

УДК 615.32:547.9:543.54

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ *MELISSA OFFICINALIS*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

© М.Г. Первова\*, А.С. Мисриханова, М.А. Саморукова, В.И. Салютин

Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН,  
ул. С. Ковалевской, 22, Екатеринбург, 620108 (Россия),  
e-mail: pervova@ios.uran.ru

Методом газовой хроматографии исследован жирнокислотный состав Мелиссы лекарственной (лат. *Melissa officinalis*), произрастающей на Среднем Урале. Провели сравнение состава и содержания жирных кислот в зависимости от времени сбора, части растения и способа хранения. Установлено, что в мелиссе содержатся миристиновая (14:0), пальмитолеиновая (16:1), пальмитиновая (16:0), линолевая (18:2), линоленовая (18:3), олеиновая (18:1), стеариновая (18:0), арахидиновая (20:0), бегеновая (22:0) кислоты с преобладающим количеством линоленовой кислоты. При исследовании изменения состава и содержания жирных кислот в мелиссе в зависимости от месяца сбора установлено, что в период май-сентябрь относительное содержание ненасыщенных кислот постепенно увеличивается и превышает содержание насыщенных в 4.1–4.2 раза. При исследовании содержания жирных кислот в частях растения (листьях, стеблях и корнях) показано, что наибольшее суммарное содержание жирных кислот обнаружено в листьях, а наименьшее – в корнях растения, при этом содержание ненасыщенных ЖК увеличивается в цепочке: корни < стебли < листья. Для изучения влияния способа хранения на жирнокислотный состав исследовали листья мелиссы свежего сбора и сборов после замораживания или высушивания, и установлено, что лучшим способом сохранения жирнокислотного состава мелиссы является замораживание.

*Ключевые слова:* жирные кислоты, Мелисса лекарственная, экстракция, дериватизация, газовая хроматография.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации АААА-А19-119011790134-1 с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Спектроскопия и анализ органических соединений» (ЦКП «САОС»).*

### Введение

Мелисса лекарственная (лат. *Melissa officinalis*) относится к многолетним травянистым растениям семейства Яснотковых (лат. *Lamiaceae*) и является одним из известных пряноароматических и лекарственных растений. Она широко используется в медицине, фармацевтической, парфюмерной, мыловаренной, кондитерской, консервной промышленности. Целебные свойства этого вида растения объясняются тем, что в ее листьях, стеблях, корнях и цветках содержатся витамины, флавоноиды и другие биологически активные

---

Первова Марина Геннадьевна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории фторорганических соединений,  
e-mail: pervova@ios.uran.ru

Мисриханова Айнаханум Самитдиновна – лаборант-исследователь лаборатории фторорганических соединений, e-mail: misrihanova25@gmail.com

Саморукова Мария Андреевна – инженер-исследователь лаборатории фторорганических соединений,  
e-mail: eremina-masha@yandex.ru

Салютин Виктор Иванович – доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией фторорганических соединений,  
e-mail: saloutin@ios.uran.ru

вещества (БАВ), обладающие лечебным и профилактическим действием [1]. Наибольшее применение нашли эфирные масла, которые получают в основном дистилляцией с водой или водяным паром. Наравне с эфирными маслами применяются и экстракты растений. Преимуществом использования экстрактов лечебных растений взамен синтетических лекарств состоит в том, что они экологически чистые и не вредны для организма человека. В медицине и пищевой промышленности используют водные, водно-спиртовые или спиртовые настойки

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

или отвары различных лекарственных растений. Важнейшими составляющими настоек растений являются летучие органические соединения, в основном терпеноиды и жирные кислоты (ЖК).

ЖК играют важную роль в организме человека: способствуют развитию мозга, снижают уровень холестерина, предотвращают раковые и аутоиммунные заболевания, нормализуют кровяное давление [2]. Основными полезными для организма человека являются ненасыщенные ЖК – линоленовая, линолевая, олеиновая кислоты, которые относятся к  $\omega 3$ -,  $\omega 6$ - и  $\omega 9$ -жирным кислотам соответственно, и считаются важнейшими питательными веществами, необходимыми организму и которые не вырабатываются в нем, а поступают в организм только с потреблением пищи как растительного, так и животного происхождения [3, 4]. Также известно, что ненасыщенные ЖК важны не только для организма человека, но и придают клеточным мембранам растения текучесть, необходимую для поддержания их структурного и функционального состояния. Текучесть мембран зависит от соотношения насыщенных и ненасыщенных ЖК и влияет на адаптивность растений к экстремальным условиям (влияние солнечной радиации, продолжительное дневное освещение, холода, заморозки и т.д.) [5–8].

