

УДК 581.412

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ, ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ФЛАВОНОИДОВ ЦВЕТКОВ ЛИПЫ СЕРДЦЕВИДНОЙ (*TILIA CORDATA MILL.*), ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО (*SALVIA OFFICINALIS L.*), ДОННИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*MELILOTUS OFFICINALIS L.*), ЛИСТЬЕВ СМОРОДИНЫ (*RIBES NIGRUM FOLIA*), ЗЕМЛЯНИКИ ЛЕСНОЙ (*FRAGARIA VESCA L.*), ВИНОГРАДА (*VITIS LABRUSCA*), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В САМАРСКОМ РЕГИОНЕ

© С.А. Алексашина*, Н.В. Макарова

Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, Самара, 443100 (Россия), e-mail: vsasofi@rambler.ru

Надежным источником увеличения потребления витаминов и биологически активных веществ являются не только ягоды и фрукты, но и травы. Данная статья посвящена анализу растительных образцов на антиоксидантную активность. Объектами исследования были выбраны растения, произрастающие в Самарском регионе: цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata Mill.*), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis L.*), донника лекарственного (*Melilotus officinalis L.*), листья смородины (*Ribes nigrum folium*), земляники лесной (*Fragaria vesca L.*), винограда (*Vitis labrusca*). Растительное сырье собирали в фазе массового цветения. Из образцов были получены водно-спиртовые экстракты (в соотношении 1 : 1) при температуре 37 °С в течение 2 ч. Проведены анализы на антирадикальную активность с использованием свободного радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), восстанавливающую силу по методу FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), антиоксидантную активность в системе линолевая кислота и определено содержание фенолов, флавоноидов. Анализируя результаты, полученные в данной работе, можно сделать вывод о наличии антиоксидантных свойств. Лидером по антирадикальной активности и восстанавливающей силе выявлены листья смородины, высокое содержание фенолов имеют цветки липы, максимальное содержание флавоноидов зафиксировано также у листьев смородины.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, фенольные соединения, флавоноиды, *Tilia cordata Mill.*, *Salvia officinalis L.*, *Melilotus officinalis L.*, *Ribes nigrum folia*, *Fragaria vesca L.*, *Vitis labrusca*.

Введение

Антиоксиданты – биологически активные вещества, приобретающие все большую популярность. Содержание их в продуктах питания обсуждается специалистами в области медицины, фармацевтики, пищевой промышленности, а также и неспециалистами в средствах массовой информации. Их популярность обусловлена способностью блокировать негативное воздействие на организм человека свободных радикалов. Переизбыток данных соединений приводит к окислительному стрессу, способствующему развитию опасных заболеваний (онкологических, сердечно-сосудистых, сахарному диабету и множеству других) [1].

Многие российские ученые занимаются изучением не только таких популярных природных источников антиоксидантов, как фрукты, ягоды, эфирные масла, но и более альтернативных [2–5] – трав

Алексашина Софья Анатольевна – аспирант, инженер кафедры технологии и организации общественного питания, e-mail: vsasofi@rambler.ru

Макарова Надежда Викторовна – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания, e-mail: makarovav1969@yandex.ru

и специй. Однако химический состав и антиоксидантная активность, а также другие полезные свойства подобной растительности, произрастающей на территории Самарского региона, изучены слабо.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Tilia cordata Mill. [6] – лиственное дерево, цветки которого издавна использовали в народной медицине. Недавние исследования показали, что экстракт цветков *Tilia cordata* Mill. обладает мощной антиоксидантной активностью. Жидкостная хроматография в сочетании с масс-спектрометрией позволили установить в составе экстрактов из цветов липы таких соединений, как производные кверцетина и кемпферола [7, 8].

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) [6] – это полукустарник с бурым деревянистым корнем. По данным российских ученых, шалфей обладает противовоспалительной активностью [9]. Для шалфея доказано наличие и антибактериальной активности против *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *E. coli*, *Shigella sonnei* [10].

Донник лекарственный (*Melilotus officinalis* L.) [6] – двулетнее травянистое растение из семейства бобовых. Данные о нем были впервые опубликованы в восьмом издании «Европейская фармакопея» как о препарате против отеков и варикозного расширения вен [11]. Для донника лекарственного проведены хроматографические исследования химического состава, противовоспалительных и антиоксидантных свойств [12].

