

УДК 634.737(476):581.19:631.82

Ж. А. РУПАСОВА, В. А. ИГНАТЕНКО, Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ,  
С. М. КУЗЬМЕНКОВА

## НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ КАДИЛА САРМАТСКОГО (*MELITTIS SARMATICA* KLOCK.)

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск

(Поступила в редакцию 23.01.2003)

В связи с углублением поиска новых источников лекарственного растительного сырья все большее внимание ботаников и фармакологов привлекают растения сем. Яснотковые (*Lamiaceae*), среди которых особое место занимает малоизученный редкий вид — кадило сарматское (*Melittis sarmatica* Klock.), распространенный в природной флоре Европы [1, 2]. Это многолетнее травянистое пряно-ароматическое растение широко используется в народной медицине при лечении туберкулеза легких, бронхита, ангины, заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта [3]. Вместе с тем биохимический состав его изучен крайне слабо. Сведения о нем носят фрагментарный характер и касаются весьма ограниченного набора действующих веществ [4], что, на наш взгляд, является существенным пробелом в исследованиях. В этой связи большой научный и практический интерес представляет изучение закономерностей сезонного накопления биологически активных соединений фенольной природы, обладающих выраженным Р-витаминным действием.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследований были привлечены растения кадила сарматского 10-летнего возраста из коллекции ЦБС НАН Беларуси. Исследования проводили в 2002 г. в основные фазы их сезонного развития: вегетации, массовой бутонизации, массового цветения и созревания семян. В период наиболее активного проявления каждой из них путем бесповторного случайного отбора формировали выборки из 3 растений, характеризующие на момент наблюдений генеральную совокупность объектов. После дифференциации их на отдельные органы в усредненных пробах последних, составленных по общепринятой методике [5], определяли содержание отдельных групп фенольных соединений в 3-кратной биологической повторности в соответствии с распространенными методами получения аналитической информации [5–7]. Полученные результаты были обработаны с помощью методов вариационной статистики [8]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,5–2,0%.

**Результаты и их обсуждение.** В научной литературе известна работа L. Swiatek и J. Chlybowski [9], в которой приведены результаты оценки качественного состава фенолкарбоновых кислот кадила сарматского, среди которых обнаружены п-гидроксibenзойная, ванилиновая, сиреневая, о-кумаровая, п-кумаровая, кофейная, феруловая, мелилотовая. Однако нами не встречено информации о количественном содержании в данном растении фенолокислот. Как показали результаты наших исследований, в условиях Беларуси надземные части кадила сарматского характеризуются довольно высоким уровнем их накопления, достигавшим в листьях и генеративных органах 1,5% сухого вещества (см. таблицу). В стеблях их содержание было ниже и не превышало 1%.

По степени обогащения данными соединениями надземной фитомассы в целом кадило сарматское не уступает другим представителям сем. Яснотковые — душице обыкновенной и многоколоснику морщинистому, но вместе с тем заметно отстает в их накоплении от иссопа лекарственного [10–12].

В сезонном цикле развития растений отмечено постепенное снижение содержания фенолокислот в их надземной фитомассе, продолжавшееся до фазы массового цветения, что указывало на отставание темпов биосинтеза этих соединений от темпов биопродукционного процесса в вегетативной сфере кадила сарматского. Именно в его вегетативных частях наблюда-

**Содержание фенольных соединений в надземных органах кадила сарматского на отдельных этапах сезонного развития (в сухом веществе) 2002 г.**

Часть растения	Биофлавоноиды, мг%							Фенол-карбоновые кислоты, мг%	Дубильные вещества, %
	антоцианы	лейкоантоцианы	сумма антоциановых пигментов	катехины	флавонолы	флавонолы: катехины	сумма биофлавоноидов		
<i>08.05. Вегетация</i>									
Лист	1,4	14,6	16,0	776,1	2089,0	2,7	2881,1	1343,8	2,00
Стебель	Следы	18,7	18,7	941,8	1499,3	1,6	2459,8	856,2	1,50
Надземная часть	1,1	15,5	16,6	813,7	1955,1	2,4	2785,4	1233,2	1,89
<i>15.05. Массовая бутонизация</i>									
Лист	1,5	14,2	15,7	785,8	3116,6	4,0	3918,1	1356,2	2,83
Стебель	1,2	14,3	15,5	854,1	1415,1	1,7	2284,7	637,5	1,33
Генеративные органы	Следы	13,7	13,7	949,6	2914,4	3,1	3877,7	1487,5	5,40
Надземная часть	1,4	14,2	15,6	812,0	2545,7	3,1	3373,3	1119,6	2,38
<i>23.05. Массовое цветение</i>									
Лист	1,5	15,2	16,7	883,4	2274,3	2,6	3174,4	981,2	2,41
Стебель	0,2	10,8	11,0	760,5	1179,2	1,6	1950,7	700,0	1,66
Генеративные органы	0,6	12,3	12,9	945,8	3369,3	3,6	4328,0	1500,0	4,66
Надземная часть	1,0	13,4	14,4	854,8	2100,2	2,5	2969,4	972,1	2,51
<i>13.06. Созревание семян</i>									
Лист	1,6	19,6	21,2	815,1	3386,1	4,2	4222,4	1543,8	3,74
Стебель	0,5	7,6	8,1	473,8	1347,7	2,8	1829,6	1018,8	2,33
Генеративные органы	0,7	12,6	13,3	721,5	2240,6	3,1	2975,4	1475,0	4,16
Надземная часть	1,2	15,4	16,6	713,6	2676,9	3,8	3407,1	1401,0	3,46

