

Фитохимическое исследование и антирадикальная активность молодых побегов малины обыкновенной

Гуляев Д. К.

к.фарм.н., доцент, кафедра фармакогнозии

Белоногова В. Д.

д.фарм.н., заведующая, кафедра фармакогнозии

ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия», Пермь, Российская Федерация

Автор для корреспонденции: Гуляев Дмитрий Константинович; **e-mail:** dkg2014@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Молодые побеги малины обыкновенной содержат множество биологически активных веществ, обладающих выраженной антирадикальной активностью. **Цель.** Определение содержания основных групп биологически активных веществ и антирадикальной активности листьев и безлистных частей малины обыкновенной побегов. **Материалы и методы исследования.** Сырье для исследования заготавливали на территории Ильинского района Пермского края в июне 2023 года. Собирали сырье только с хорошо развитых экземпляров, не поврежденных вредителями. Заготовленные побеги высушивали воздушно-теневым способом. Определение содержания водорастворимых полисахаридов проводили спектрофотометрически, модифицированным антрон-серным методом Дрейвуда. Определение суммы флавоноидов в малины обыкновенной побегах проводили методом спектрофотометрии, по реакции комплексообразования с 2% раствором алюминия хлорида. Для определения антирадикальной активности использовали реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. **Результаты исследования и их обсуждение.** Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, оказалось выше в листьях малины. Установлено, что содержание водорастворимых полисахаридов, дубильных веществ и флавоноидов выше в листьях малины обыкновенной, по сравнению с безлистной частью. Настой малины обыкновенной побегов обладает выраженной антирадикальной активностью. Антирадикальная активность настоя побегов малины оказалась выше, по сравнению с отваром плодов шиповника, который выступал в качестве препарата сравнения. **Заключение.** При исследовании биологически активных веществ установлено, что малины обыкновенной листья накапливают более высокое содержание основных групп БАВ. Однако, по уровню антирадикальной активности настоя малины обыкновенной листьев и безлистных частей существенно не отличаются.

Ключевые слова: малина обыкновенная, побеги первого года, биологически активные вещества, антирадикальная активность

doi: 10.29234/2308-9113-2024-12-4-60-68

Для цитирования: Гуляев Д. К., Белоногова В. Д. Фитохимическое исследование и антирадикальная активность молодых побегов малины обыкновенной. *Медицина* 2024; 12(4): 60-68

Введение

Активные формы кислорода или свободные радикалы связывают с развитием многих серьезных заболеваний: сахарный диабет, онкологические заболевания, ишемическая болезнь сердца, воспаление, инсульт, расстройства нервной системы [9,11,12,14].

В настоящее время проводится активный поиск растительных средств, обладающих выраженной антирадикальной активностью для борьбы с окислительным стрессом [4,11,13,15,17].

Молодые побеги малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L. семейства *Rosaceae*, являются источником ценных биологически активных веществ. В молодых побегах *Rubus idaeus* были идентифицированы флавоноиды: гиперозид, кверцетин 3-О-глюкуронид, изокверцетин, кемпферол 3-О-галактозид, мирицетин, тилирозид, кверцетин 3-О-рамнозид и кемпферол. Среди эллаготанинов обнаружены ламбертианин С, ламбертианин D, сангвинин Н6, сангвинин Н11. В побегах малины содержатся процианидины В1 и В2 [7].

Виды растений рода *Rubus* проявляют высокую антирадикальную активность благодаря содержанию фенольных соединений, особенно эллаготаннинов [6,10]. Антиоксидантная активность дубильных веществ возрастает с увеличением молекулярной массы и увеличением числа гидроксильных групп [4]. К дубильным веществам относят и процианидины, которые обладают выраженной антиоксидантной активностью [5,8].

Кроме дубильных веществ следует обратить внимание на флавоноиды и водорастворимые полисахариды, поскольку эти группы веществ часто связывают с проявлением антирадикальной активности [16,17].