Не только ягоды черной смородины, но и листья (*Ribes nigrum folia*) [6] являются источниками биологически активных веществ. Газохроматографический анализ экстрактов листьев черной смородины выявил наличие таких соединений, как α -пинена, β -мирцена, β -кариофиллена и т.д. [13]. Для листьев черной смородины сорта Сасанска доказано наличие антимикробной активности эссенциальных масел, выделенных из экстрактов листьев против *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Candida albicans* и целого ряда других [14].

Листья земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) [6] популярны в народной медицине как универсальное средство при снижении иммунитета, простудных заболеваниях, мочекаменной болезни [15].

Люди издавна знали пользу винограда (*Vitis*). Бразильские ученые обнаружили наличие гепатопротекторных и кардиопротекторных свойств экстрактов листьев винограда (*Vitis labrusca*) сорта Bordo на примере окостов кроликов из линии Wistar [16]. Для экстрактов листьев винограда винных сортов в работе бразильских ученых доказана способность предотвращать оксидативный стресс, индуцируемый четыреххлористым углеродом также на примере кроликов [17]. Для листьев винограда вида *Vitis vinifera* доказано наличие антибактериальной активности против *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. faecalis*, а для листьев винограда вида *Vitis Labrusca* сорта Bordo изучена антиоксидантная активность в тканях кроликов линии Wistar. Авторы работы связывают наличие антиоксидантных свойств листьев винограда с наличием фенольных соединений [18].

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования использовали: цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), цветки шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), цветки донника лекарственного (*Melilotus officinalis* L.) в периоды их цветения соответственно (середина июня, конец июня-начало июля, середина июля); листья смородины черной (*Ribes nigrum folia*), листья земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), листья винограда (*Vitis labrusca*). Сбор растительного сырья проводили на пробных площадках Красноярского района Самарской области: цветки липы – в лесополосе (в районе поселка Старый Буян); цветки шалфея – на лугу (в районе пгт Мирный); цветки донника – на опушке смешанного леса (в районе поселка Старый Буян); листья смородины черной в лесополосе (в районе пгт Мирный); листья земляники – на лугу (в районе поселка Светлое Поле); листья винограда – на приусадебном участке (в районе пгт Мирный). Определение видовой принадлежности было проведено сотрудниками научно-исследовательского института садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады». Сушку проводили при температуре 50 °С в течение 2.5 ч и измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 5 мм.

Анализ растительных образцов проводили спектрофотометрическим методом на приборе КФК в кювете толщиной слоя жидкости 10 мм.

Метод приготовления экстрактов исследуемых образцов (концентрации 0.1 г/см³). Навеску измельченного сырья массой 1 г помещали в колбу с притертой пробкой, добавляли 10 мл 96%-ного этилового спирта (разбавленного водой в соотношении 1 : 1). Раствор выдерживали в термостате при температуре 37 °С в течение 2 ч. Затем был отделен прозрачный слой экстракта через обеззоленный фильтр.

Метод определения общего содержания фенольных веществ. Метод основан на способности фенолов связываться с белковыми веществами, при этом окисляться и осаждаться реактивом Folin-Ciocalteu с изменением цвета. Исследования проводились по методу [19] с использованием реактива Folin-Ciocalteu. При этом наблюдалась реакция Фолина-Чокальтеу: реактив восстанавливается в щелочной среде при наличии фенольных соединений до оксидов с образованием голубой окраски. Содержание фенолов в

прозрачном растворе было определено при длине волны 725 нм и выражено в виде мг галловой кислоты (GAE) / 100 г.

Метод определения общего содержания флавоноидов. Данный метод [20] основан на формировании флавоноид-алюминиевого комплекса. Суммарное содержание флавоноидов выражено как эквивалент мг катехина / 100 г исходного вещества по калибровочной кривой.

DPPH-метод (метод определения антиоксидантной активности по гашению свободных радикалов с использованием реактива 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила). Данный метод основан на реакции стабильного синтетического радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта, который предположительно содержится в экстракте [21]. При восстановлении свободного радикала DPPH антиоксидантами в исследуемых образцах растительного сырья постепенно снижается насыщенно-синяя окраска DPPH на желтую. Происходит переход свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (имеет насыщенно-синюю окраску) в стабильную молекулу 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (имеет желтую окраску). Определение свободных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила проводили при длине волны 517 нм.

