

**НЕЛЕТУЧИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА  
MONARDA FISTULOSA (LAMIACEAE) В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

**Т.А. Кукушкина, И.Е. Лобанова, Г.И. Высочина**

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: irevlob@ngs.ru

Представлена фитохимическая характеристика надземной части растений *Monarda fistulosa* L., выращенных в условиях лесостепной зоны Западной Сибири, в течение вегетационного периода. Показаны результаты изучения содержания и динамики некоторых групп фенольных соединений (флавоноидов и танинов), терпеноидов (сапонинов и каротиноидов) и полисахаридов (пектиновых веществ – пектинов и протопектинов). Рекомендовано использовать надземную часть монарды дудчатой в качестве лекарственного сырья разнопланового действия.

**Ключевые слова:** *Monarda fistulosa*, флавонолы, катехины, танины, сапонины, каротиноиды, пектины, протопектины.

**NONVOLATILE BIOLOGICALLY ACTIVE AGENTS  
MONARDA FISTULOSA (LAMIACEAE) DURING THE VEGETATIVE PERIOD**

**T.A. Kukushkina, I.E. Lobanova, G.I. Vysochina**

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,  
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: irevlob@ngs.ru

Phytochemical characteristic of an elevated part of plants *Monarda fistulosa* L. which is grown up in the conditions of a forest-steppe zone of Western Siberia during the vegetative period is presented. Results of studying of content and dynamic some groups of phenolic compounds (flavonoids and tannins), terpenoid compounds (saponins and carotenoids) and polysaccharides (pectinaceous substances – pectins and protopectins) are shown. It is recommended to use an elevated part of a bee balm as medicinal raw materials of versatile action.

**Key words:** *Monarda fistulosa*, flavonols, catechins, tannins, saponins, carotenoids, pectins, protopectins.

**ВВЕДЕНИЕ**

*Monarda fistulosa* L. – вид рода *Monarda* (сем. *Lamiaceae*) североамериканского происхождения, который наиболее хорошо изучен в России с точки зрения полезных свойств. Результаты исследований последних десятилетий доказали практическую значимость этого травянистого растения в качестве пряно-ароматического, пищевого, лекарственного, декоративного и пр. (Бедуленко, 2013). Монарду дудчатую, представленную на сегодня множеством сортов и форм, выращивают в разных регионах России: в Крыму, на Кавказе, в европейской части, на Урале и в Сибири (Способ..., 2005; Харченко и др., 2015). Этому виду монарды свойственны ангиопротекторная, иммуномодулирующая, антиоксидантная, противоопухолевая, спазмолитическая, радиопротекторная, антиканцерогенная, антивирусная и другие виды биологической активности (Науменко и др., 2012; Жилиякова и др., 2013; Красюк и др., 2015; Лапина и др., 2018). Столь широкий спектр активности обусловлен содержанием разнообразных групп природных соедине-

ний, как летучих (компоненты эфирного масла), так и нелетучих: флавоноиды (лютеолин, нарингенин, лютеолин-7-гликозид, рутин, гиперозид, катехины), дубильные вещества, антоцианы, каротиноиды, полисахариды, аскорбиновая, галловая и хлорогеновая кислоты, горечи и др. (Федотов, 2015; Красюк, Пупыкина, 2016). Для монарды дудчатой, выращенной в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) (Способ..., 2005), известны данные по составу и содержанию эфирного масла (Опарин и др., 2000), проявлению некоторых видов биологической активности (Способ..., 2003; Кисленко и др., 2011; Лобанова и др., 2016, 2017). Химический состав нелетучих природных соединений монарды изучен недостаточно.

Целью настоящего исследования является изучение состава и содержания нелетучих биологически активных соединений различных химических классов монарды дудчатой и их динамики в течение вегетационного периода в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовали образцы надземной части монарды дудчатой, собранные на экспериментальном участке ЦСБС в течение вегетационного периода 2018 г. по фазам отрастания, бутонизации, цветения, начала и окончания плодоношения.