Малины обыкновенной побеги предлагается использовать в качестве лекарственного растительного сырья для приготовления водных извлечений. Представляет интерес установить антирадикальную активность листьев и безлистных частей побега, поскольку при сортировке, транспортировке, сушке сырья соотношение листьев и безлистных частей может меняться. Необходимо выяснить не влечет ли это за собой сильное изменение фармакологической активности.

Цель исследования

Целью исследования являлось определение содержания основных групп биологически активных веществ и антирадикальной активности листьев и безлистных частей малины обыкновенной побегов.

Материалы и методы

Сырье для исследования заготавливали на территории Ильинского района Пермского края в июне 2023 года. Заготавливали хорошо развитые молодые побеги малины обыкновенной первого года жизни в темной хвойном лесу. Собирали сырье только с хорошо развитых

экземпляров, не поврежденных вредителями. Заготовленные побеги высушивали воздушно-теневым способом.

Настой малины обыкновенной побегов готовили по правилам изготовления водных извлечений ОФС.1.4.1.0018 «Настои и отвары» Государственной Фармакопеи Российской Федерации XV издания.

Определение содержания водорастворимых полисахаридов проводили спектрофотометрически, модифицированным антрон-серным методом Дрейвуда [3]. Навеску около 10 г (точная навеска) воздушно-сухого сырья, измельченного до размера частиц 2 мм, экстрагировали спиртом этиловым 90% в аппарате Сокслета в течении 1,5 часов, для удаления низкомолекулярных сахаров. Остаток сырья после спиртовой экстракции обрабатывали водой очищенной дважды по 100 мл при нагревании около 100°C, в течении 1 часа. Извлечение фильтровали в мерную колбу вместимостью 200 мл и доводили до метки тем же экстрагентом (раствор А). 2 мл раствора А переносили в центрифужную пробирку, прибавляли 8 мл 95% спирта этилового, перемешивали и нагревали на кипящей водяной бане в течение 10 минут. После охлаждения содержимое пробирки центрифугировали в течение 10 минут со скоростью вращения 3000 оборотов в минуту. Надосадочную жидкость сливали, а осадок продували в пробирке горячим воздухом до удаления следов этанола. К осадку приливали 4 мл 0,2% раствора антрона в кислоте серной концентрированной и нагревали на кипящей водяной бане в течение 10 мин. Содержимое пробирки после охлаждения переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл 95% спиртом этиловым и доводили до метки тем же растворителем (раствор Б).

Оптическую плотность раствора Б измеряли на спектрофотометре при длине волны 430 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения использовали 4 мл 0,2% раствора антрона в кислоте серной концентрированной, выдержанные в тех же условиях, что и опытная смесь. Содержание водорастворимых полисахаридов (X, %) в пересчете на доминирующий моносахарид и абсолютно сухое сырье рассчитывают по формуле

$$X = \frac{A \times k^V \times 0,91}{m \times E} \times \frac{100}{100 - W}$$

где А – оптическая плотность исследуемого раствора; k^V – коэффициент разбавления (2500); 0,91 – коэффициент гидролиза; Е – коэффициент пересчета на моносахарид (Ara – 67, Frc – 423, Gal – 224, GalUA – 214, Glu – 358, Xyl – 455); m – масса навески сырья, г; W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Для количественного определения суммы флавоноидов в малины обыкновенной побегах использовали метод спектрофотометрии, по реакции комплексообразования с 2% раствором алюминия хлорида. Реакция является селективной для фенольных соединений и дает батохромный сдвиг спектра в длинноволновую область, что позволяет определить

содержание суммы флавоноидов без завышения результатов [2]. Определение проводили по ранее разработанной и валидированной нами методике [1].

Количественное определение содержания дубильных веществ проводили в соответствии с ОФС.1.5.3.0008 «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных средствах растительного происхождения» ГФ 15 издания титриметрическим методом, основанным на легкой окисляемости дубильных веществ раствором перманганата калия в присутствии индикатора – индигосульфокислоты, до золотисто-желтого окрашивания.

