

# ИЗУЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ, СОДЕРЖАНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА И ФЛАВОНОИДОВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ МЯТЫ ДЛИННОЛИСТНОЙ (*MENTHA LONGIFOLIA* L. (HUDS.)) И ВОЗМОЖНОСТИ ЭКЗОГЕННЫХ СПОСОБОВ ИХ РЕГУЛЯЦИИ

**О.М. Савченко**

к.с.-х.н., вед. науч. сотрудник, лаборатория агробиологии, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (Москва, Россия)  
E-mail: savchenko@vilarnii.ru

**Я.Ф. Копытько**

к.фарм.н., вед. науч. сотрудник, отдел фитохимии и стандартизации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (Москва, Россия)

Мята длиннолистная (*Mentha longifolia*) – перспективный источник лекарственного сырья с широким спектром антимикробной и фунгицидной активности.

**Цель работы.** Определение содержания флавоноидов в пересчете на лютеолин в сырье мяты длиннолистной, урожайности надземной массы и содержания эфирного масла, а также оценка влияния на эти показатели применения микроудобрений.

**Материал и методы.** Исследования проведены в 2017–2020 гг. Материалом для исследования служило растительное сырье мяты длиннолистной второго года вегетации из биокolleкции Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений. Для повышения урожайности надземной части и стимуляции накопления эфирного масла в листьях мяты длиннолистной применялись некорневые обработки в начале отрастания и в начале бутонизации бинарной смесью органоминерального удобрения ЭкоФус (1 л/га) и микроудобрения Силиплант (0,5 л/га). Уборка проводилась через 5–7 суток после обработки: в начале отрастания, в начале бутонизации, в фазу массовой бутонизации, массового цветения и после повторного отрастания. Содержание эфирного масла определяли в воздушно-сухом сырье методом гидродистилляции. Извлечение флавоноидов проводили 70%-ным этиловым спиртом. Количественную оценку содержания суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин осуществляли методом спектрофотометрии после реакции комплексообразования с алюминия хлоридом.

**Результаты.** Содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин в сырье возрастало от периода вегетативного роста до массовой бутонизации от 3,60 до 4,35% и резко снижалась к началу массового цветения до 2,55% соответственно. Фаза массовой бутонизации оптимальна для уборки сырья в связи с максимальным содержанием фенольных соединений и эфирного масла (4,35 и 1,92% соответственно).

**Выводы.** Использование бинарной смеси микроудобрений приводит к повышению урожайности сырья и содержания в нем эфирного масла, однако при этом отмечается снижение содержания флавоноидов на 34,4% в фазу массовой бутонизации.

**Ключевые слова:** *Mentha longifolia*(L.) Huds., эфирное масло, флавоноиды, микроудобрения.

**Для цитирования:** Савченко О.М., Копытько Я.Ф. Изучение урожайности, содержания эфирного масла и флавоноидов в надземной части мяты длиннолистной (*Mentha longifolia* L. (Huds.)) и возможности экзогенных способов их регуляции. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021;24(9):10–16. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-09-02>

Мята длиннолистная (*Mentha longifolia* (L.) Huds. семейства Яснотковые (Lamiaceae) – распространенное растение флоры Европы, Азии и Северной Африки. Это растение широко применяется в традиционной медицине многих стран как противовоспалительное средство, при лечении стоматита, желудочно-кишечных заболеваний, нарушениях менструального цикла и др. Мята длиннолистная обладает потенциальным иммуномодулирующим действием, а также антипаразитарным, противомикробным, антимутагенным, антиноцицептивным,

противовоспалительным, антиоксидантным, кератопротекторным, гепатопротекторным, антидиарейным и спазмолитическим действием [1–6]. Мята длиннолистная является ценным эфирномасличным сырьем. Эфирное масло *M. longifolia* оказывает антиоксидантное, антимутагенное, антимикробное, фунгицидное и инсектицидное действие [7, 8].

Мята длиннолистная содержит различные полифенолы с противоопухолевыми, антиоксидантными и противомикробными свойствами. В растении из Саудовской Аравии обнаружены розмарино-

вая, криптохлорогеновая, п-кумаровая кислота, м-кумаровая, кофейная и хлорогеновая кислоты, цинарозид, нарингин [9]. В сырье *M. longifolia* (L.) Huds. из Турции найдены апигенин-7-О-глюкозид, апигенин-7-О-рутинозид и апигенин-7-О-глюкуро-нид [5], (βR)-β, 3,2',6'-тетра-гидрокси-4'-метокси-4'-О-рутинозилдигидрохалкон, (βR)-β,4,2',6'-тетрагидрокси-4'-О-рутинозилдигидрохалкон, апигенин-7-О-глюкозид, лютеолин-7-О-глюкозид, апигенин-7-О-рутинозид, лютеолин-7-О-рутинозид, апигенин-7-О-глюкуронид, лютеолин-7-О-глюкуронид, розмариновая кислота [5, 6, 10].