FRAP-метод (определение железовосстанавливающей антиоксидантной способности образцов). Перед проведением анализа подготовили реактив FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). Определение железовосстанавливающей силы выражали в ммоль Fe^{2+} / 1 кг исходного сырья [22].

Метод оценки антиоксидантных свойств с использованием модельной системы с линолевой кислотой. Данный метод основан на определении перокисления линолевой кислоты. Происходит оно при реакции веществ (образующихся при нагревании до 40 °С на протяжении 120 ч экстракта, линолевой кислоты и фосфатного буферного раствора), с радикалом аммония и хлоридом железа (II). Результат рассчитывали в процентах ингибирования процессов окисления линолевой кислоты [23].

Обсуждение результатов

Фенольные соединения наиболее широко используются как антиоксиданты. Связано это с тем, что окисление органических соединений – радикальный цепной процесс, в котором цепь ведут перекисные радикалы. Результаты определения общего содержания фенольных веществ для анализируемых образцов приведены на рисунке 1. Лидирующую позицию по содержанию фенолов занимают цветки липы (1214 мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья). Цветки донника (310 мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья) и листья винограда (358 мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья) входят в одну группу с низким содержанием фенолов.

Флавоноиды играют важную роль в метаболизме растений. Многие из них являются пигментами, придающими разнообразную окраску растительным тканям. Высоким содержанием флавоноидов (рис. 2) обладают листья смородины (748 мг катехина / 100г исходного сырья). В среднюю группу по содержанию флавоноидов входят цветки липы (362 мг катехина/ 100 г исходного сырья), шалфея (364 мг катехина / 100 г исходного сырья) и листья земляники (392 мг катехина / 100 г исходного сырья) – их значения очень близки. Цветки донника (78 мг катехина / 100 г исходного сырья) и листья винограда (107 мг катехина / 100 г исходного сырья) имеют низкий уровень содержания флавоноидов.

Свободный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил используется для анализа способности исследуемых образцов в значительной степени приостанавливать цепные реакции радикального окисления.

Результаты экспериментальных данных по определению антирадикальной активности по методу DPPH представлены на рисунке 3.

Можно выделить листья земляники (2 мг/см³), смородины (3 мг/см³), цветки липы (7 мг/см³) и шалфея (7 мг/см³) среди представленных образцов. Листья винограда (22 мг/см³) и цветки донника (59 мг/см³) показали сравнительно низкие результаты.

Показатель уровня FRAP ингибирует действие ионов железа, способствующих окислению живых клеток. Изученные растительные образцы можно разделить на несколько групп. Лидирующую позицию занимают листья смородины (рис. 4) (19.98 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья); средние значения принадлежат цветкам липы (16.56 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья), листьям земляники (16.2 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья) и цветкам шалфея (16.02 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья); сравнительно низкие показания у листьев винограда (10.08 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья) и цветков донника (6.57 моль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья).

Способностью ингибировать линолевою кислоту обладают не все представленные образцы (рис. 5).

Так, положительный результат показала только половина образцов: цветки шалфея (47.7%), листья земляники (3.7%), листья винограда (9.5%).