Содержание флавонолов, катехинов, танинов, каротиноидов, пектинов и протопектинов определяли спектрофотометрически на приборах СФ-56 (Россия) и СФ “Agilent” 8453 (США).

Флавонолы определяли по методу В.В. Беликова и М.С. Шрайбера (1970), в котором использована реакция комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия ( $\lambda = 415$  нм). Концентрацию флавонолов находили по графику, построенному по рутину “Sigma-Aldrich”.

Метод определения катехинов основан на их способности давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте ( $\lambda = 502$  нм). Концентрацию катехинов находили, используя пересчетный коэффициент по ( $\pm$ )-катехину “Sigma” (Кукушкина и др., 2003).

Гидролизуемые дубильные вещества определяли методом, основанным на образовании окрашенного комплекса танинов с 2%-м водным раствором аммония молибденовокислого. Интенсив-

ность образовавшейся окраски измеряли при  $\lambda = 420$  нм. Расчет танинов производили по стандартному образцу ГСО танина (Федосеева, 2005).

Содержание каротиноидов вычисляли по уравнениям Ветштейна и Хольма, учитывая оптическую плотность ацетоново-этанольной вытяжки при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения пигментов: хлорофиллов *a* ( $\lambda = 662$  нм) и *b* ( $\lambda = 644$  нм) и каротиноидов ( $\lambda = 440.5$  нм) (Методы..., 1987).

Пектиновые вещества (пектины и протопектины) определяли бескарбазольным методом, основанным на получении специфического желто-оранжевого окрашивания урсонных кислот с тимолом в сернокислой среде, плотность окрашенных растворов измеряли при  $\lambda = 480$  нм. Содержание пектиновых веществ находили по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте (Кривенцов, 1989).

При определении содержания сапонинов весовым методом этанольный экстракт упаривали до отсутствия запаха спирта, затем прибавляли 7-кратный объем ацетона. Через 18 часов образовавшийся осадок отфильтровывали, высушивали, взвешивали и вычисляли количество “сырого сапонины” (Киселева и др., 1991).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В надземной части монарды дудчатой определены некоторые группы фенольных соединений (флавоноиды и танины), терпеноидов (сапонины и каротиноиды), полисахаридов (пектиновые вещества – пектины и протопектины). Каждая из этих групп соединений обладает разнообразным спектром биологической активности, которая и определяет ценность лекарственного сырья.

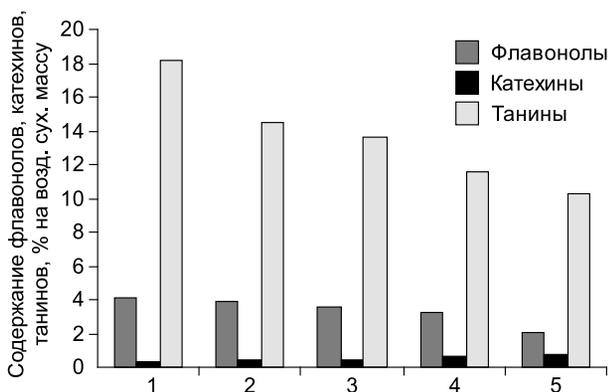
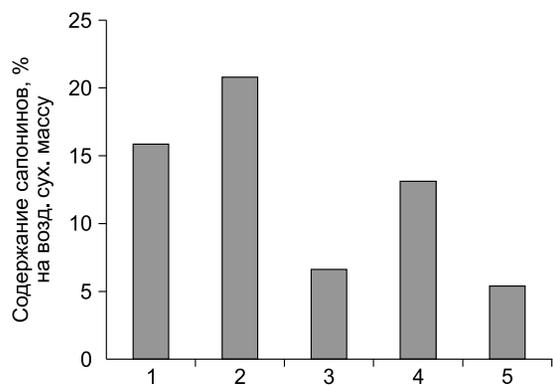