Исследования экстрактов различных растений показало, что основными ЖК, обнаруженными в них, являются пальмитиновая, линолевая, линоленовая, олеиновая и стеариновая кислоты. Состав и содержание ЖК зависит от вида растений и места их произрастания. Так, при анализе растений, выращенных в различных регионах России, показано, что в метанольных экстрактах расторопши, вероники, тысячелистника и одуванчика 60–80% от общего содержания суммы ЖК составляют ненасыщенные ЖК (в основном линолевая и линоленовая кислоты), а в метанольном экстракте горюхи, наоборот, около 60% составляют насыщенные ЖК (в основном миристиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты) [9–11]. Авторами работы [12] был проведен анализ жирнокислотного состава метанольных экстрактов базилика, мяты перечной и шалфея, произрастающих в Румынии. Показано, что наибольшее количество ЖК найдено в шалфее (98.8 мг/г), наименьшее – в мяте перечной (13.3 мг/г), при этом основное содержание составляют ненасыщенные ЖК (до 80–85% от общего содержания ЖК), из насыщенных кислот наибольшее содержание приходится на пальмитиновую кислоту (9–11% от общего содержания ЖК). В статье [13] проведен количественный и качественный анализ жирнокислотного состава в метанольном экстракте Мелиссы лекарственной в зависимости от места произрастания – Туниса, Франции и Германии. Установлено, что из ненасыщенных обнаружены пальмитолеиновая, линолевая и олеиновая кислоты, причем суммарное их содержание составляет 70–77% от общего содержания ЖК, из насыщенных основное содержание составляет пальмитиновая кислота (13–16% от общего содержания ЖК).

Для определения ЖК в растениях пробоподготовка состоит из нескольких этапов. Сначала для извлечения ЖК используют жидкостную экстракцию, где в качестве экстрагентов применяют *n*-гексан [14, 15], дихлорметан, этилацетат [16], фреон-22 [17], а также смеси *хлороформ* : *метанол*, *хлороформ* : *n*-*гексан* или *вода* : *хлороформ* : *метанол* [11, 18–21]. Так как наиболее часто используемым методом качественного и количественного определения ЖК является метод газожидкостной хроматографии (ГХ), а прямое детектирование ЖК методом ГХ представляет определенные трудности, то ЖК принято определять в виде производных, чаще всего в виде сложных эфиров, в основном метиловых, используя различные дериватизирующие агенты. В этом случае экстракты растений упаривают досуха, а затем проводят обработку диазометаном [18, 22], этерификацию метанолом в присутствии ацетилхлорида [12, 23], серной, соляной кислот [5, 7, 11, 19–21], 14% раствора  $\text{BCl}_3$  [10], щелочи [9, 14] или метилата натрия ( $\text{MeONa}$ ) [13].

Известно, что из всей растительной массы растений, в том числе и мелиссы, на практике для получения эфирных масел или экстрактов используют только листья. Литературных данных по исследованию экстрактов других частей растений не найдено. Также известно, что на качественный и количественный состав экстрактов растений влияет способ хранения растений. Поэтому целью данной работы являлось исследование жирнокислотного состава Мелиссы лекарственной, произрастающей на Среднем Урале, в зависимости от месяца сбора для оценки адаптивности растения к климатическим условиям, а также от части растения и способа его хранения.

### **Экспериментальная часть**

Объектом исследований являлась Мелисса лекарственная (компания «Гавриш», г. Москва) (далее – мелисса), выращенная в окрестности г. Екатеринбурга. Растение выращивали на участке с открытым грунтом на солнечном месте с плодородной, хорошо дренированной рыхлой почвой с нейтральной реакцией.

Растение собирали на третий год выращивания в период май-сентябрь 2020 г. После сбора растение делили на части, отделив корни, стебли, листья. Проводили анализ свежего сбора растения, сборов после замораживания и высушивания. Свежим считался сбор растения, который собрали на участке, и сразу же заливали этиловым спиртом. Высушивание сбора растения проводили при комнатной температуре в течение 20 дней в помещении с хорошей вентиляцией в темном месте без попадания солнечного света, разложив растение на бумаге однослойно; для замораживания растение после сбора упаковывали в герметичные контейнеры, которые помещали в морозильную камеру и выдерживали 20 дней при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Для извлечения ЖК из растения проводили экстракцию: в колбы объемом 100 мл помещали от 1.5 до 2.0 г свежего сбора (замороженных или высушенных) листьев, стеблей или корней мелиссы, приливали по 40 мл этилового спирта. Выдерживали 14 дней при комнатной температуре при периодическом встряхивании образцов. Отгонкой этилового спирта концентрировали экстракты до объема 2–5 мл.

Для расчета массового выхода экстрагируемых веществ экстракты упаривали досуха и выход рассчитывали по отношению массы остатка к массе материала части растения, взятого для экстракции.

Для этерификации ЖК в реакторы вместимостью 3 мл помещали по 1 мл концентрированного этанольного экстракта частей растения, добавляли по 0.1 мл конц. серной кислоты, выдерживали в нагревательном устройстве 60 мин при  $90^{\circ}\text{C}$ . После охлаждения до комнатной температуры в реакторы вносили 2 мл гексана, перемешивали и переносили гексан-этанольную смесь в пробирки вместимостью 15 мл, приливали 10 мл дистиллированной воды. Встряхивали, после разделения фаз получали гексановый слой с экстрагированными этиловыми эфирами ЖК. Анализировали гексановые экстракты в условиях ГХ-ПВД и ГХ-МС.

Для идентификации компонентов в этерифицированных экстрактах использовали газовый хромато-масс-спектрометр «Agilent GC 7890A MS 5975CI Inert XL EI/CI» (США) (условия ГХ-МС), с кварцевой капиллярной колонкой HP-5MS (полидиметилсилоксан, 5%мас. фенильных групп), длиной 30 м, диаметром 0.25 мм, толщина пленки 0.25 мкм. Температура колонки – начальная  $40^{\circ}\text{C}$  (выдержка 3 мин), программирование со скоростью  $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до  $290^{\circ}\text{C}$  (выдержка 30 мин), температура испарителя –  $250^{\circ}\text{C}$ , температура источника –  $230^{\circ}\text{C}$ , квадруполя –  $150^{\circ}\text{C}$ , переходной камеры –  $280^{\circ}\text{C}$ . Газ-носитель – гелий, деление потока 1 : 50, расход через колонку 1.0 мл/мин. Сканирование в режиме электронной ионизации по полному ионному току (ТIC) с энергией излучения 70 эВ в диапазоне масс 20–1000 Да.