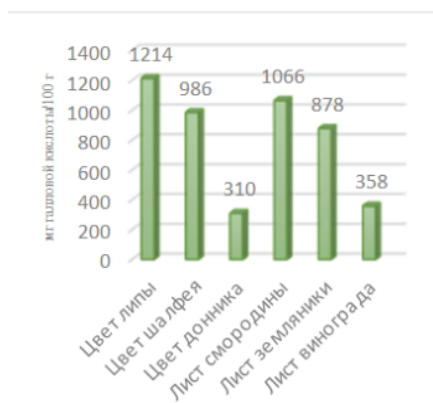


Рис. 1. Общее содержание фенольных соединений в растительных образцах

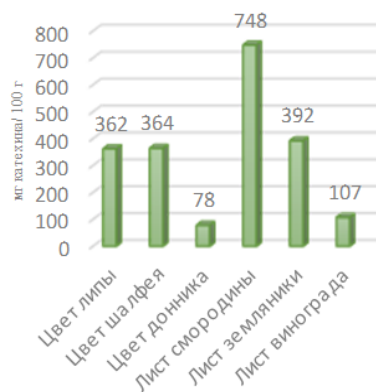


Рис. 2. Общее содержание флавоноидов в растительных образцах

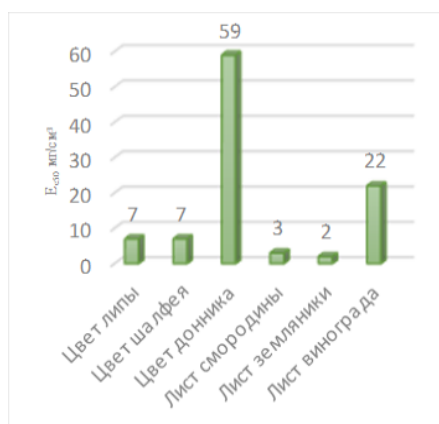


Рис. 3. Антирадикальная активность для растительных образцов

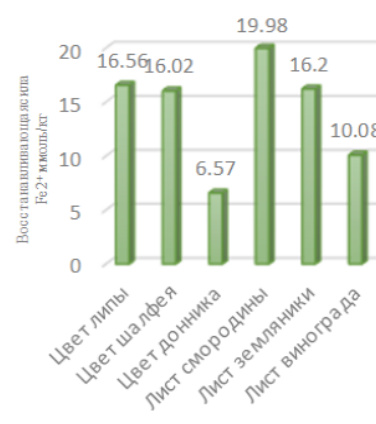


Рис. 4. Восстанавливающая сила по методу FRAP для растительных образцов

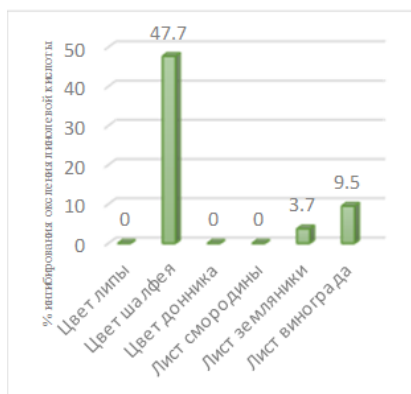


Рис. 5. Ингибирующая активность в системе линолевая кислота для растительных образцов

Выводы

Представленные образцы растительного сырья действительно обладают антиоксидантной активностью.

Листья смородины показали наибольший показатель антирадикальной активности и восстанавливающей силы, однако не проявили способность ингибировать окисление линолевой кислоты.

Способность ингибировать окисление линолевой кислоты проявили цветки шалфея, листья винограда и листья земляники.

Высокое содержание фенолов имеют цветки липы, значительно опережая другие представленные образцы.

Высокое содержание флавоноидов определено у листьев смородины.

При сравнении с наиболее популярными природными источниками антиоксидантов (фрукты, зеленый чай) представленные растения Самарского региона не уступают, а в некоторых показателях и опережают.

Изученные растения Самарского региона можно отметить как перспективное богатое антиоксидантами сырье для разных отраслей промышленности. Его можно рекомендовать для дальнейшего более детального изучения как источника сырья, а также для промышленного культивирования на территории Самарского региона.