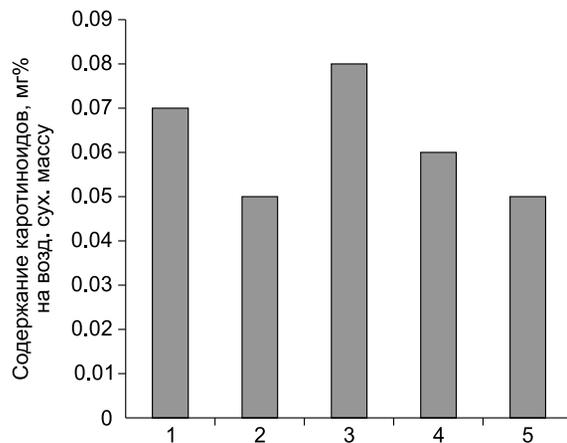
Рис. 1. Фенольные соединения надземной части монарды дудчатой в течение периода вегетации 2018 г.

Фазы развития монарды: 1 – отрастание; 2 – бутонизация; 3 – цветение; 4 – начало плодоношения; 5 – окончание плодоношения.

Так, флавонолы и катехины обладают Р-витаминной, капилляроукрепляющей, антиоксидантной, антигипоксической и другими видами активности (Кукушкина и др., 2003). Эти две группы флавоноидов имеют разную степень окисленности и по-разному накапливаются в течение вегетационного периода. Максимальное содержание флавонолов обнаружено в начале вегетации, в фазе отрастания (4.11 %). В течение вегетационного периода, их количество уменьшается, и к фазе окончания плодоношения оно минимально. Динамика катехинов имеет противоположную картину. В фазе отрастания, при максимальном содержании флавонолов, отмечено минимальное количество катехинов (0.33 %). И далее их количество увеличивается, достигая максимальных значений (0.79 %) к фазе окончания плодоношения. Танины, проявляющие противовоспалительный эффект, кровоостанавливающие, вяжущие и бактерицидные свойства (Федосеева, 2005), накапливаются в максимальном количестве в фазе отрастания (18.17 %). Затем количество танинов, как и флавонолов, понижается, и к фазе окончания плодоношения их содержание минимально – 10.31 % (рис. 1).



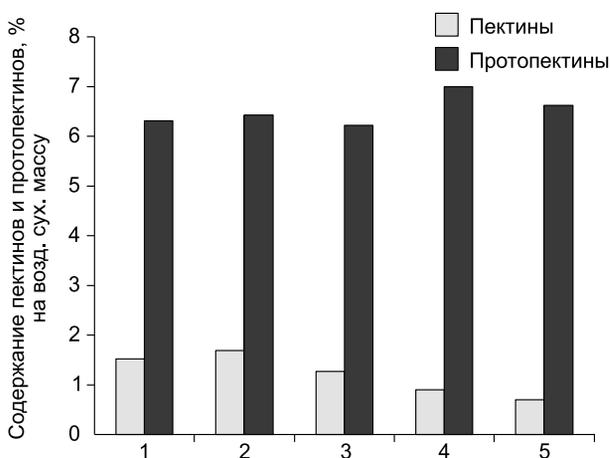
**Рис. 2.** Сапонины надземной части монарды дудчатой в течение периода вегетации 2018 г.: 1–5 – см. рис. 1.



**Рис. 3.** Каротиноиды надземной части монарды дудчатой в течение периода вегетации 2018 г.: 1–5 – см. рис. 1.

Группа терпеновых соединений монарды представлена в исследовании сапонидами и каротиноидами. Сапонины регулируют водно-солевой и минеральный обмен, влияют на сердечно-сосудистую и нервную систему, эффективны при склерозе сосудов и злокачественных новообразованиях (Анисимов, Чирва, 1980). Каротиноиды являются адаптогенами, проявляют антиоксидантные свойства и провитаминную активность, влияют на обменные процессы в организме (Лечамо, Лобачева, 1997). Максимумы накопления и сапонинов (14.42 %), и каротиноидов (66.80 %) приходится на начало вегетационного периода. В период бутонизации количество и сапонинов, и каротиноидов уменьшается, а в фазе цветения их количество минимально и составляет 5.39 % и 54.58 мг% соответственно. К фазе плодоношения содержание сапонинов и каротиноидов несколько увеличивается: в фазе окончания плодоношения для сапонинов до 7.32 %, а для каротиноидов до 60.09 % (рис. 2, 3).