Идентификацию полученных этиловых эфиров ЖК проводили с помощью ГХ-МС с привлечением базы масс-спектров NIST2014 (National Institute of Standards and Technology 2014) со значением коэффициента совпадения 90–99%. Использование аналогичных газохроматографических условий при регистрации хроматограмм в условиях ГХ-МС и ГХ-ПВД (температурные режимы термостата колонок, испарителя, неподвижные фазы колонок и т.д.) позволило получить одинаковый порядок элюирования соединений с колонок, что дало возможность проводить соотнесение полученных данных при идентификации обоими методами.

Количественную оценку содержания ЖК в экстрактах проводили с использованием газового хроматографа «GC-2010Plus», фирмы Shimadzu (Япония), с пламенно-ионизационным детектором (условия ГХ-ПВД), кварцевой капиллярной колонкой ZB-5 (полидиметилсилоксан, 5%мас. фенильных групп), длиной 30 м, диаметром 0.25 мм, толщиной пленки 0.25 мкм. Температура колонки – начальная  $40^{\circ}\text{C}$  (выдержка 3 мин), программирование со скоростью  $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до  $280^{\circ}\text{C}$  (выдержка 30 мин), температура испарителя –  $250^{\circ}\text{C}$ , детектора –  $300^{\circ}\text{C}$ . Газ-носитель – азот, деление потока 1 : 30, расход через колонку 1.0 мл/мин.

Для расчета количественного содержания ЖК в экстрактах мелиссы использовали метод абсолютной градуировки при регистрации хроматограмм в условиях ГХ-ПВД, используя растворы индивидуальных ЖК в этиловом спирте после выполнения всех операций методики этерификации, что позволило учесть неполноту как протекания реакции, так и извлечения получаемых производных.

Для сравнения провели анализ аптечного сбора листьев мелиссы лекарственной фирмы «ФармаЦвет» со сроком изготовления октябрь 2020 г. (АО «Красногорсклексредства», г. Красногорск, Московская обл., Россия). Выполняли все этапы методики (экстракцию этиловым спиртом и этерификацию ЖК), как описано выше для анализа исследуемой в работе мелиссы.

Для оценки насыщенности и ненасыщенности ЖК в экстрактах мелиссы находили сумму насыщенных ЖК (НЖК) и ненасыщенных ЖК (ННЖК) по формулам (1, 2) [7]:

$$\text{НЖК} = \%C14:0 + \%C16:0 + \%C18:0 + \%C20:0 + \%C22:0, \quad (1)$$

$$\text{ННЖК} = \%C14:0 + \%C16:1 + \%C18:1 + \%C18:2 + \%C18:3, \quad (2)$$

где %C14:0, %C16:0, %C18:0, %C20:0, %C22:0, %C16:1, %C18:1, %C18:2, %C18:3 – процентное содержание кислот миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, арахидиновой, бегеновой, пальмитолеиновой, олеиновой, линолевой и линоленовой соответственно, в экстрактах Melissa.

Коэффициент ненасыщенности ЖК ( $K$ ) показывает соотношение ненасыщенных и насыщенных ЖК и рассчитывали по формуле (3):

$$K = \frac{HHJK}{HJK}, \quad (3)$$

где  $HHJK$  – сумма ненасыщенных ЖК, %;  $HJK$  – сумма насыщенных ЖК, %.

Более информативным показателем, характеризующим степень ненасыщенности ЖК и учитывающим еще и количество двойных связей в молекулах ненасыщенных ЖК, является индекс двойных связей ( $ИДС$ ), который определяли с помощью формулы (4):

$$ИДС = \frac{\sum P_j \cdot n_j}{100}, \quad (4)$$

где  $P_j$  – содержание ЖК, % от общего содержания;  $n_j$  – количество двойных связей в каждой кислоте.

### Обсуждение результатов

Для исследования жирнокислотного состава Melissa использовали этанольные экстракты высушенных, замороженных или свежего сбора листьев, стеблей или корней растения. Показано, что массовый выход экстрагируемых веществ для каждой части растения мало зависит от способа хранения. Так, массовый выход соединений, экстрагируемых из листьев свежего сбора, составил 4.9%, в стеблях и корнях – по 1.2%, а после высушивания и замораживания в листьях – 4.2 и 4.7% соответственно, в стеблях – 1.1% и 1.3% соответственно, в корнях – по 0.9%.

Применение для определения ЖК, находящихся в Melissa, экстракции в этиловый спирт с последующей этерификацией ЖК в их сложные этиловые эфиры позволило упростить процедуру извлечения и анализа, исключить потери анализируемых веществ и не требовало использования дополнительных стадий подготовки.

Установлено, что независимо от времени сбора, части растения и способа хранения в Melissa содержатся насыщенные: миристиновая (C14:0), пальмитиновая (C16:0), стеариновая (C18:0), арахидиновая (C20:0), бегеновая (C22:0) кислоты и ненасыщенные: пальмитолеиновая (C16:1), линолевая (C18:2), олеиновая (C18:1), линоленовая (C18:3) кислоты.