Для определения антирадикальной активности использовали реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH) (Sigma-Aldrich, США, CAS номер: 1898-66-4). К 1 мл разведения отвара побегов малины обыкновенной добавляли 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл. В качестве контрольного образца измеряли оптическую плотность 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл и 1 мл воды очищенной. Измерение проводили на спектрофотометре марки СФ 2000 при 517 нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм. Далее вычисляли антирадикальную активность, поглощение свободного радикала по формуле:

$$\% \text{ связывания радикала DPPH} = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100$$

где A_0 – оптическая плотность контрольного образца при 517 нм; A_x – оптическая плотность исследуемого образца при 517 нм.

Определяли величину IC_{50} – концентрацию вещества, в пересчете на сухой остаток настоя, способную связать половинную концентрацию радикала DPPH, мкг/мл. Величина IC_{50} определяется по кривой ингибирования, получаемой при построении графиков ингибирования в процентах от концентрации вещества.

Результаты и обсуждение

Поскольку эллаготанины растений рода *Rubus* являются одной из основных групп биологически активных веществ, отвечающих за развитие антиоксидантного эффекта, представляло интерес определить содержание дубильных веществ в образцах побегов первого года жизни малины обыкновенной. Также исследовали содержание и других групп биологически активных веществ, которые способны обладать антирадикальной активностью: водорастворимые полисахариды, флавоноиды и процианидины. Перед исследованием сырье разделяли на листья и безлистную часть побега и проводили анализ в каждой части отдельно. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Содержание биологически активных веществ в образцах побегов первого года малины обыкновенной

Группа БАВ	Содержание в органе растения	
	Листья малины	Побеги малины без листьев
Водорастворимые полисахариды, %	0,66±0,02	0,39±0,03
Флавоноиды, %	2,2±0,18	0,1±0,01
Дубильные вещества, %	14,7±0,25	6,2±0,18
Экстрактивные вещества, извлекаемые водой, %	23,9±0,77	35,86±0,79

Установлено, что в листьях малины обыкновенной содержание дубильных веществ выше. Безлистные побеги, представляющие собой побеги, с отделенными листьями при обработке, накапливают дубильные вещества приблизительно в три раза меньше, чем в листьях.

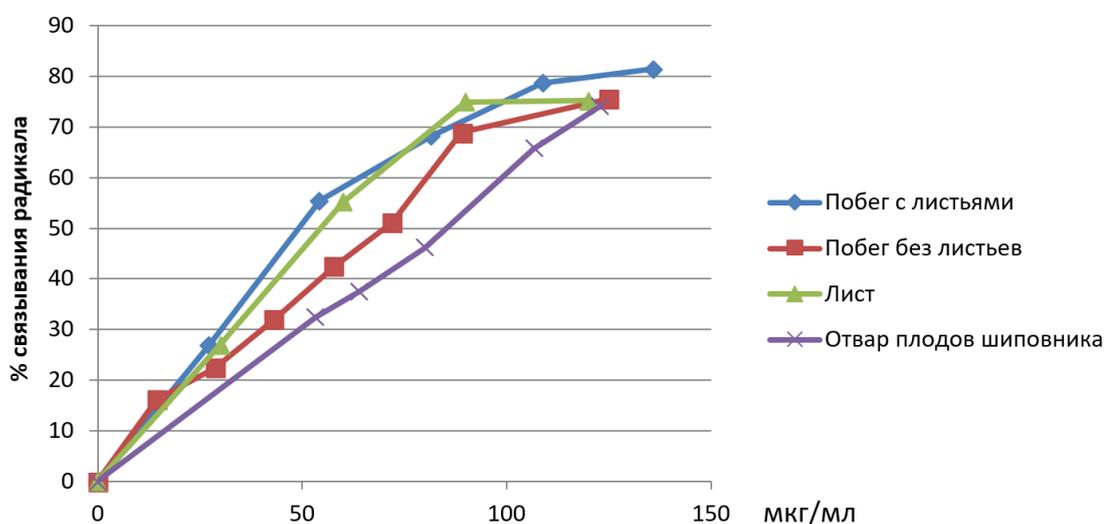
Содержание водорастворимых полисахаридов различается в зависимости от органа растения. В листьях содержание водорастворимых полисахаридов в 1,5 раза выше, чем в безлистной части побега.