Из марокканской *M. longifolia* было выделено пять флавоноидов: – 5,7,4'-тригидрокси-6,2',3'-триметоксифлаво-н, 5,6-дигидрокси-7,8,3',4'-тетра-метоксифлаво-н, 5,7,4'-тригидрокси-6,2',3'-тримето-ксифлаво-н, лютеолин, лютеолин 7-О-глюкозиди гесперидин [11].

В водно-этанольном экстракте мяте длинно-листной, выращенной на коллекционных участках Никитского ботанического сада (г. Ялта), с по-мощью метода ВЭЖХ найдены розмариновая, ко-фейная хлорогеновая кислоты, лютеолин-7-гликозид [12].

В траве мяты длиннолистной, заготовленной на территории РСО-Алания, с помощью хромато-графических методов найдены галловая, кофейная, цикориевая, феруловая кислоты, рутин, геспери-дин, лютеолин-7 гликозид, кверцетин, дигидро-кверцетин, кемпферол [13], апигенин, таннин. Ме-тодом спектрофотометрии с использованием реак-ции комплексообразования с алюминия хлоридом определено содержание суммы флавоноидов в пе-ресе-чете на рутин [14], которое составило  $2,55 \pm \pm 0,06\%$  [15].

Флавоноиды являются важным компонентом лекарственных растений, обуславливающим их фар-макологическое действие, они обладают антиокси-дантным действием, которое связано с их способно-стью разрушать свободные радикалы [16]. Флаво-ноидный состав растений семейства Яснотковые представлен [16] преимущественно производными лютеолина и апигенина, относящихся к флавонам, которые придают этим растениям противовоспали-тельное и в меньшей степени антимикробное свой-ство [17]. Лютеолин оказывает противоаллергиче-ское, противоопухолевое и иммуномодулирующее действие и повышает чувствительность к инсулину. Доказана эффективность лютеолина при болезни Альцгеймера и рассеянном склерозе [16, 18]. В настоящее время в научной литературе представле-

ны исследования по содержанию флавоноидов в таких растениях из семейства Яснотковые, как зюз-ник европейский, живучка ползучая, будра плюще-видная [17], чабер садовый, иссоп лекарственный, душица обыкновенная, лаванда узколистная, мо-нарда дудчатая, мята перечная, шалфей лекар-ственный, буквица лекарственная [16, 18, 19].

Показано, что содержание флавоноидов и по-лифенолов возрастает от фазы бутонизации до фа-зы цветения. Затем у большинства видов этот по-казатель понижается, у мяты перечной, наоборот, продолжает повышаться [16].

Процессы накопления в сырье фенольных со-единений досконально не исследованы. Примене-ние железосодержащего микроудобрения в хелат-ной форме (Феровит) приводит к снижению со-держания фенольных соединений (как флавонои-дов, так и дубильных веществ) [18].

Ц е л ь р а б о т ы – определение содержа-ния флавоноидов в пересчете на лютеолин в сырье мяты длиннолистной, урожайности надземной массы и содержания эфирного масла, а также оценка влияния на эти показатели применения микроудобрений.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2017–2020 гг. со-гласно методикам, разработанным для полевых опытов с лекарственными культурами [20]. Мате-риалом для исследования служило растительное сырье мяты длиннолистной второго года вегета-ции из биокolleкции Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений (Москва). Почва участка тяжелая суглинистая с содержанием гумуса (по Тюрину) 2,23%, массовая доля азота нитратов ме-нее 0,28%, массовая доля соединений фосфора (по Кирсанову)  $P_2O_5$  – 386,28 мг/кг,  $K_2O$  – 87,7 мг/кг (по Масловой), сумма поглощенных оснований (по Каппену) – 6,3 ммоль/100 г, рН солевой – 5,15. Предшественник – черный пар. Полевые опыты закладывали на делянках с учетной площадью 20 м<sup>2</sup>; повторность 4-кратная.

Для повышения урожайности надземной ча-сти и стимуляции накопления эфирного масла в листьях мяты длиннолистной применяли некорне-вые обработки в начале отрастания и в начале бу-тонизации бинарной смесью органоминерального удобрения ЭкоФус (1 л/га) и микроудобрения Си-липлант (0,5 л/га), хорошо зарекомендовавших се-бя на данной культуре [21, 22].

**Схема опыта:**

Э т а п 1 . Контроль (обработка водой).

Э т а п 2 . Двукратная обработка ЭкоФус (1 л/га)+Силиплант (0,5л/га) в фазу начала отрастания и в фазу начала бутонизации.