Для исследования изменения состава и содержания ЖК в Melissa в зависимости от времени сбора использовали свежий сбор листьев растения, собранных в период май-сентябрь 2020 г. Показано, что наибольшее суммарное содержание ЖК обнаружено в экстрактах листьев Melissa, собранных в июле или августе, – 8.13 мг/г (0.813%) или 7.96 мг/г (0.796%) соответственно, а минимальное – в мае 4.13 мг/г (0.413%) (табл. 1). Количество ЖК в экстрактах листьев Melissa, собранных в июне и сентябре, довольно близко и составляет 7.12 и 6.85 мг/г (0.712 и 0.685%) соответственно.

Для удобства сравнения содержания ЖК в экстрактах листьев в зависимости от месяца сбора Melissa использовали значения содержания ЖК, рассчитанные относительно общего содержания ЖК в экстрактах. Так, из таблицы 1 следует, что содержание миристиновой кислоты в листьях Melissa варьируется от 0.5 до 1.3% от общего содержания ЖК. Максимальное содержание пальмитолеиновой кислоты обнаружено в листьях Melissa, собранной в мае (6.1% от общего содержания ЖК), минимальное – в сентябре (3.5% от общего содержания ЖК), в листьях, собранных в июне, июле и августе, содержание пальмитолеиновой кислоты практически одинаковое (4.2–4.4% от общего содержания ЖК). Содержание пальмитиновой кислоты уменьшается с мая по август (17.2–13.1% от общего содержания ЖК), и немного увеличивается в сентябре (16.7% от общего содержания ЖК). Содержание линоленовой кислоты с мая по август незначительно увеличивается, при этом в июне, июле и августе содержание практически одинаковое (63.2, 66.6, 67.3 и 67.5% от общего содержания ЖК соответственно), а в сентябре уменьшается (65.3% от общего содержания ЖК). Содержание линолевой кислоты изменяется от 8.7 до 9.3%. А содержание стеариновой, арахидиновой и бегеновой кислот примерно постоянно на протяжении всего периода: так, стеариновой кислоты содержится 1.7–2.6%, арахидиновой – 1.2–1.4%, бегеновой – 1.0–1.8% от общего содержания ЖК.

Таблица 1. Данные по определению жирнокислотного состава в экстрактах свежего сбора листьев мелиссы в зависимости от времени сбора

Кислоты	Месяц сбора / содержание ЖК									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %
C14:0	0.002	0.5	0.006	0.9	0.010	1.2	0.010	1.3	0.008	1.1
C16:1	0.025	6.1	0.030	4.2	0.036	4.4	0.035	4.4	0.024	3.5
C16:0	0.071	17.2	0.102	14.1	0.106	13.1	0.104	13.1	0.114	16.7
C18:2	0.036	8.7	0.063	8.7	0.071	8.7	0.072	9.0	0.064	9.3
C18:3	0.261	63.2	0.481	66.6	0.547	67.3	0.537	67.5	0.447	65.3
C18:0	0.007	1.7	0.019	2.6	0.018	2.2	0.015	1.9	0.013	1.9
C20:0	0.005	1.2	0.010	1.4	0.011	1.4	0.011	1.4	0.008	1.2
C22:0	0.006	1.3	0.011	1.5	0.015	1.8	0.012	1.5	0.007	1.0
Общее	0.413	100.0	0.722	100.0	0.813	100.0	0.796	100.0	0.685	100.0
<i>ННЖК</i>	0.322	78.0	0.574	79.5	0.654	80.4	0.644	80.9	0.535	78.1
<i>НЖК</i>	0.091	22.0	0.148	20.5	0.160	19.6	0.152	19.1	0.150	21.9
<i>К</i>		3.55		3.87		4.10		4.24		3.57
<i>ИДС</i>		2.13		2.21		2.24		2.25		2.18

Таким образом, установлено, что в листьях мелиссы, собранных в мае, июне и сентябре, относительное количество ненасыщенных кислот в 3.5–3.8 раза выше, чем насыщенных, а в июле и августе относительное содержание ненасыщенных кислот немного увеличивается и превышает содержание насыщенных в 4.1–4.2 раза.

Известно, что количество насыщенных и ненасыщенных ЖК в растениях напрямую влияет на их устойчивость к экстремальным климатическим условиям (холодостойкость, радиация и т.д.) [6, 8]. Текучесть клеточных мембран ответственна за способность растений к адаптации к природным условиям и напрямую зависит от доли ненасыщенных ЖК, так как при увеличении числа двойных связей и длины углеводородной цепи снижается температура плавления соответствующей ЖК, что приводит к увеличению пластичности липидного бислоя и, следовательно, холодостойкость растения увеличивается [24]. Параметрами, которыми оценивают адаптивность растений к экстремальным условиям, являются коэффициент ненасыщенности (*К*) и индекс двойной связи (*ИДС*).

При исследовании *К* и *ИДС* самые минимальные значения отмечаются в мае (3.55 и 2.13 соответственно), далее происходит увеличение коэффициентов и в августе их значения достигают максимума (4.24 и 2.25 соответственно), что связано с низким содержанием насыщенных кислот поздним летом. В сентябре значение *ИДС* уменьшается по сравнению с предыдущим месяцем и равно 2.18, а величина *К* снижается до 3.57, что связано с уменьшением содержания линоленовой кислоты.