В результате исследования содержания флавоноидов установлено, что они накапливаются только в листьях малины обыкновенной, а в безлистной части побега их содержание значительно ниже.

Малины обыкновенной побеги являются сырьем для получения водных извлечений, поэтому определяли содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой. Содержание экстрактивных веществ также оказалось значительно выше в листьях, в сравнении с побегами.

Для оценки антирадикальной активности экстемпоральной лекарственной формы, из побегов малины обыкновенной были получены настои. Результаты определения представлены на рис. 1 и в табл. 2.

Рис. 1. Антирадикальная активность водных извлечений разных частей побега первого года жизни малины обыкновенной.



На рис. 1 показана зависимость антиоксидантной активности от концентрации исследуемых водных извлечений. Для листьев и безлистных побегов малины обыкновенной в интервале концентраций от 30 до 90 мкг/мл наблюдается монотонное и резкое возрастание активности от 20 до 70% связывания свободного радикала DPPH.

Таблица 2. Антирадикальная активность водных извлечений разных частей побега первого года жизни малины обыкновенной

Образец	Антирадикальная активность, IC ₅₀ мкг/мл (в пересчете на сухой остаток)
Настой листьев малины	15,9±3,4
Настой побегов малины без листьев	19,64±3,53
Настой побегов малины с листьями	18,87±3,4
Отвар шиповника плодов (препарат сравнения)	25,58±4,87

По результатам эксперимента установлено (табл. 2), что настой побегов малины обыкновенной обладает выраженной антирадикальной активностью. Антирадикальная активность настоя побегов малины оказалась выше, по сравнению с отваром плодов шиповника, который выступал в качестве препарата сравнения. Значения показателя IC₅₀ оказались наименьшими у настоя листьев малины, что говорит о наибольшей антирадикальной активности. Однако, IC₅₀ для настоя побегов без листьев и побегов с листьями оказались близкими к активности настоя листьев малины.

Заключение

При исследовании биологически активных веществ установлено, что малины обыкновенной листья накапливают более высокое количество полисахаридов, дубильных веществ, флавоноидов, чем безлистные части. Однако, по уровню антирадикальной активности настои малины обыкновенной листьев и безлистных частей существенно не отличаются. Таким образом, листья и безлистные части сырья способствуют проявлению фармакологического действия, и заготовка побегов является перспективной.

Литература

1. Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Коротков И.В. Разработка методики определения содержания флавоноидов в побегах малины обыкновенной. *Биофармацевтический журнал* 2023; 15(4): 35-39, doi: 10.30906/2073-8099-2023-15-4-35-39
2. Коруткин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музычкина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск: Тео, 2007. 232 с.
3. Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов. *Химия растительного сырья* 2006; (4): 29-33.