**Схема сравнения результатов:**

**Вариант 1:**

Контроль (начало бутонизации) ~ ЭкоФус + Силиплант (начало бутонизации).

Контроль (массовая бутонизация) ~ ЭкоФус + Силиплант (массовая бутонизация).

**Вариант 2:**

Контроль (начало бутонизации) ~ Контроль (массовая бутонизация) ~ Контроль (массовое цветение) ~ Контроль (после повторного отрастания).

Уборку осуществляли через 5–7 суток после обработки: в начале отрастания; в начале бутонизации; в фазу массовой бутонизации; в фазу массового цветения; после повторного отрастания. Обработку растений микроудобрениями после повторного отрастания не проводили, так как, согласно проведенным ранее исследованиям, она не дает существенной прибавки [21, 22].

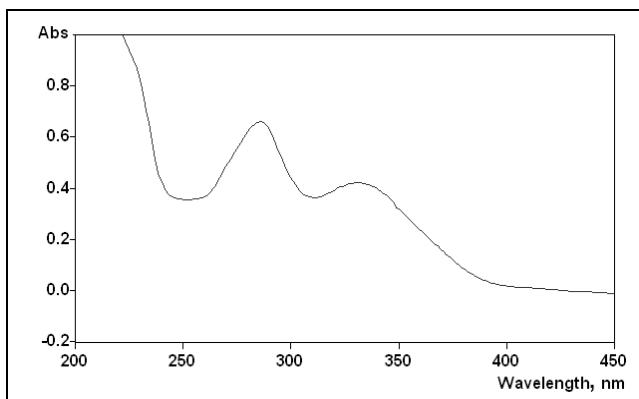


Рис 1. Спектр извлечения из ЛРС *Mentha longifolia*

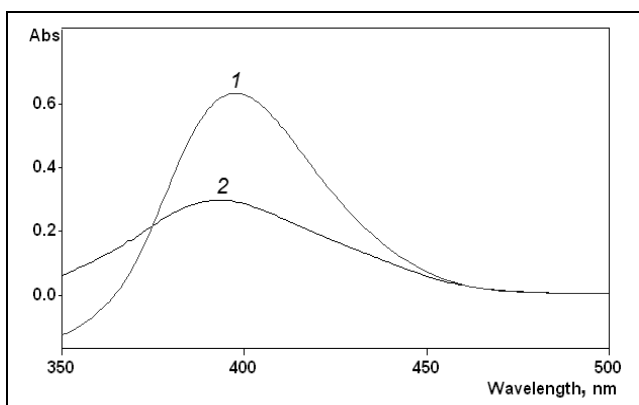


Рис. 2. Спектры поглощения после комплексообразования с  $AlCl_3$  СО лутеолина (1) и извлечения из ЛРС *Mentha longifolia* (2)

В фазу массового цветения начинается снижение содержания эфирного масла в растении [21, 22]. Сырье становится более грубым, в отдельные годы наблюдается поражение листьев мятной блошкой и ржавчиной. В связи с этими факторами обработку растений в фазу массового цветения посчитали нецелесообразной.

Содержание эфирного масла определяли в воздушно-сухом сырье (влажность сырья не более 12%). Эфирное масло извлекали методом гидродистилляции (по Гинзбургу), ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» [21, 23]. Сушку осуществляли при комнатной температуре [22].

Флавоноиды извлекали 70%-ным этиловым спиртом из лекарственного растительного сырья (ЛРС), измельченного до размера частиц 1–2 мм, в соотношении 1:25 при нагревании на кипящей водяной бане в течение 1 ч [24].

УФ-спектр извлечения в диапазоне длин волн 270–350 нм имеет максимумы при длине волны  $286 \pm 1$  и  $330 \pm 1$  нм, что свидетельствует о наличии фенольных веществ (флавоноидов, фенолкарбоновых кислот) (рис. 1) и может использоваться в качестве критерия подлинности.

Количественную оценку содержания суммы флавоноидов в пересчете на СО лутеолина проводили по после реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Спектры поглощения комплексов с алюминия хлоридом СО лутеолина и извлечения приведены на рис. 2.

**Методика определения.** *Испытуемый раствор.* Около 2 г (точная навеска) ЛРС [25], измельченного до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 7 мм, помещают в коническую колбу со шлифом вместимостью 150 мл, прибавляют 50 мл 70%-ного этилового спирта и взвешивают с погрешностью  $\pm 0,01$  г, присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане в течение 1 ч. Затем колбу охлаждают до комнатной температуры и взвешивают, при необходимости доводят содержимое колбы этиловым спиртом 70%-ным до первоначальной массы. Полученное извлечение пропускают через бумажный складчатый фильтр в колбу вместимостью 50 мл.