Полученные выше результаты показали, что наибольшее содержание ЖК наблюдалось в листьях мелиссы, собранных в июле или августе. Поэтому для исследования содержания ЖК в зависимости от части растения использовали листья, стебли и корни свежего сбора мелиссы, собранного в июле 2020 г. Показано, что наибольшее содержание ЖК обнаружено в листьях растения (0.813% от общей массы части растения), а наименьшее – в корнях (0.019% от общей массы части растения) (табл. 1, 2).

Из таблиц 1, 2 следует, что количество линоленовой кислоты в листьях мелиссы составляет 67.3% от общего содержания ЖК, а в стеблях и корнях – 32.9 и 22.5% от общего содержания ЖК соответственно. Относительное содержание линолевой кислоты возрастает в ряду *листья* < *корни* < *стебли* и имеет значения 8.7, 27.2 и 37.6% от общего содержания ЖК соответственно. Содержание пальмитиновой кислоты варьируется от 13.1 до 26.6% от общего содержания ЖК. Полученные результаты согласуются с данными, представленными в [13]. Отличием является то, что в работе [13] указано на присутствие в листьях описанной в статье мелиссы олеиновой и отсутствие линоленовой кислот. В нашем исследовании, наоборот, в листьях олеиновая кислота не обнаружена, но присутствует линоленовая кислота. Олеиновая кислота найдена только в корнях.

Таблица 2. Данные по определению жирнокислотного состава в экстрактах свежего сбора стеблей и корней мелиссы (месяц сбора июль)

Кислоты	Часть растения / содержание ЖК			
	стебли		корни	
	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %
C14:0	0.0009	0.9	0.0002	1.3
C16:0	0.0216	21.4	0.0051	26.6
C18:2	0.0378	37.6	0.0052	27.2
C18:1	0	0	0.0030	15.5
C18:3	0.0331	32.9	0.0043	22.5
C18:0	0.0026	2.6	0.0005	2.7
C20:0	0.0017	1.7	0.0002	1.1
C22:0	0.0031	3.1	0.0006	3.2
Общее	0.1008	100	0.0192	100
<i>ННЖК</i>	0.0709	70.4	0.0125	65.2
<i>НЖК</i>	0.0299	29.6	0.0066	34.8

Установлено, что в листьях содержание ненасыщенных ЖК в 4.1 раз выше, чем насыщенных, тогда как в корнях – только в 1.9 раза. Полученные данные показывают, что общее содержание ненасыщенных ЖК увеличивается в цепочке *корни < стебли < листья*. Высокое количество ненасыщенных кислот в листьях связано с тем, что они принимают активное участие в образовании клеточных мембран и, таким образом, подтверждена лучшая адаптация мембран клеток листьев мелиссы к внешним факторам.

Для исследования влияния способа хранения на содержание ЖК проводили анализ листьев мелиссы свежего сбора, а также сборов, которые замораживали или высушивали, для растения, собранного в июле 2020 г. При определении жирнокислотного состава в листьях мелиссы после замораживания обнаружено, что содержание ЖК несколько больше (11.42 мг/г (1.143% от общей массы части растения)), по сравнению с содержанием в свежем сборе (табл. 1, 3).

Также показано, что после замораживания соотношение содержания ЖК практически совпадает с соотношением содержания ЖК в свежем сборе. Так, после замораживания количество линоленовой кислоты в листьях составило 66.9% от общего содержания ЖК, второй по количественному содержанию является линолевая кислота, ее содержание в замороженном растении составило 9.5% от общего содержания ЖК, количество пальмитиновой кислоты составило 14.6% от общего содержания ЖК.

При анализе листьев мелиссы после высушивания обнаружено, что содержание ЖК несколько меньше, чем содержание ЖК в свежем сборе или сборе после замораживания (табл. 1, 3). Найдено, что после высушивания общее количество ЖК в листьях растения составило 5.36 мг/г (0.536% от общей массы части растения), а количество линоленовой кислоты составило 44.2% от общего содержания ЖК, что в 1.5 раза меньше, чем в свежем сборе.

Таблица 3. Данные по определению жирнокислотного состава в экстрактах листьев мелиссы в зависимости от способа хранения (месяц сбора июль)

Кислоты	Способ хранения / содержание ЖК				Содержание ЖК в аптечном сборе (фирма «ФармаЦвет»)	
	замораживание		высушивание		в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %
	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %	в экстракте, %	от общей суммы ЖК, %		
C14:0	0.0077	0.7	0.0124	2.3	0.0051	1.6
C16:1	0.0559	4.9	0.0532	9.9	0.0186	5.8
C16:0	0.1670	14.6	0.1433	26.8	0.1289	40.1
C18:2	0.1089	9.5	0.0470	8.8	0.0489	15.2
C18:3	0.7644	66.9	0.2368	44.2	0.0779	24.3
C18:0	0.0183	1.6	0.0188	3.5	0.0204	6.4
C20:0	0.0096	0.8	0.0073	1.4	0.0133	4.2
C22:0	0.0114	1.0	0.0170	3.2	0.0078	2.4
Общее	1.1432	100	0.5358	100	0.3210	100
<i>ННЖК</i>	0.9292	81.3	0.337	62.9	0.1454	45.3
<i>НЖК</i>	0.214	18.7	0.1988	37.1	0.1755	54.7

Анализ этерифицированных экстрактов аптечного сбора листьев мелиссы показал, что в этом случае обнаружены и идентифицированы те же ЖК, что и в мелиссе, исследованной в работе (табл. 3). При этом содержание и соотношение найденных в аптечном сборе ЖК было средним между содержанием в листьях и стеблях свежего сбора исследованной мелиссы – 3.20 мг/г (0.32% от общей массы аптечного сбора). Это указывает на то, что в состав аптечных сборов входят не только листья, но и стебли растения.