4. Bhardwaj K., Silva A.S., Atanassova M., Sharma R., Nepovimova E., Musilek K., Sharma R., Alghuthaymi M.A., Dhanjal D.S., Nicoletti M. Conifers Phytochemicals: A Valuable Forest with Therapeutic Potential. *Molecules* 2021; 26(10): 3005, doi: 10.3390/molecules26103005
5. Jie D.Z., Zhao J.F., Huang F., Sun G.L., Gao W., Lu L., Xiao D.Q. Protective effect of procyanidin B2 on acute liver injury induced by aflatoxin B1 in rats. *Biomed Environmental Science* 2020; 33(4): 238-247, doi: 10.3967/bes2020.033
6. Kahkonen M., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P., Heinonen M. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2012; 60(5): 1167-1174, doi: 10.1021/jf203431g
7. Krauze-Baranowska M., Glod D., Kula M., Majdan M., Hałasa R., Matkowski A., Kozłowska W., Kawiak A. Chemical composition and biological activity of *Rubus idaeus* shoots – a traditional herbal remedy of Eastern Europe. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2014; 14: 480-492, doi: 10.1186/1472-6882-14-480
8. Kumar H., Bhardwaj K., Nepovimova E., Kuca K., Dhanjal D.S., Bhardwaj S., Bhatia S.K., Verma R., Kumar D. Antioxidant functionalized nanoparticles: A combat against oxidative stress. *Nanomaterials* 2020, 10(7): 1334-1360, doi: 10.3390/nano10071334
9. Li S., Xu M., Niu Q., Xu S., Ding Y., Yan Y., Efficacy of procyanidins against in vivo cellular oxidative damage: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2015; 10(10): e0139455, doi: 10.1371/journal.pone.0139455
10. Olennikov D.N.; Chirikova N.K. Metabolites of Siberian Raspberries: LC-MS Profile, seasonal variation, antioxidant activity and, thermal stability of *Rubus matsumuranus* Phenolome. *Plants* 2021; 10(11): 2317, doi: 10.3390/plants10112317
11. Oliveira de Almeida A.J., Lúcio de Oliveira J.C., da Silva Pontes L.V., de Souza J.F., Goncalves T.A., Dantas S.H., Silva de Almeida Feitosa M., Oliveira Silva A., Almeida de Medeiros I. ROS: Basic concepts, sources, cellular signaling, and its implications in aging pathways. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2022:2022:1225578, doi: 10.1155/2022/1225578
12. Park J.Y., Han X., Piao M.J., Oh M.C., Fernando P.M., Kang K.A., Ryu Y.R., Jung U., Kim I.K., Hyun J.W. Hyperoside induces endogenous antioxidant system to alleviate oxidative stress. *Journal of Cancer Prevention* 2016; 21(1): 41-47, doi: 10.15430/JCP.2016.21.1.41
13. Park S.J., Ahmad F., Philp A. Resveratrol ameliorates aging-related metabolic phenotypes by inhibiting cAMP phosphodiesterases. *Cell* 2012; 148(3): 421-433, doi: 10.1016/j.cell.2012.01.017
14. Sharma A., Goyal R., Sharma L. Potential biological efficacy of Pinus plant species against oxidative, inflammatory and microbial disorders. *BMC Complement. Altern. Med* 2016; 16: 35-46, doi: 10.1186/s12906-016-1011-6
15. Wang L., Li X., Wang H. Physicochemical properties, bioaccessibility and antioxidant activity of the polyphenols from pine cones of *Pinus koraiensis*. *International Journal of Biological Macromolecules* 2019; 126: 385-391, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.12.145
16. Wang J., Hu S., Nie S., Yu Q., Xie M. Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant activity of polysaccharides. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2015; 2016(1): 5692852, doi: 10.1155/2016/5692852
17. Yang Y.J., Wang Y., Deng Y., Liu X.Q., Lu J., Peng J., Li J., Zhou Y.S., Zhu H.A., Li B., Qin Y.Q., Peng Q.H. Lycium barbarum polysaccharides regulating miR-181/Bcl-2 decreased autophagy of retinal pigment epithelium with oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2023; (9): 1-18, doi: 10.1155/2023/9554457.

Phytochemical Study and Antiradical Activity of Young Raspberry Shoots

Gulyaev D. K.

PhD (Pharm.), Associate Professor, Chair for Pharmacognosy

Belonogova V. D.

Doctor of Pharmacy, Head, Chair for Pharmacognosy

Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, Russian Federation.