*Раствор СО лутеолина.* Около 0,01 г (точная навеска) лутеолина (CAS 491-70-3) помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяют в 20мл спирта этилового 70%-ного, доводят до мет-

ки этим же растворителем и перемешивают.

В две мерные колбы вместимостью 25 мл помещают по 0,1 мл испытуемого раствора; в первую колбу прибавляют 3 мл 3%-ного раствора алюминия хлорида в 70%-ном этиловом спирте, а во вторую – 1 каплю 3%-ной уксусной кислоты и доводят объем растворов в обеих колбах спиртом этиловым 70%-ным до метки. Через 40 мин измеряют оптическую плотность раствора из первой колбы [26] в максимуме поглощения при длине волны  $395 \pm 2$  нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют раствор из второй колбы. Параллельно измеряют оптическую плотность 1 мл раствора СО лютеолина, приготовленного аналогично испытуемому раствору.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин в ЛРС в процентах ( $X$ , %) вычисляют по формуле

$$X = \frac{A \cdot a_0 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot a \cdot 0,1 \cdot 25 \cdot 25 \cdot (100 - W)} = \frac{A \cdot a_0 \cdot 200000}{A_0 \cdot a \cdot (100 - W)},$$

где  $A_0$  – оптическая плотность раствора СО лютеолина;  $A$  – оптическая плотность испытуемого раствора;  $a_0$  – навеска СО лютеолина, г [27];  $a$  – навеска сырья, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании, %.

Количественное определение флавоноидов и эфирного масла проводили в трех повторностях и высчитывали среднее значение. Статистическую

обработку выполняли при помощи компьютерной программы Word Excel путем определения средней арифметической и стандартного отклонения ( $M \pm m$ ), а также достоверности различий между полученными значениями в опытном и контрольном вариантах. Различия в группах считались достоверными при уровне значимости  $p \leq 0,05$  [28].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2017–2020 гг. отрастание мяты длиннолистной отмечалось 15–24 апреля, начало цветения – 26 июня – 10 июля. На прохождении растениями основных фенологических фаз в большей степени влияла температура воздуха, чем количество выпавших осадков [7, 21, 22].

В варианте контроля урожайность надземной части возрастала от начала бутонизации до массового цветения. Во втором укосе урожайность снижалась до 2,09 т/га, что на 100 кг/га ниже, чем в период активного роста в первой половине вегетационного сезона. Содержание эфирного масла в сухом сырье мяты длиннолистной в варианте контроля достигало максимума 1,38% в период массовой бутонизации.

Установлено, что применение бинарной смеси ЭкоФус + Силиплант повышает содержание эфирного масла в надземной части в период активного роста [22] на 36,0% по сравнению с контролем, а в период массовой бутонизации – на 39,1% (таблица).

**Таблица. Сравнительный анализ урожайности двулетних растений мяты длиннолистной, количественного содержания эфирного масла и суммы флавоноидов в зависимости от обработки микроудобрениями и времени уборки сырья (надземная часть), среднее за 2017-2020 гг.**

Вариант	Урожайность сухого сырья, т/га	Содержание эфирного масла, %	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин, %
Контроль (начало бутонизации)	2,20±0,17	1,22±0,17	3,60±0,28
Контроль (массовая бутонизация)	2,59±0,19	1,38±0,20	4,35±0,39
Контроль (массовое цветение)	2,59±0,19	1,36±0,20	2,55±0,19
Контроль (второй укос)	2,09±0,11	1,08±0,13	2,51±0,28
ЭкоФус + Силиплант (начало бутонизации)	2,31±0,18	1,66±0,22	3,78±0,31
ЭкоФус + Силиплант (массовая бутонизация)	2,72±0,22	1,92±0,23	3,24±0,22

Содержание суммы флавоноидов в сырье мяты длиннолистной в контрольном варианте повышалось до 4,35% в фазу массовой бутонизации и резко уменьшалась к началу массового цветения. После повторного отрастания содержание флавоноидов в сырье составило 2,51%. Сумма флавоноидов из обработанного сырья, собранного в начале бутонизации, составила 3,78%. Это на 5% выше, чем в варианте контроля. К началу массовой бутонизации в контрольном варианте содержание флавоноидов повышалось, а в обработанных образцах снижалось на 34,4% (таблица). Содержание суммы флавоноидов в надземной части мяты длиннолистной составило в контрольном варианте от 2,5% (в период массового цветения) до 3,6%, что позволяет отнести ее к числу видов растений из семейства Яснотковые с высоким содержанием флавоноидов [16].

