фазы онтогенеза носит сложный характер. Доля монотерпенов увеличивается при переходе от фазы бутонизации к началу цветения. Сбор фитомассы в более поздние сроки сопровождается падением содержания монотерпенов. Среди монотерпенов в наибольшем количестве присутствует лимонен, концентрация которого максимальна при уборке растительного сырья в период массового цветения (рис. 4).

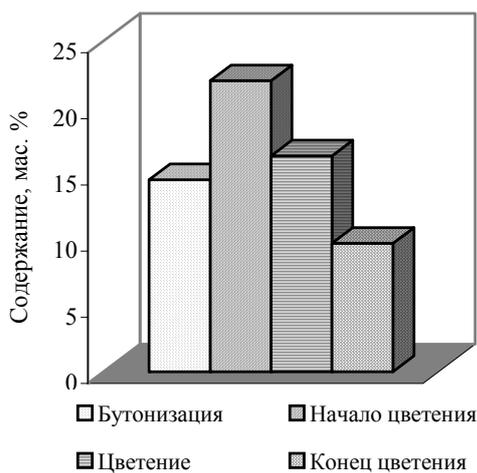


Рис. 4. Накопление лимонена в зависимости от фазы онтогенеза

Зависимость содержания терпеноидов от фазы онтогенеза носит обратный характер по сравнению с монотерпенами (рис. 3). Суммарное содержание кислородсодержащих соединений монотерпенов максимально в образцах,

собранных в конце цветения. Если растительное сырье заготовлено во время массового цветения, то концентрация терпеноидов в эфирном масле составляет 70–72 мас. %. При срезке наземной части многоколосника в более поздние сроки содержание терпеноидов в эфирном масле достигает 80–82 мас. %. Следует отметить уменьшение количества метилхавикола в эфирном масле растений, собранных в период начала и массового цветения (рис. 5). Однако при заготовке фитомассы в конце цветения содержание метилхавикола в масле существенно повышается. Обращает на себя внимание некоторое падение концентрации ментона и изоментона в период начала цветения по сравнению с фазой бутонизации.

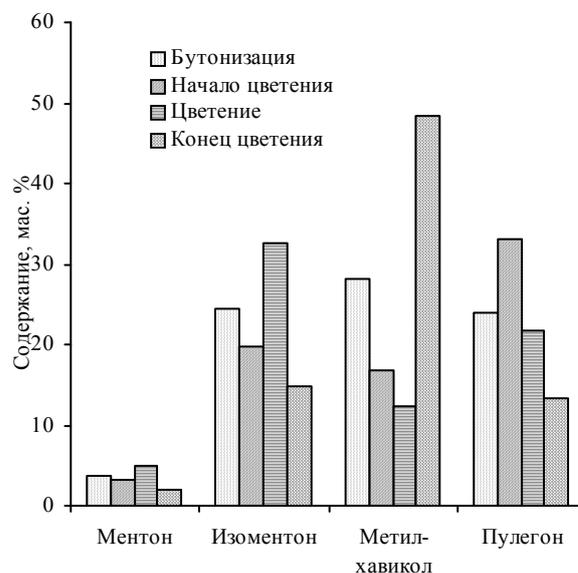


Рис. 5. Зависимость содержания терпеноидов в эфирном масле *Agastache rugosa L.* от фазы онтогенеза

В период массового цветения содержание этих соединений в эфирном масле максимально, однако к концу цветения их доля уменьшается практически вдвое (рис. 5).

Отличительной особенностью исследуемого эфирного масла является высокая концентрация пулегона. В зависимости от фазы онтогенеза многоколосника концентрация пулегона колеблется от 20 до 32 мас. %, достигая максимального значения в образцах, заготовленных в начале цветения (рис. 5). К концу цветения количество пулегона падает практически вдвое.

Известно [9], что качественный и количественный состав эфирных масел изменяется в процессе их хранения. Причиной этого является высокая реакционная способность терпенов и их производных. Эти вещества легко окисляются на воздухе, особенно при воздействии тепла и света. Являясь ненасыщенными соединениями с сопряженными двойными связями,

компоненты эфирных масел легко вступают в реакции изомеризации и полимеризации, а также в реакции автоокисления и присоединения.