Список литературы

1. Яшин Я.И., Рыжков В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М., 2009. 53 с.
2. Шалдаева Т.М. Исследование некоторых видов рода *Filipendula Mill.* на содержание флавоноидов и антиоксидантную активность // Химия растительного сырья. 2018. №1. С. 217–220. DOI: 10.14258/jcrpm.201501294.
3. Мяделец М.А., Кукушкина Т.А., Воробьева Т.А., Шалдаева Т.М. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность растений рода *Agastache Clayton Ex Gron. (Lamiaceae L.)*, культивируемых в условиях среднего Урала // Химия растительного сырья. 2014. №4. С. 147–152. DOI: 10.14258/jcrpm.201404199.
4. Рудакова Ю.Г., Дмитриев А.Б., Попова О.И. Содержание дубильных веществ в спиртовом извлечении травы дубровника белого (*Teucrium Polium.*) и определение его антиоксидантной активности // Химия растительного сырья. 2014. №1. С. 203–208. DOI: 10.14258/jcrpm.1401203.
5. Боголицын К.Г., Дружинина А.С., Овчинников Д.В., Каплицын П.А., Шульгина Е.В., Паршина А.Э. Полифенолы бурых водорослей // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 5–21. DOI: 10.14258/jcrpm.2018031898.
6. Государственная фармакопея РФ. XIV издание. М., 2018. Вып. 4. С. 6020–6084.
7. Fawzyl G., Younes K., Waked E., Mahmoud H. Anti-inflammatory, Antinociceptive and Nephroprotective activities of *Tilia cordata* and Isolation of Bioactive Compounds // Journal of Materials and Environmental Sciences. 2018. Vol. 9. №6. Pp. 1908–1914. DOI: 10.1016/j.fct.2019.03.039.
8. Negri G., Santi D., Tabach R. Flavonol glycosides found in hydroethanolic extracts from *Tilia cordata*, a species utilized as anxiolytics // Rev. Bras. Pl. Med. 2013. Vol. 15. N2. Pp. 217–224. DOI: 10.1590/S1516-05722013000200008.
9. Кьюсев П.А. Полный справочник лекарственных растений. М., 2011. 992 с.
10. Behboud J., Amirreza E., Mohammad M. Antibacterial effect of *Salvia officinalis* Lam extract // Annals of biological Research. 2011. Vol. 2. N6. Pp. 532–535.
11. Abdelkader M., Ahcen B., Rachid D. Hakim H. Phytochemical Study and Biological Activity of Sage (*Salvia officinalis L.*) // World Academy of Science. Agricultural and Food Engineering. 2014. Vol. 8. N1. Pp. 1165–1169.
12. Liu Y., Gong P., Xiao F., Shao S., Zhao D., Yan M., Yang X. Chemical Constituents and Antioxidant, Anti-Inflammatory and Anti-Tumor Activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall // Molecules. 2018. Vol. 23. N271. Pp. 1–12. DOI: 10.3390/molecules23020271.
13. Nagaki M., Kasai M., Kudo S. Phytochemical analysis of the blackcurrant (Aomori Cassis) «*Ribes nigrum L.*» and the antioxidant effect of catechins // J. Hirosaki Univ. Health Welfare. 2017. Vol. 8. N1. Pp. 15–23. DOI: 10.13140/RG.2.2.27802.24001.
14. Pancic J. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of the leaves of black currant (*Ribes nigrum L.*) cultivar Cacanska crna // Journal of the Serbian Chemical Society. 2010. Vol. 75. N1. Pp. 35–43. DOI: 10.2298/JSC1001035S.
15. Karakas F.P., Yildirim A., Turker A. Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities // Turk. J. Biol. 2012. Vol. 36. Pp. 641–652. DOI: 10.3906/biy-1203-16.
16. Oliboni L.S., Dani C., Funchal C., Henriques J.A., Salvador M. Hepatoprotective, cardioprotective, and renal-protective effects of organic and conventional grapevine leaf extracts (*Vitis labrusca* var. Bordo) on Wistar rat tissues // Anais da Academia Brasileira de Ciencias. 2011. Vol. 83. N4. Pp. 1403–1411. DOI: 10.1590/S0001-37652011000400027.
17. Wohlenberg M., Almeida D., Bokowski L., Medeiros N., Agostini F., Funchal C., Dani C. Antioxidant Activity of Grapevine Leaf Extracts against Oxidative Stress Induced by Carbon Tetrachloride in Cerebral Cortex, Hippocampus and Cerebellum of Rats // Antioxidants. 2014. N3. Pp. 200–211. DOI: 10.3390/antiox3020200.
18. Ahmad W., Khan M.L., Waqar M., Khan M.A., Ramazan R., Wali S., Ahmad F., Khan N., Yousaf S., Zeb M., Khan A.U., Rahman M., Faisal S. In vitro Antibacterial Activity of *Vitis vinifera* Leaf extracts against some Pathogenic Bacterial Strains // Advances in Biological Research. 2014. Vol. 8. N2. Pp. 62–67. DOI: 10.5829/idosi.abr.2014.8.2.82348.
19. Augusto T.R., Scheuermann Salinas E.S., Alencar S.M., D'arce M.B., Costa de Camargo A., Vieira T.S. Phenolic compounds and antioxidant activity of hydroalcoholic extracts of wild and cultivated murtilla (*Ugni molinae Turcz*) // Food Science and Technology. 2014. Vol. 34. N4. Pp. 667–673. DOI: 10.1590/1678-457X.6393.