Выявлено, что применение бинарной смеси ЭкоФус + Силиплант приводит к снижению содержания флавоноидов на 34,4% в фазу массовой бутонизации в сырье мяты длиннолистной (по сравнению с контролем), что, вероятнее всего, связано с влиянием данных препаратов на ауксиновый обмен.

## ВЫВОДЫ

В результате исследований установлено, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин в сырье мяты длиннолистной возрастало от периода вегетативного роста до массовой бутонизации (от 3,60 до 4,35% соответственно) и резко понижалась к началу массового цветения до 2,55%.

Фаза массовой бутонизации оптимальна для уборки сырья в связи с максимальным содержанием фенольных соединений и эфирного масла (4,35 и 1,92% соответственно).

Использование бинарной смеси микроудобрений способствует повышению урожайности сырья и содержания в нем эфирного масла, однако приводит к снижению содержания флавоноидов на 34,4% в фазу массовой бутонизации.

**Работа выполнена в рамках НИР № FNSZ-2019-0007.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Farzaei M.H., Bahramsoltani R., Ghobadi A., Farzaei F., Najafi F. Pharmacological activity of *Mentha longifolia* and its phytoconstituents. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2017; 37(5): 710–720.
2. Asemani Y., Baya T. M., Malek-Hosseini S., Amirghofran Z. Modulation of *in vitro* proliferation and cytokine secretion of human lymphocytes by *Mentha longifolia* extracts. *Avicenna J. Phytomed.* 2019; 9(1): 34–43. PMID: PMC6369321.
3. Mir Babak Bahadori, Gokhan Zengin, Shahram Bahadori, Leila Dinparast, Nasrin Movahhedin. Phenolic composition and functional properties of wild mint (*Mentha longifolia* var. *calliantha* (Stapf) Briq.). *International Journal of Food Properties*. 2018; 21(1): 183–193. DOI: 10.1080/10942912.2018.1440238.
4. Patonay K., Németh-Zámboriné É. Horsemint as a potential raw material for the food industry: survey on the chemistry of a less studied mint species. *Phytochem Rev.* 2020. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09718-0>.
5. Baris O., Karadayi M., Yanmis D., Guvenalp Z., Bal T., Gulluce M. Isolation of 3 flavonoids from *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia* and determination of their genotoxic potentials by using the *E. coli* WP2 test system. *J. Food Sci.* 2011 Nov–Dec; 76(9): T212–7. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02405.x. PMID: 22416730.
6. Guvenalp Z., Ozbek H., Karadayi M., Gulluce M., Kuruuzum-Uz A., Salih B., Demirezer O. Two antigenotoxic chalcone glycosides from *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*. *Pharm. Biol.* 2015 Jun; 53(6): 888–896. DOI: 10.3109/13880209.2014.948633. Epub 2014 Nov 28. PMID: 25429992.
7. Маланкина Е.Л., Савченко О.М., Козловская Л.Н. Качество эфирного масла мяты длиннолистной. Картофель и овощи. 2018; 5: 29–31.
8. Hafedh H., Fethi B.A., Mejd S., Emira N., Amina B. Effect of *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* essential oil on the morphology of four pathogenic bacteria visualized by atomic force microscopy. *Afr. J. Microbiol. Res.* 2010; 4: 1122–1127.
9. Elansary H.O., Szopa A., Kubica P., Ekiert H., Klimek-Szczykutowicz M., El-Ansary D.O., Mahmoud E.A. Polyphenol Profile and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Natural *Mentha × piperita* and *Mentha longifolia* Populations in Northern Saudi Arabia. *Processes*. 2020; 8: 479. DOI: 10.3390/pr8040479.
10. Orhan F., Barış Ö., Yanmış D., Bal T., Guvenalp Z., Güllüce M. Isolation of some luteolin derivatives from *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia* and determination of their genotoxic potencies. *Food Chem.* 2012 Nov 15; 135(2): 764–769. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.04.137. Epub 2012 May 2. PMID: 22868156.
11. Ghoulami S., Idrissi A., Fkih-Tétouani S. Phytochemical study of *Mentha longifolia* of Morocco. *Fitoterapia*. 2001. 72: 596–598. DOI: 10.1016/S0367-326X(01)00279-9.
12. Гребенникова О.А., Палий А.Е., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Mentha longifolia* L. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2018; 146: 146–152.
13. Судакова Т.М., Попова О.И. Исследование аминокислотного состава мяты длиннолистной *Mentha longifolia* (L.). Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск, 2011; 66: 177–178.
14. Копытько Я.Ф. Исследование состава и контроль качества настойки белозора болотного (*Parnassia palustris*) гомеопатической матричной. Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2013; 1: 37–42.
15. Судакова Т.М. Фармакогностическое изучение мяты длиннолистной *Mentha longifolia* L. [Текст]: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук (14.04.02). Пятигорск: Пятигорская гос. фармацевт. акад., 2012; 24 с.
16. Маланкина Е.Л., Ткачёва Е.Н., Козловская Л.Н. Лекар-