Пектиновые вещества являются растительными гетерополисахаридами. Они встречаются в тканях практически всех высших растений. Этой группе соединений свойственно противовоспалительное, бактерицидное, антигипоксическое действие (Оводов, 2009). В наших исследованиях пек-



**Рис. 4.** Пектиновые вещества надземной части монарды дудчатой в течение периода вегетации 2018 г.: 1–5 – см. рис. 1.

тиновые вещества представлены пектинами (растворимая форма) и протопектинами (нерастворимая форма).

В течение вегетационного периода содержание пектина, и протопектина уменьшается с максимальных значений для пектина – в фазе отрастания, а для протопектина – в фазе бутонизации. Минимальное содержание пектина, и протопектина обнаружено в фазе плодоношения (рис. 4).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В надземной части *Monarda fistulosa*, выращенной в лесостепной зоне Западной Сибири (г. Новосибирск), определено содержание нелетучих биологически активных соединений: флавонолов, катехинов, танинов, сапонинов, каротиноидов, пектиновых веществ (пектинов и протопектинов). Изучение динамики биологически активных соединений монарды показало, что максимальные

количества флавонолов (4.11 %), танинов (18.17 %), сапонинов (14.42 %), каротиноидов (66.80 мг%) и пектинов (1.49 %) накапливаются в фазе отрастания, а протопектинов (7.00 %) и катехинов (0.79 %) – в фазы бутонизации и плодоношения соответственно. Полученные результаты позволяют рассматривать надземную часть монарды дудчатой в качестве потенциально лекарственного сырья,

обладающего широким спектром биологического действия. С учетом содержания исследованных биологически активных веществ, фазы развития и величины массы надземной части монарды рекомендуемое время сбора сырья – фаза бутонизации.

В статье использовался материал Биоресурсной научной коллекции Центрального сибирского

ботанического сада СО РАН, УНУ “Коллекции живых растений в открытом грунте”, USU 440534.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, № АААА-А17-117012610051-5 по проекту “Оценка морфогенетического потенциала популяций растений Северной Азии экспериментальными методами”