20. Settharaksa S., Jongjareonrak A., Hmadhlu P., Chansuwan W., Siripongvutikorn S. Flavonoid, phenolic contents and antioxidant properties of Thai hot curry paste extract and its ingredients as affected of pH, solvent types and high temperature // *International Food Research Journal*. 2012. Vol. 19. N4. Pp. 1581–1587.
21. Afshar F.H., Delazar A., Nazemiyeh H., Esnaashari S., Moghadam S.B. Comparison of the Total Phenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of Methanolic of *Artemisia spicigera* and *A. splendens* Growing in Iran // *Pharmaceutical sciences*. 2012. Vol. 18. N3. Pp. 165–170.
22. Mussatto S.I., Ballesteros L.F., Martins S., Teixeira J.A. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds // *Separation and Purification Technology*. 2011. Vol. 83. Pp. 173–179. DOI: 10.1016/j.seppur.2011.09.036.
23. Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.M., Nabavi F.S., Eslami B., Rahmani Z. Antioxidant and Antihemolytic Activities of the Leaves of *Kefer cumin* (*Laser trilobum* L.) Umbelliferae // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2010. Vol. 9. N5. Pp. 441–449. DOI: 10.4314/tjpr.v9i5.61053.

Поступила в редакцию 25 ноября 2018 г.

После переработки 10 апреля 2019 г.

Принята к публикации 10 апреля 2019 г.

Для цитирования: Алексашина С.А., Макарова Н.В. Сравнительное изучение антиоксидантной активности, фенольных соединений и флавоноидов цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), донника лекарственного (*Melilotus officinalis* L.), листьев смородины (*Ribes nigrum* folia), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), винограда (*Vitis labrusca*), произрастающих в Самарском регионе // *Химия растительного сырья*. 2019. №3. С. 153–159. DOI: 10.14258/jcrpm.2019034623.

*Aleksashina S.A.**, *Makarova N.V.* COMPARATIVE STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY, PHENOLIC COMPOUNDS AND FLAVONOIDS OF LINDEN-SHAPED FLOWERS OF THE HEART (*TILIA CORDATA* MILL.), MEDICINAL SAGE (*SALVIA OFFICINALIS* L.), MEDICINAL SWEET CLOVER (*MELILOTUS OFFICINALIS* L.), CURRANT LEAVES (*RIBES NIGRUM* FOLIA), WILD STRAWBERRY (*FRAGARIA VESCA* L.), GRAPES (*VITIS LABRUSCA*), GROWING IN THE SAMARA REGION

Samara state technical university, st. Molodogvardeyskaya, 244, Samara, 4443100 (Russia),

e-mail: vsasofi@rambler.ru

A reliable source of increased intake of vitamins and biologically active substances are not only berries and fruits, but also herbs. This article is devoted to the analysis of plant samples for antioxidant activity. The objects of study were selected herbs and flowering woody plants of the Samara region: small-leaved linden color (*Tilia cordata*), medicinal sage (*Salvia officinalis* L.), medicinal clover (*Melilotus officinalis*), currant leaf (*Folium Ribes nigrum*), wild strawberry (*Fragum folium silvam*), grapes (*Vitis labrusca*). Plant material collected in the phase of mass flowering. Aqueous alcoholic extracts (1 : 1 ratio) were obtained from the samples at 37 °C for 2 hours. Anti-radical activity was tested using the free radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), restoring force the FRAP method (Ferric Reduction Antioxidant Power), antioxidant activity in the linoleic acid system and the content of phenols, flavonoids. Analyzing the results obtained in this work, we can conclude about the presence of antioxidant properties. The leader in anti-radical activity and regenerative power was a currant leaf, a high content of phenols has linden color, the maximum content of flavonoids was also recorded in a currant leaf.

Keywords: antioxidant activity, phenolic compounds, flavonoids, *Tilia cordata*, *Salvia officinalis* L., *Melilotus officinalis*, *Folium Ribes nigrum*, *Fragum folium silvam*, *Vitis labrusca*.

* Corresponding author.