Таким образом, на основании результатов анализа жирнокислотного состава листьев, стеблей и корней мелиссы свежего сбора и сбора после высушивания или замораживания установлено, что лучшим способом хранения является замораживание, так как при данном способе сохраняется наибольшее количество ЖК.

### Выводы

Показано, что вне зависимости от времени сбора, части растения и способа хранения мелиссы лекарственной, произрастающей на Среднем Урале, основными насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, содержащимися в исследуемом растении, являются пальмитолеиновая, пальмитиновая, линолевая, линоленовая и стеариновая кислоты, с преобладанием линоленовой кислоты. Установлено, что наибольшее содержание жирных кислот обнаружено в листьях, а наименьшее – в корнях растения. Показано, что в период май-сентябрь происходит постепенное увеличение содержания ненасыщенных кислот по сравнению с содержанием насыщенных, что позволяет лучше адаптироваться растению к изменению внешних факторов. Установлено, что лучшим способом сохранения жирнокислотного состава мелиссы является замораживание.

### Список литературы

1. Путьрский И.Н., Прохоров В.Н. Лекарственные растения. Минск, 2005. 625 с.
2. Nguemeni C., Delplanque B., Rovere C., Simon-Rousseau N., Gandin C., Agnani G., Nahon J.L., Heurteaux C., Blondeau N. Dietary supplementation of alpha-linolenic acid in an enriched rapeseed oil diet protects from stroke // *Pharmacological Research*. 2010. Vol. 61. N3. Pp. 226–233. DOI: 10.1016/j.phrs.2009.12.007.
3. Johnson M., Bradford C. Omega-3, Omega-6 and Omega-9 Fatty Acids: Implications for Cardiovascular and Other Diseases // *Journal of Glycomics Lipidomics*. 2014. Vol. 4. N4. Pp. 1–8. DOI: 10.4172/2153-0637.1000123.
4. Григорьева В.Н., Лысичин А.Н. Факторы, определяющие биологическую ценность растительных жиров // *Масложировая промышленность*. 2002. №4. С. 14–17.
5. Розенцвет О.А., Богданова Е.С., Головки Т.К., Захой И.Г. Состав липидов листьев некоторых представителей *Polypodiophyta* на приполярном Урале // *Химия растительного сырья*. 2013. №4. С. 127–134. DOI: 10.14258/jcprm.1304127.
6. Новицкая Г.В., Суворова Т.А., Трунова Т.И. Липидный состав листьев в связи холодостойкостью растений томатов // *Физиология растений*. 2000. Т. 47. №6. С. 829–835.
7. Романова И.М., Живетьев М.А., Дударева Л.В., Граскова И.А. Динамика жирнокислотного состава и активности ацил-липидных десатураз в хвое *Pinus sylvestris L.*, произрастающей в Иркутской области // *Химия растительного сырья*. 2016. №2. С. 61–66. DOI: 10.14258/jcprm.201602732.
8. Журавская А.Н. Адаптация к экстремальным условиям среды и радиочувствительность растений Якутии. Новосибирск, 2011. 104 с.
9. Куркин В.А., Сазонова О.В., Росихин Д.В., Рязанова Т.К. Жирнокислотный состав масла плодов расторопши пятнистой, культивируемой в Самарской области // *Химия растительного сырья*. 2017. №3. С. 101–105. DOI: 10.14258/jcprm.2017031727.
10. Бубенчикова В.Н., Степнова И.В. Жирнокислотный и минеральный состав травы горлоухи ястребинковой (*Picris hieracioides L.*) // *Химия растительного сырья*. 2018. №1. С. 113–119. DOI: 10.14258/jcprm.2018011838.
11. Живетьев М.А., Дударева Л.В., Краснобаев В.А., Граскова И.А., Войников В.К. Жирнокислотный состав, уровень ненасыщенности жирных кислот, активность десатураз в листьях лекарственных растений, произрастающих на берегу озера Байкал и сезонная динамика этих параметров в связи с осенним понижением температур // *Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология»*. 2010. Т. 3. №4. С. 2–9.
12. Bleiziffer R., Mesaros C., Suvar S., Podea P., Lordache A., Yudin F-D., Culea M. Comparative characterization of Basil, Mint and Sage extracts // *Studia UBB chemia*. 2017. Vol. 2. Pp. 373–385. DOI: 10.24193/subchem.2017.2.30.
13. Souibi M., Amri I., Souissi A., Hosni K., Brahim N.B., Annabi M. Essential oil and fatty acid composition of *Melissa officinalis L.* // *Progress in Nutrition*. 2020. Vol. 22. N1. Pp. 253–258. DOI: 10.23751/pn.v22i1.7758.
14. Гасымова Ш.А., Новрузов Э.Н., Мехтиева Н.П. Изучение химического состава жирного масла из семян *Silybum marianum (L.) Gaertn.* // *Химия растительного сырья*. 2017. №3. С. 107–111. DOI: 10.14258/jcprm.2017031585.
15. Коротков В.А., Кухтенко А.С., Ордабаева С.К. Фитохимическое исследование плодов и экстрактов Маклюры // *Химия растительного сырья*. 2014. №4. С. 209–214. DOI: 10.14258/jcprm.201404200.
16. Jones P.M., Michael J. Clinical applications of 3-hydroxy fatty acid analysis by gas chromatography–mass spectrometry // *Biochimica et Biophysica Acta*. 2011. Vol. 1811. Pp. 657–662. DOI: 10.1016/j.bbali.2011.06.026.