- ственные растения семейства яснотковые (*Lamiaceae*) как источники флавоноидов. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2018; 21(1): 30–35. DOI: 10.29296/25877313-2018-01-06.
17. Аль-Карави Ханан Ахмед Хади. Особенности роста, развития и биохимического состава хозяйственно значимых представителей рода *Thymus* L. в условиях Нечернозёмной зоны Российской Федерации: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.01. М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 2018; 158 с.
  18. Романова Н.Г., Шатилова Т.И., Маланкина Е.Л. Влияние регулятора роста Циркон и микроудобрения Феровит на содержание фенольных соединений в чабреце садовом. Плодородие. 2019; 3(108): 17–19.
  19. Ткачёва Е.Н., Маланкина Е.Л., Смирнова Д.К. Особенности накопления фенольных соединений в онтогенезе у растений семейства Яснотковые. Сб. научных трудов пятой научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых «Молодые учёные и фармация XXI века». 2017; 134–137.
  20. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами / Под ред. А.А. Хотина. Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. М.: ЦБНТИмедпрот, 1981; 1: 55.
  21. Савченко О.М., Ромашкина С.И. Применение органоминеральных удобрений и ретарданта Харди для повышения урожайности мяты длиннолистной. Сб. материалов 10-й Всеросс. конф. с междунар. участием молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур». 2019; 160–163.
  22. Савченко О.М. Экзогенные способы повышения содержания эфирного масла в сырье мяты длиннолистной. Сб. материалов II Междунар. науч. конф. «Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства» по направлению «Метаболизм и качество жизни». 2019; 359–364.
  23. ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». Государственная фармакопея РФ. Т. 2. Изд. 14-е. Москва, 2018. [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_2/HT ML/#379/z](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2/HT ML/#379/z) (дата обращения 15.12.2019).
  24. Лубсандоржиева П.-Н.Б. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки и стандартизации растительных средств, рекомендуемых для лечения и профилактики заболеваний органов пищеварения: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2017; 401 с.
  25. Манукян К.А. Изучение биологически активных веществ листьев лука медвежьего (*Allium ursinum* L.) и создание лекарственного средства на их основе: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Волгоград, 2014; 174 с.
  26. Копнин А.А. Стандартизация коровяка (*Verbascum*) и настоек гомеопатических матричных, получаемых на его основе: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2007; 169 с.
  27. Серобян Е.Н., Даргаева Т.Д. Разработка методики стандартизации растительного сбора диуретического действия. Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2015; 1(6): 37–40.
  28. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Изд-во «Агропромиздат», 1985; 351 с.

Поступила 21 июня 2021 г.

## RESEARCH OF YIELD, ESSENTIAL OIL AND FLAVONOID CONTENT IN THE ABOVEGROUND PART OF *MENTHA LONGIFOLIA* L. (HUDS.) AND THE POSSIBILITIES OF EXOGENOUS WAYS OF THEIR REGULATION

© O.M. Savchenko, Ya.F. Kopytko, 2021

### O.M. Savchenko

Ph.D. (Agricul.), Leading Research Scientist, Laboratory of Agrobiology, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow, Russia)  
E-mail: nordfenugreek@gmail.com

### Ya.F. Kopytko

Ph.D. (Pharm.), Leading Research Scientist, Department of Phytochemistry and Standardization, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow, Russia)

*Mentha longifolia* is a promising source of medicinal raw materials with a wide range of antimicrobial and fungicidal activity.

**The aim of the work** is quantitative estimation of flavonoids content calculated as luteolin, the yield of the aboveground mass and the content of essential oil, as well as to assess the effect of micronutrient fertilization on these indicators in the raw material *Menthalongifolia*.

**Material and methods.** The research was carried out in 2017–2020. The material for the study was the plant raw material of *Menthalongifolia* of the second year of vegetation from the biocollection of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. To increase the yield of the aerial part and stimulate the accumulation of essential oil in the leaves of *Menthalongifolia*, foliar treatments were used at the beginning of vegetation and at the beginning of budding of a binary mixture for organic mineral fertilizer EcoFus (1 l / ha) and micronutrient fertilizer Siliplant (0.5 l / ha).

Harvesting was carried out 5–7 days after treatment: at the beginning of vegetation, at the beginning of butonization, in the phase of mass butonization, mass flowering and after re-regrowth. The content of essential oil was determined in air-dry raw materials by hydrodistillation. The extraction of flavonoids was carried out with 70% ethyl alcohol. The quantitative assessment of the content of

the sum of flavonoids calculated as luteolin was carried out by the method of spectrophotometry after the reaction of complexation with aluminum chloride.