## ЛИТЕРАТУРА

- Анисимов М.М., Чирва В.Я.** О биологической роли тритерпеновых гликозидов // Успехи соврем. биологии. 1980. Т. 90, вып. 3 (6). С. 351–364.
- Бедуленко М.А.** Интродукция, экологический аспект и современные направления изучения и применения лекарственного, пряно-ароматического и эфирномасличного растения *Monarda fistulosa* L. // Тр. БГУ. 2013. Т. 8, ч. 2. С. 53–61.
- Беликов В.В., Шрайбер М.С.** Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.
- Жилякова Е.Т., Новиков О.О., Науменко Е.Н., Кузьмичева О.А., Бочарова К.А., Титарева Л.В.** Исследование антимикробной и противовоспалительной активности новой лекарственной формы с маслом монарды // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер.: Медицина. Фармация. 2013. № 25 (168), вып. 24/1. С. 198–200.
- Киселева А.В.** Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири / А.В. Киселева, Т.А. Волхонская, В.Е. Киселев. Новосибирск, 1991. 136 с.
- Кисленко В.Н., Реймер В.А., Черемушкина В.А., Высочина Г.И., Колесникова О.П., Коптев В.Ю., Алексеева З.Н., Ляховская Н.В., Тарабанова Е.В., Лысенко Н.А., Свиридова О.А., Селиверстова М.Н.** Некоторые фармакологические свойства монарды дудчатой и солянки холмовой // Вестн. Новосибир. гос. аграр. ун-та. 2011. Т. 2, № 18. С. 87–91.
- Красюк Е.В., Макарова Н.Н., Петрова И.В., Пупыкина К.А., Валеева Л.А.** Оценка фармакологической активности видов монарды, интродуцированной в Республике Башкортостан // Мед. вестн. Башкортостана. 2015. Т. 10, № 5 (59). С. 67–70.
- Красюк Е.В., Пупыкина К.А.** Качественный анализ и разработка методик и количественного определения флавоноидов в видах монарды, интродуцируемых в Республике Башкортостан // Мед. вестн. Башкортостана. 2016. Т. 11, № 5 (65). С. 73–77.
- Кривенцов В.И.** Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Тр. Никит. ботан. сада. 1989. Вып. 109. С. 128–137.
- Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А.** Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препара-
- тов природного происхождения: материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
- Лапина А.С., Варина Н.Р., Куркин В.А., Авдеева Е.В., Рязанова Т.К., Рыжов В.М., Рузаева И.В.** Монарда дудчатая как перспективный источник получения лекарственных препаратов // Сб. науч. тр. ГНБС. 2018. Т. 146. С. 175–178.
- Лечамо В., Лобачева И.И.** О стандартизации облепихового масла // Химия растительного сырья. 1997. № 1. С. 22–25.
- Лобанова И.Е., Андреева И.С., Высочина Г.И., Соловьянова Н.А.** Скрининг дикорастущих и культивируемых растений Новосибирской области на наличие антибиотической активности // Раст. мир Азиатской России. 2017. № 2 (26). С. 85–91.
- Лобанова И.Е., Филиппова Е.И., Высочина Г.И., Мазуркова Н.А.** Противовирусные свойства дикорастущих и культивируемых растений Юго-Западной Сибири // Раст. мир Азиатской России. 2016. № 2 (22). С. 64–72.
- Методы биохимического анализа растений / под ред. А.И. Ермакова. Л., 1987. С. 107–108.**
- Науменко Е.Н., Жилякова Е.Т., Новиков О.О., Кричковская Л.В., Ванхин О.А.** Исследование противовоспалительной активности суппозиторий “Монавитол” *in vivo* // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер.: Медицина. Фармация. 2012. Т. 20, № 22-1. С. 195–198.
- Оводов Ю.С.** Современные представления о пектиновых веществах // Биоорг. химия. 2009. Т. 35, № 3. С. 293–310.
- Опарин Р.В., Покровский Л.М., Высочина Г.И., Ткачев А.В.** Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda didyma* L., культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 19–24.
- Способ** выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири: пат. 2250596 Российская Федерация, МПК7 А 01 G 1/00 / Г.И. Высочина, Т.А. Волхонская, О.Ю. Васильева; заявитель и патентообладатель Центральный сиб. ботан. сад СО РАН. – 2003121003/12; заявл. 08.07.03; – опубл. 27.04.05, Бюл. № 12.
- Способ** получения масляного экстракта из монарды дудчатой, обладающего антимикробной активностью: пат. 2205017 Российская Федерация, МПК7 А 61 К 35/78, В 01 D 11/02, А 61 Р 31/00 / Г.И. Вы-

сочина, Т.А. Волхонская, Ю.Л. Якимова, В.И. Долгов; заявитель и патентообладатель Центральный сиб. ботан. сад СО РАН. – 2001125135/14; заявл. 12.09.01; – опубл. 27.05.03, Бюл. № 15.

**Федосеева Л.М.** Изучение дубильных веществ подземных и надземных органов бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. Барнаул, 2005. № 2. С. 45–50.

**Федотов С.В.** Эфирные масла видов монарды *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes ex Lag., их хемотипы и биологическая активность // Сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада. 2015. № 141. С. 131–147.

**Харченко В.А., Беспалько Л.В., Гинс В.К., Гинс М.С., Байков А.А.** Монарда – ценный источник биологически активных соединений // Овощи России. 2015. № 1 (26). С. 31–35.

Поступила в редакцию 18.05.2019 г.,  
после доработки – 28.05.2019 г.,  
принята к публикации 25.07.2019 г.