Для выяснения изменений качественного и количественного состава эфирного масла *Agastache rugosa L.* в процессе хранения образец масла был выдержан при комнатной температуре в течение 6 мес. Полученные газохроматографические данные приведены в табл. 3. Видно, что длительное хранение при комнатной температуре приводит к резкому падению содержания монотерпеновых углеводов. Так, количество 1,8-цинеола и лимонена после хранения уменьшилось практически вдвое. Кроме того, в образце после хранения резко упала концентрация α -пинена (приблизительно в 6 раз), а содержание ментона и изоментона увеличилось почти в 1,5 раза.

Таблица 3

**Влияние хранения
эфирного масла *Agastache rugosa L.*
на его компонентный состав**

Соединение	Содержание, мас. %	
	Свежий образец	Образец после хранения
α -Пинен	0,28	0,05
Сабинен	0,15	0,16
β -Пинен	0,24	0,22
1,8-Цинеол	0,26	0,13
Лимонен	15,60	8,91
Линалоол	0,61	0,93
Ментон	4,53	7,50
Изоментон	27,60	38,83
Метилхавикол	34,00	33,37
Пулегон	20,80	3,59
β -Бурбонен	1,30	3,53
β -Кариофиллен	1,65	0,84
Гермакрен D	0,60	0,02

В то же время количество метилхавикола в процессе хранения практически не изменилось. Следует особо отметить резкое падение концентрации пулегона (почти в 7 раз), содержание которого строго регламентировано из-за высокой токсичности этого соединения.

Заключение. Проведенные исследования позволили установить компонентный состав эфирного масла многоколосника морщинистого из коллекции Центрального ботанического сада

НАН Беларуси. Основными компонентами являются ментон, изоментон, метилхавикол, лимонен и пулегон. Показана зависимость накопления и компонентного состава эфирного масла *Agastache rugosa L.* от фазы онтогенеза. Проведенные исследования показали существенные изменения качественного и количественного составов эфирного масла многоколосника после длительного хранения.

Полученные данные могут быть использованы для стандартизации и контроля качества эфирных масел лекарственных растений, произрастающих в Республике Беларусь.

Литература

1. Особенности сезонного накопления органических кислот и терпеноидов в лекарственном сырье многоколосника морщинистого *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey) в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. бiял. навук. – 1998. – № 1. – С. 5–11.
2. Машанов, В. И. Пряно-ароматические растения / В. И. Машанов, А. А. Покровский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 256 с.
3. Charles, D. J. Major essential oil constituents of *Agastache* Spp. / D. J. Charles, J. E. Simon, M. P. Widrlechner // J. Agric. Food Chem. – 1991. – V. 39. – P. 1946–1949.
4. Dmidhaigi, R. Essential oil composition of *Agastache* / R. Dmidhaigi, F. Sefidkon // J. Ess. Oil Res. – 2003. – V. 15, № 1. – P. 52–53.
5. Composition of *Agastache rugosa* essential oils [Электронный ресурс]. – 2008 г. – Режим доступа: <http://www.nioch.ru>. – Дата доступа 20.02.2008.
6. Davies, N. W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases / N. W. Davies // J. Chromatography. – 1990. – V. 503. – P. 1–24.
7. Танасиенко, Ф. С. Эфирные масла: содержание и состав в растениях / Ф. С. Танасиенко. – Киев: Наукова думка, 1985. – 264 с.
8. Chae, Y. A. Variability of the volatile composition of *Agastache rugosa L.* in South Korea / Y. A. Chae, O. Hyun-Choong, J.-S. Song // [Электронный ресурс]. – 2008 г. – Режим доступа: <http://www.actahort.org>. – Дата доступа 20.02.2008.
9. Гуринович, Л. К. Эфирные масла: химия, анализ и применение / Л. К. Гуринович, Т. В. Пучкова. – М.: Школа Косметических Химиков, 2005. – 192 с.