References

1. Yashin Ya.I., Ryzhkov V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. *Prirodnyye antioksidanty. Soderzhaniye v pishchevykh produktakh i vliyaniye ikh na zdorov'ye, i stareniye cheloveka*. [Natural antioxidants. The content in food products and their impact on health and human aging]. Moscow, 2009, 53 p. (in Russ.).
2. Shaldayeva T.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 1, pp. 217–220, DOI: 10.14258/jcprm.201501294. (in Russ.).
3. Myadelets M.A., Kukushkina T.A., Vorob'yeva T.A., Shaldayeva T.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 4, pp. 147–152, DOI: 10.14258/jcprm.201404199. (in Russ.).
4. Rudakova Yu.G., Dmitriyev A.B., Popova O.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 1, pp. 203–208, DOI: 10.14258/jcprm.1401203. (in Russ.).
5. Bogolitsyn K.G., Druzhinina A.S., Ovchinnikov D.V., Kaplitsyn P.A., Shul'gina Ye.V., Parshina A.E. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 5–21, DOI: 10.14258/jcprm.2018031898. (in Russ.).
6. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF. XIV izdaniye*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition]. Moscow, 2018, vol. 4, pp. 6020–6084. (in Russ.).
7. Fawzyl G., Younes K., Waked E., Mahmoud H. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 2018, vol. 9, no. 6, pp. 1908–1914, DOI: 10.1016/j.fct.2019.03.039.
8. Negri G., Santi D., Tabach R. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 2013, vol. 15, no. 2, pp. 217–224, DOI: 10.1590/S1516-05722013000200008.
9. K'osev P.A. *Polnyy spravochnik lekarstvennykh rasteniy*. [A complete directory of medicinal plants]. Moscow, 2011, 992 p. (in Russ.).
10. Behboud J., Amirreza E., Mohammad M. *Annals of biological Research*, 2011, vol. 2, no. 6, pp. 532–535.
11. Abdelkader M., Ahcen B., Rachid D. Hakim H. *World Academy of Science. Agricultural and Food Engineering*, 2014, vol. 8, no. 1, pp. 1165–1169.
12. Liu Y., Gong P., Xiao F., Shao S., Zhao D., Yan M., Yang X. *Molecules*, 2018, vol. 23, no. 271, pp. 1–12, DOI: 10.3390/molecules23020271.
13. Nagaki M., Kasai M., Kudo S. *J. Hirosaki Univ. Health Welfare*, 2017, vol. 8, N1, pp. 15–23, DOI: 10.13140/RG.2.2.27802.24001.
14. Pancic J. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 2010, vol. 75, no. 1, pp. 35–43, DOI: 10.2298/JSC1001035S.
15. Karakas F.P., Yildirim A., Turker A. *Turk. J. Biol.*, 2012, vol. 36, pp. 641–652, DOI: 10.3906/biy-1203-16.
16. Oliboni L.S., Dani C., Funchal C., Henriques J.A., Salvador M. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 2011, vol. 83, no. 4, pp. 1403–1411, DOI: 10.1590/S0001-37652011000400027.
17. Wohlenberg M., Almeida D., Bokowski L., Medeiros N., Agostini F., Funchal C., Dani C. *Antioxidants*, 2014, no. 3, pp. 200–211, DOI: 10.3390/antiox3020200.
18. Ahmad W., Khan M.L., Waqar M., Khan M. A., Ramazan R., Wali S., Ahmad F., Khan N., Yousaf S., Zeb M., Khan A.U., Rahman M., Faisal S. *Advances in Biological Research*, 2014, vol. 8, no. 2, pp. 62–67. DOI: 10.5829/idosi.abr.2014.8.2.82348.
19. Augusto T.R., Scheuermann Salinas E.S., Alencar S.M., D'arce M.B., Costa de Camargo A., Vieira T.S. *Food Science and Technology*, 2014, vol. 34, no. 4, pp. 667–673, DOI: 10.1590/1678-457X.6393.
20. Setharaksa S., Jongjareonrak A., Hmadhlu P., Chansuwan W., Siripongvutikorn S. *International Food Research Journal*, 2012, vol. 19, no. 4, pp. 1581–1587.
21. Afshar F.H., Delazar A., Nazemiyeh H., Esnaashari S., Moghadam S.B. *Pharmaceutical sciences*, 2012, vol. 18, no. 3, pp. 165–170.
22. Mussatto S.I., Ballesteros L.F., Martins S., Teixeira J.A. *Separation and Purification Technology*, 2011, vol. 83, pp. 173–179, DOI: 10.1016/j.seppur.2011.09.036.
23. Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.M., Nabavi F.S., Eslami B., Rahmani Z. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2010, vol. 9, no. 5, pp. 441–449, DOI: 10.4314/tjpr.v9i5.61053.

Received November 25, 2018

Revised April 10, 2019

Accepted April 10, 2019

For citing: Aleksashina S.A., Makarova N.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 153–159. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019034623.