**Results.** As a result of the research, it was revealed that the content of the sum of flavonoids calculated as luteolin in the raw material increased from the period of vegetative growth to mass butonization (from 3.60 to 4.35%) and sharply decreased by the beginning of mass flowering to 2.55%, respectively.

The phase of mass butonization is optimal for harvesting raw materials due to the maximum content of phenolic compounds and essential oil (4.35 and 1.92%, respectively).

**Conclusion.** The use of a binary mixture of micronutrients leads to an increase in the yield of raw materials and the content of essential oil in it; however, it leads to a decrease in the content of flavonoids by 34.4% in the phase of mass butonization phase.

**Key words:** *Mentha longifolia* (L.) Huds., essential oil, flavonoids, microfertilizers.

**For citation:** Savchenko O.M., Kopytko Ya.F. Research of yield, essential oil and flavonoid content in the aboveground part of *Mentha longifolia* L. (Huds.) and the possibilities of exogenous ways of their regulation. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2021;24(9):10–16. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-09-02>

## REFERENCES

- Farzaei M.H., Bahramsoltani R., Ghobadi A., Farzaei F., Najafi F. Pharmacological activity of *Mentha longifolia* and its phytoconstituents. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2017; 37(5): 710-720.
- Asemani Y., Baya T. M., Malek-Hosseini S., Amirghofran Z. Modulation of in vitro proliferation and cytokine secretion of human lymphocytes by *Mentha longifolia* extracts. *Avicenna J. Phytomed*. 2019; 9(1): 34-43. PMID: PMC6369321.
- Mir Babak Bahadori, Gokhan Zengin, Shahram Bahadori, Leila Dinparast, Nasrin Movahhedin. Phenolic composition and functional properties of wild mint (*Mentha longifolia* var. *calliantha* (Stapf) Briq.). *International Journal of Food Properties*. 2018; 21(1): 183-193. DOI: 10.1080/10942912.2018.1440238
- Patonay K., Németh-Zámoriné É. Horsemint as a potential raw material for the food industry: survey on the chemistry of a less studied mint species. *Phytochem Rev*. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09718-0>.
- Baris O., Karadayi M., Yanmis D., Guvenalp Z., Bal T., Gulluce M. Isolation of 3 flavonoids from *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia* and determination of their genotoxic potentials by using the E. coli WP2 test system. *J. Food Sci*. 2011 Nov-Dec; 76(9): T212-7. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02405.x. PMID: 22416730.
- Guvenalp Z., Ozbek H., Karadayi M., Gulluce M., Kuruuzum-Uz A., Salih B., Demirezer O. Two antigenotoxic chalcone glycosides from *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*. *Pharm. Biol*. 2015 Jun; 53(6): 888-896. DOI: 10.3109/13880209.2014.948633. Epub 2014 Nov 28. PMID: 25429992.
- Маланкина Е.Л., Савченко О.М., Козловская Л.Н. Качество эфирного масла мяты длиннолистной. Картофель и овощи. 2018; 5: 29-31.
- Hafedh H., Fethi B.A., Mejdi S., Emira N., Amina B. Effect of *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* essential oil on the morphology of four pathogenic bacteria visualized by atomic force microscopy. *Afr. J. Microbiol. Res*. 2010; 4: 1122-1127.
- Elansary H.O., Szopa A., Kubica P., Ekiert H., Klimek-Szczykutowicz M., El-Ansary D.O., Mahmoud E.A. Polyphenol Profile and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Natural *Mentha piperita* and *Mentha longifolia* Populations in Northern Saudi Arabia. *Processes*. 2020; 8: 479. DOI: 10.3390/pr8040479
- Orhan F., Barış Ö., Yanmiş D., Bal T., Güvenalp Z., Güllüce M. Isolation of some luteolin derivatives from *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia* and determination of their genotoxic potencies. *Food Chem*. 2012 Nov 15; 135(2): 764-769. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.04.137. Epub 2012 May 2. PMID: 22868156.
- Ghoulami S., Idrissi A., Fkih-Tétouani S. Phytochemical study of *Mentha longifolia* of Morocco. *Fitoterapia*. 2001. 72: 596-598. DOI: 10.1016/S0367-326X(01)00279-9.