лось снижение содержания фенолкарбоновых кислот в данный период, на фоне его относительной стабильности в генеративных органах. Торможение биопродукционного процесса в фазу созревания семян сопровождалось заметным обогащением вегетативных органов кадила фенолкарбоновыми кислотами, что способствовало увеличению их содержания в его надземной фитомассе по сравнению с фазой массового цветения почти в 1,5 раза.

По нашим оценкам, кадила сарматское можно отнести к растениям с умеренной способностью к накоплению биофлавоноидов в условиях Беларуси. Их суммарное содержание в его надземной фитомассе примерно в 1,5—2,5 раза уступало таковому у других видов сем. Яснотковые — душицы обыкновенной и многоколосника морщинистого, но вместе с тем заметно (примерно вдвое) превышало их уровень у иссопа лекарственного [10—12].

Наиболее высоким суммарным содержанием биофлавоноидов характеризовались ассимилирующие и генеративные органы кадила (до 4,2 и 4,3% соответственно) (см. таблицу). В стеблях растений оно не превышало 2,5%. В характере сезонной динамики суммарного уровня этих веществ в разных органах кадила отмечены разнонаправленные тенденции — в листьях — преимущественное его повышение, в стеблях — снижение, в генеративных частях — увеличение в период развития цветков из бутонов и снижение на этапе созревания семян. В интегральном выражении для надземной фитомассы растений в целом показано выраженное ее обогащение биофлавоноидами в фазы массовой бутонизации и особенно созревания семян и обеднение ими в период массового цветения.

Примерно 70—80% общего количества биофлавоноидов в надземной массе растений на протяжении сезонного цикла их развития приходилось на долю наиболее окисленных соединений — флавонолов. Остальные 20—30% его составляли преимущественно катехины, и лишь мизерная часть, не превышавшая нескольких десятых долей процента, приходилась на антоциановые пигменты. Это свидетельствует о том, что фармакологическое действие лекарственных препаратов и пищевых добавок на основе биофлавоноидного комплекса растительного сырья кадила сарматского будет обеспечено главным образом за счет флавонолов, т. е. данные лечебно-профилактические средства будут эффективны против атеросклероза, как обладающие спазмолитической, гипотензивной активностью [13]. Вместе с тем относительная доля катехинов в комплексе биофлавоноидов у данного ботанического вида оказалась

существенно выше, чем у других представителей сем. Яснотковые. Для сравнения покажем, что у многоколосника морщинистого она составляла примерно 10% [10].

Наиболее высоким содержанием флавонолов характеризовались листья, хлоропласты которых являются основными центрами синтеза полифенолов [14], а также генеративные органы, что подтверждает мнение о существенной роли этих веществ в репродуктивных процессах растений [15]. В стеблях уровень флавонолов был в 1,5—2,5 раза ниже. В сезонном цикле развития растений их содержание в надземной фитомассе варьировалось в диапазоне 1,2—2,7% с выраженной тенденцией к накоплению к концу вегетационного периода. Однако в фазу массового цветения, характеризовавшуюся наиболее высокими темпами продуцирования фитомассы, наблюдалось заметное обеднение ее флавонолами, носившее временный характер. Это согласуется с распространенным мнением о существовании в растительном организме конкурентных отношений между белковым и фенольным синтезами за общий предшественник — аминокислоту фенилаланин, приводящих к ослаблению биосинтеза биофлавоноидов в периоды активизации биопродукционного процесса [16]. С аналогичным явлением мы сталкивались ранее при исследовании фенольного метаболизма в вегетативных органах клюквы крупноплодной [17].

Таким образом, исходя из особенностей сезонной динамики флавонолов в надземной сфере кадила сарматского, его сырье может рассматриваться в качестве потенциального источника этих соединений в фазу созревания семян.