17. Вишнева Л.И., Дегтярева Е.А., Бисага Е.И., Ткачук О.Ю. Исследование химического состава биологически активных веществ в липофильном экстракте тыквы // Химия растительного сырья. 2014. №3. С. 167–170. DOI: 10.14258/jcrpm.1403167.
18. Юнусова С.Г., Федоров Н.И., Юнусов М.С., Мулагулов Р.Ю. Липиды семян некоторых видов растений сем. *Fabaceae* // Химия растительного сырья. 2015. №3. С. 83–89. DOI: 10.14258/jcrpm.201503526.
19. Кириченко К.А., Побежимова Т.П., Казановский С.Г., Соколова Н.А., Кондратьева Е.С., Грабельных О.И., Войников В.К. Сравнительный анализ состава жирных кислот прибрежно-водного *Typha latifolia*, погруженного *Ceratophyllum demersum* и водной формы *Veronica anagallis-aquatica* водоемов Байкальского региона // Химия растительного сырья. 2019. №4. С. 119–128. DOI: 10.14258/jcrpm.2019045155.
20. Слепцов И.В., Хлебный Е.С., Журавская А.Н. Липиды, жирные кислоты и флавоноиды в листьях *Amaranthus retroflexus*, произрастающего в условиях центральной Якутии // Химия растительного сырья. 2017. №3. С. 77–84. DOI: 10.14258/jcrpm.2017031818.
21. Макаренко С.П., Шмаков В.Н., Коненкина Т.А., Дударева Л.В., Константинов Ю.М. Жирнокислотный состав липидов каллусов двух видов лиственницы (*Larix gmelinii* и *Larix sibirica*) // Химия растительного сырья. 2014. №2. С. 121–127. DOI: 10.14258/jcrpm.1402121.
22. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Носачев С.Б., Тырков А.Г., Морозова Л.В. Жирнокислотный состав масел семян некоторых дикорастущих и культивируемых растений Астраханской области, полученных методом сверхкритической флюидной экстракции // Химия растительного сырья. 2018. №2. С. 153–158. DOI: 10.14258/jcrpm.2018022005.
23. Ветчинникова Л.В., Татарникова Т.Д., Серебрякова О.С., Перк А.А., Пономарев А.Г., Ильинова М.К., Петрова Н.Е., Васильева И.В. Жирнокислотный состав мембранных липидов в почках Березы повислой в зимне-весенний период в условиях криолитозоны // Цитология. 2019. Т. 61. №5. С. 412–424. DOI: 10.1134/S0041377119050079.
24. Arisawa K., Mitsudome H., Yoshida K., Sugimoto S., Ishikawa T., Fujiwara Y., Ichi I. Saturated fatty acid in the phospholipid monolayer contributes to the formation of large lipid droplets // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2016. Vol.480. N4. Pp. 641–647. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.10.109.

Поступила в редакцию 11 ноября 2021 г.

После переработки 22 февраля 2022 г.

Принята к публикации 14 апреля 2022 г.

**Для цитирования:** Первова М.Г., Мисриханова А.С., Саморукова М.А., Салоутин В.И. Исследование жирнокислотного состава Мелиссы лекарственной *Melissa officinalis*, произрастающей на Среднем Урале // Химия растительного сырья. 2022. №2. С. 183–191. DOI: 10.14258/jcrpm.20220210559.

*Pervova M.G.\**, *Misrikhanova A.S.*, *Samorukova M.A.*, *Saloutin V.I.* THE RESEARCH OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF *MELISSA OFFICINALIS* GROWING IN THE MIDDLE URALS

*I.Ya. Postovsky Institute of Organic Synthesis Ural Branch of RAS, ul. S. Kovalevskoy, 22, Yekaterinburg, 620108 (Russia), e-mail: pervova@ios,uran.ru*

The fatty acid composition of *Melissa officinalis* growing in the Middle Urals was studied by gas chromatography. Comparison of the composition and content of fatty acids depending on the time of collection, part of the plant and storage method was carried out. It has been established that *Melissa* contains myristic (14:0), palmitoleic (16:1), palmitic (16:0), linoleic (18:2), linolenic (18:3), oleic (18:1), stearic (18:0), arachidic (20:0), behenic (22:0) acids. At the same time, the content of unsaturated acids, with a predominant amount of linolenic acid, is 2-3 times higher than the content of saturated ones. When studying the changes in the composition and content of fatty acids in *Melissa*, depending on the month of collection, it was found that in the period May-September, the relative content of unsaturated acids gradually increases and exceeds the content of saturated acids by 4.1-4.2 times. When studying the content of fatty acids in plant parts (leaves, stems and roots), it was shown that the highest total content of fatty acids was found in the leaves, and the lowest in the roots of the plant, while the content of unsaturated fatty acids increases in the chain: roots < stems < leaves. To study the effect of storage method on the fatty acid composition, *Melissa* leaves were examined freshly harvested and harvested after freezing or drying, and it was found that the best way to preserve the fatty acid composition of *Melissa* is freezing.

**Keywords:** fatty acids, *Melissa officinalis*, extraction, derivatization, gas chromatography.

\* Corresponding author.