- Grebennikova O.A., Palij A.E., Rabortjagov V.D. Biologičeski aktivnye veshhestva *Mentha longifolia* L. *Biologija rastenij i sadovodstvo: teorija, innovacii*. 2018; 146: 146-152.
- Sidakova T.M., Popova O.I. Issledovanie aminokislотного состава mجاتы dlinnolistnoj *Mentha longifolia* (L.). *Razrabotka, issledovanie i marketing novoj farmaceutičeskoj produkcii: sb. nauch. tr. Pjatigorsk*, 2011; 66: 177-178.
- Kopytko Ja.F. Issledovanie sostava i kontrol' kachestva nastojki belozora bolotnogo (*Parnassia palustris*) gomeopaticheskoj matrichnoj. *Voprosy obespečenija kachestva lekarstvennyh sredstv*. 2013; 1: 37-42.
- Sidakova T.M. Farmakognostičeskoe izučenie mجاتы dlinnolistnoj *Mentha longifolia* L.: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk (14.04.02). Pjatigorsk: Pjatigor. gos. farmaceut. akad., 2012; 24 s.
- Malankina E.L., Tkachjova E.N., Kozlovskaja L.N. Lekarstvennye rastenija semejstva jasnotkovye (Lamiaceae) kak istočniki flavonoidov. *Voprosy biologičeskoj, medicinskoj i farmaceutičeskoj himii*. 2018; 21(1): 30-35. DOI: 10.29296/25877313-2018-01-06.
- Al-Karavi Hanan Ahmed Hadi. Osobennosti rosta, razvitiya i biohimičeskogo sostava hozjajstvenno znachimyh predstavitelej roda *Thymus* L. v uslovijah Nechernozjomnoj zony Rossijskoj Federacii: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk: 03.02.01. M.: FGBOU VO «Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSHA imeni K.A. Timirjazeva», 2018; 158 s.
- Romanova N.G., Shatilova T.I., Malankina E.L. Vlijanie reguljatora rosta Cirkon i mikroudobrenija Ferovit na sodержanie fenol'nyh soedinenij v chabere sado- vom. *Plodorodie*. 2019; 3(108): 17-19.
- Tkachjova E.N., Malankina E.L., Smirnova D.K. Osobennosti nakoplenija fenol'nyh soedinenij v ontogeneze u rastenij semejstva Jasnotkovye. *Sb. nauchnyh trudov pjatoj nauchno-praktičeskoj konferencii aspirantov i molodyh učennyh «Molodye uchjonye i farmacija XXI veka»*. 2017; 134-137.
- Provedenie polevyh opytov s lekarstvennymi kul'turami / Pod red. A.A. Hotina. *Lekarstvennoe raste-nievodstvo: Obzornaja informacija*. M.: CBNTImedprom, 1981; 1: 55.
- Savchenko O.M., Romashkina S.I. Primenenie organomineral'nyh udobrenij i retardanta Hardi dlja povyšeniya urozhajnosti mجاتы dlinnolistnoj. *Sb. materialov 10-j Vseross. konf. s mezhdunar. uchastiem molodyh uchjonyh i specialistov «Aktual'nye voprosy biologii, selekcii, tehnologii vzdelyvanija i pererabotki maslichnyh i drugih tehničeskikh kul'tur»*. 2019; 160-163.
- Savchenko O.M. Jezzogennye sposoby povyšeniya sodержanija jefirnogo masla v syr'e mجاتы dlinnolistnoj. *Sb. materialov II Mezhdunar. nauch. konf. «Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotehnologičeskikh sredstv proizvodstva» po napravleniju «Metabolomika i kachestvo zhizni»*. 2019; 359-364.
- OFS.1.5.3.0010.15 «Opredelenie sodержanija jefirnogo masla v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i lekarstvennyh rastitel'nyh preparatah». *Gosudarstvennaja farmakopeja RF. T. 2. Izd. 14-e. Moskva*, 2018. [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_2/HTML/#379/z](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2/HTML/#379/z) (data obrashhenija 15.12.2019).
- Lubsandorzhieva P.-N.B. Teoretičeskoe i jeksperimental'noe obosnovanie razrabotki i standartizacii rastitel'nyh sredstv, rekomenduemyh dlja lečenija i profilaktiki zabolevanij organov pishhevarenija: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk. Ulan-Udje, 2017; 401 s.
- Manukjan K.A. Izučenie biologičeskikh aktivnyh veshhestv list'ev luka mezvezhego (*Allium ursinum* L.) i sozdanie lekarstvennogo sredstva na ih osnove: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk. Volgograd, 2014; 174 s.
- Kopnin A.A. Standartizacija korovjaka (*Verbascum*) i nastoek gomeopatičeskikh matrichnyh, polučaemyh na ego osnove: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk. M.: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lekarstvennyh i aromatičeskikh rastenij, 2007; 169 s.
- Serobjan E.N., Dargaeva T.D. Razrabotka metodiki standartizacii rastitel'nogo sbora diureticheskogo dejstvija. *Voprosy obespečenija kachestva lekarstvennyh sredstv*. 2015; 1(6): 37-40.
- Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Izd-vo «Agropromizdat», 1985; 351 s.