Как уже было показано выше, содержание восстановленных форм биофлавоноидов — катехинов в надземных органах растений существенно уступало таковому флавонолов (см. таблицу). Наиболее выразительными эти расхождения были в листьях (до 4,2 раза) и генеративных органах (до 3,6 раза). В стеблях они были заметно меньше и не превышали 2,8 раза. Вместе с тем в относительном содержании катехинов не было выявлено существенных различий между отдельными органами растений, что свидетельствовало о сравнительно равномерном их распределении по компонентам фитомассы. Более того, в отличие от флавонолов, для катехинов было характерно отсутствие выраженных сезонных изменений их уровня в надземной фитомассе. На протяжении большей части сезона он оставался достаточно стабильным, варьируясь в диапазоне 0,81—0,85% сухого вещества. Лишь на заключительной стадии сезонного развития растений отмечено его снижение во всех надземных органах, наиболее значительное (в 1,6 раза) в стеблях, что обусловило обеднение катехинами надземной фитомассы кадила, по сравнению с фазой массового цветения, в 1,2 раза. Скорее всего, это связано с мобилизацией данных соединений для осуществления процессов конденсации, косвенным подтверждением чему являлась показанная ниже активизация в это время биосинтеза дубильных веществ.

По нашим оценкам, надземные части кадила сарматского весьма богаты дубильными веществами (см. таблицу). Наиболее высоким их накоплением характеризовались ассимилирующие и особенно генеративные органы с диапазонами сезонного варьирования уровня соответственно 2,0—3,7% и 4,2—5,4%. В стеблях содержание танидов составляло 1,3—2,3%.

Неодинаковый вклад разнообразных танидами частей растений в структуру надземной фитомассы в ходе их сезонного развития обусловил менее контрастный, чем в отдельных органах, характер динамики их накопления в фитомассе в целом, для которой было показано постепенное пополнение фонда дубильных веществ к концу вегетационного периода: от 1,9% в фазу вегетации до 3,5% в фазу созревания семян. Подобный ход сезонного накопления танидов в сырье кадила сарматского делает целесообразным проводить его заготовку на завершающих этапах сезонного развития растений.

Таким образом, в результате исследования фенольного комплекса надземных органов кадила сарматского было установлено, что по уровню накопления биофлавоноидов, фенолкарбоновых кислот и дубильных веществ в условиях Беларуси они не уступают таковым других интродуцентов сем. *Lamiaceae* — душицы обыкновенной, многоколосника морщинистого и иссопа лекарственного. Весьма высокое содержание в надземной фитомассе кадила фенолкарбоновых кислот и биофлавоноидов дает основание для заключения о целесообразности ее использования в фармакопейных целях в качестве источника этих соединений. Установлено, что в фазу созревания семян обеспечивается наиболее высокий биологический выход последних с единицы площади посевов кадила, что указывает на целесообразность заготовки его лекарственного сырья в этот период.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований (грант № Б01-019).

## Литература

1. Козловская Н. В. Загадки Белорусской флоры. Мн., 1986. С. 130—132.
2. Парфенов В. И., Лякавичюс А. А., Козловская Н. В. и др. // Редкие исчезающие виды растений Белоруссии и Литвы. Мн., 1987. С. 101—104.
3. Чопик В. И., Дудченко Л. Г. Дикорастущие полезные растения Украины. Киев, 1983. С. 125.
4. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. Hydrangeaceae — Haloragaceae. Л., 1991. Т. 6.
5. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. М., 1987.
6. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. М., 1987. С. 286—287.
7. Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. // Сообщ. АН Груз. ССР. 1971. Т. 63. Вып. 1. С. 205—210.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1980.
9. Swiateg L., Szybowski J. // Ann. UMCS D. 1982. Vol. 37. P. 163—170.
10. Рупасова Ж. А., Сидорович Е. А., Кухарева Л. В. и др. // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1997. № 3. С. 25—31.
11. Рупасова Ж. А., Кухарева Л. В., Игнатенко В. А. и др. // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1998. № 2. С. 14—19.
12. Рупасова Ж. А., Игнатенко В. А., Василевская Т. И. и др. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2001. № 1. С. 5—8.
13. Шапиро Д. К. Целебные культуры — перспективное направление в садоводстве. Мн., 1978.
14. Запрометов М. Н. // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 201—220.
15. Минаева В. Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование. Новосибирск, 1978.
16. Карабанов И. А. Флавоноиды в мире растений. Мн., 1981.
17. Сидорович Е. А., Рупасова Ж. А., Игнатенко В. А. // Растит. ресурсы. 1988. Вып. 4. С. 489—496.

*RUPASOVA J. A., IGNATENKO V. A., VASILEVSKAYA T. I., KUZMENKOVA S. M.*

### ACCUMULATION OF PHENOL COMPOUNDS IN THE ABOVE-GROUND PARTS OF MELLITIS SARMATICA KLOCK

#### Summary

The paper defines how biologically active phenol compounds accumulate in separate plant parts (mainly in the above-ground parts of the plant) of *MELITTIS SARMATICA KLOCK* which is a rare perennial spice-aromatic herbaceous plant. The paper reveals the basic tendencies in seasonal dynamics of these compounds. Both accumulation parameters and the basic tendencies are analysed with reference to the conditions relevant to Belarus.