## References

1. Putyrskiy I.N., Prokhorov V.N. *Lekarstvennyye rasteniya* [Medicinal plants]. Minsk, 2005, 625 p. (in Russ.).
2. Nguemeni C., Delplanque B., Rovere C., Simon-Rousseau N., Gandin C., Agnani G., Nahon J.L., Heurteaux C., Blondeau N. *Pharmacological Research*, 2010, vol. 61, no. 3, pp. 226–233. DOI: 10.1016/j.phrs.2009.12.007.
3. Johnson M., Bradford C. *Journal of Glycomics Lipidomics*, 2014, vol. 4, no. 4, pp. 1–8. DOI: 10.4172/2153-0637.1000123.
4. Grigor'eva V.N., Lysitsin A.Y. *Maslozhirovaya promyshlennost'*, 2002, no. 4, pp. 14–17. (in Russ.).
5. Rozentsvet O.A., Bogdanova E.S., Golovko T.K., Zakhochiy I.G. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013, no. 4, pp. 127–134. DOI: 10.14258/jcprm.1304127. (in Russ.).
6. Novitskaya G.V., Suvorova T.A., Trunova T.I. *Fiziologiya rasteniy*, 2000, vol. 47, no. 6, pp. 829–835. (in Russ.).
7. Romanov I.M., Zhivetyev M.A., Dudareva L.V., Graskova I.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, no. 2, pp. 61–66. DOI: 10.14258/jcprm.201602732. (in Russ.).
8. Zhuravskaya A.N. *Adaptatsiya k ekstremal'nym usloviyam sredy I radiochuvstvitel'nost' rasteniy Yakutii*. [Adaptation to extreme environmental conditions and radiosensitivity of plants in Yakutia]. Novosibirsk, 2011, 104 p. (in Russ.).
9. Kurkin V.A., Sazonova O.V., Rosihin D.V., Rjazanova T.K. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 3, pp. 101–105. DOI: 10.14258/jcprm.2017031727. (in Russ.).
10. Bubenchikova V.N., Stepnova I.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 1, pp. 113–119. DOI: 10.14258/jcprm.2018011838. (in Russ.).
11. Zhivetyev M.A., Dudareva L.V., Krasnobaev V.A., Graskova I.A., Voinikov V.K. *Izvestia Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Biologia. Ecologia"*, 2010, vol. 3, no. 4, pp. 2–9. (in Russ.).
12. Bleiziffer R., Mesaros C., Suvar S., Podea P., Lordache A., Yudin F-D., Culea M. *Studia UBB chemia*, 2017, vol. 2, pp. 373–385. DOI: 10.24193/subchem.2017.2.30.
13. Souibi M., Amri I., Souissi A., Hosni K., Brahim N.B., Annabi M. *Progress in Nutrition*, 2020, vol. 22, no. 1, pp. 253–258. DOI: 10.23751/pn.v22i1.7758.
14. Gasymova Sh.A., Novruzov E.N., Mekhtieva N.P. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 3, pp. 107–111. DOI: 10.14258/jcprm.2017031585. (in Russ.).
15. Korotkov V.A., Kukhtenko A.C., Ordabaeva S.K. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 4, pp. 209–214. DOI: 10.14258/jcprm.201404200. (in Russ.).
16. Jones P.M., Michael J. *Biochimica et Biophysica Acta*, 2011, vol. 1811, pp. 657–662. DOI: 10.1016/j.bbali.2011.06.026.
17. Vishnevskaya L.I., Degtyareva E.A., Bisaga E.I., Tkachuk O.Y. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 3, pp. 167–170. DOI: 10.14258/jcprm.1403167. (in Russ.).
18. Yunusova S.G., Fedorov N.I., Yunusov M.S., Mulagulov R.Y. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2015, no. 3, pp. 83–89. DOI: 10.14258/jcprm.201503526. (in Russ.).
19. Kirichenko K.A., Pobezhimova T.P., Kazanovskiy S.G., Sokolova N.A., Kondrat'eva E.S., Grabel'nykh O.I., Voinikov V.K. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 119–128. DOI: 10.14258/jcprm.2019045155. (in Russ.).
20. Sleptsov I.V., Khlebny E.S., Zhuravskaya A.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 3, pp. 77–84. DOI: 10.14258/jcprm.2017031818. (in Russ.).
21. Makarenko S.P., Shmakov V.N., Konenkina T.A., Dudareva L.V., Konstantinov Y.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 2, pp. 121–127. DOI: 10.14258/jcprm.1402121. (in Russ.).
22. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Nosachev S.B., Tyrkov A.G., Morozova L.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 2, pp. 153–158. DOI: 10.14258/jcprm.2018022005. (in Russ.).
23. Vetchinnikova L.V., Tatarinova T.D., Serebryakova O.S., Perk A.A., Ponomarev A.G., Il'inova M.K., Petrova N.E., Vasil'eva I.V. *Tsitologiya*, 2019, vol. 61, no. 5, pp. 412–424. DOI: 10.1134/S0041377119050079. (in Russ.).
24. Arisawa K., Mitsudome H., Yoshida K., Sugimoto S., Ishikawa T., Fujiwara Y., Ichi I. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2016, vol. 480, no. 4, pp. 641–647. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.10.109.

Received November 11, 2021

Revised February 22, 2022

Accepted April 14, 2022

**For citing:** Pervova M.G., Misrikhanova A.S., Samorukova M.A., Saloutin V.I. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 2, pp. 183–191. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220210559.