Corresponding Author: Gulyaev Dmitry; e-mail: dkg2014@mail.ru

Conflict of interest. None declared

Funding. The study had no sponsorship.

Abstract

Introduction. Young shoots of raspberry vulgaris contain a variety of biologically active substances with pronounced antiradical activity. **The aim:** Determination of the content of the main groups of biologically active substances and the antiradical activity of leaves and leafless parts of raspberry shoots. **Materials and methods of research.** Raw material for the study was harvested on the territory of the Ilyinsky district of the Perm Territory in June 2023. Raw material was collected only from well-developed specimens not damaged by pests. Harvested shoots were air-shade dried. Determination of the content of water-soluble polysaccharides was carried out spectrophotometrically using the modified Draywood antron-sulfur method. The determination of the amount of flavonoids in raspberry shoots was carried out by spectrophotometry, by complexation reaction with 2% solution of aluminum chloride. To determine the antiradical activity, a reaction with the stable free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl was used. **Results of research and their discussion.** The content of extractive substances extracted by water was found to be higher in raspberry leaves. It was found that the content of water-soluble polysaccharides, tannins and flavonoids is higher in the leaves of ordinary raspberries, compared with the leafless part. Infusion of raspberry ordinary shoots has a pronounced antiradical activity. The antiradical activity of the infusion of raspberry shoots turned out to be higher, compared with the decoction of rosehip fruits which acted as a comparison drug. **Conclusion.** In the study of biologically active substances, it was found that ordinary raspberry leaves accumulate higher BAS major groups. However, the level of antiradical activity of raspberry infusions of ordinary leaves and leafless parts does not differ significantly.

Keywords: raspberry, shoots of the first year, biologically active substances, antiradical activity

References

1. Guljaev D.K., Belonogova V.D., Korotkov I.V. Razrabotka metodiki opredelenija sodержaniya flavonoidov v pobegah maliny obyknovnoj. [Development of a methodology for determining the content of flavonoids in raspberry shoots.] *Biofarmaceutičeskij žurnal [Biopharmaceutical Journal]* 2023; 15(4): 35-39, doi: 10.30906/2073-8099-2023-15-4-35-39. (In Russ.)
2. Korulkin D.Yu., Abilov J.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. Prirodnye flavonoidy. [Natural flavonoids]. Novosibirsk: Theo, 2007.
3. Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. Metodika kolichestvennogo opredelenija gruppovogo sostava uglevodnogo kompleksa rastitel'nyh obektov. [Method of quantitative determination of the group composition of the carbohydrate complex of plant objects]. *Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of plant raw materials]* 2006; (4): 29-33.
4. Bhardwaj K., Silva A.S., Atanassova M., Sharma R., Nepovimova E., Musilek K., Sharma R., Alghuthaymi M.A., Dhanjal D.S., Nicoletti M. Conifers Phytochemicals: A Valuable Forest with Therapeutic Potential. *Molecules* 2021; 26(10): 3005, doi: 10.3390/molecules26103005

5. Jie D.Z., Zhao J.F., Huang F., Sun G.L., Gao W., Lu L., Xiao D.Q. Protective effect of procyanidin B2 on acute liver injury induced by aflatoxin B1 in rats. *Biomed Environmental Science* 2020; 33(4): 238-247, doi: 10.3967/bes2020.033
6. Kahkonen M., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P., Heinonen M. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2012; 60(5):1167-74, doi: 10.1021/jf203431g
7. Krauze-Baranowska M., Glod D., Kula M., Majdan M., Hałasa R., Matkowski A., Kozłowska W., Kawiak A. Chemical composition and biological activity of *Rubus idaeus* shoots – a traditional herbal remedy of Eastern Europe. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2014; 14: 480-492, doi: 10.1186/1472-6882-14-480
8. Kumar H., Bhardwaj K., Nepovimova E., Kuca K., Dhanjal D.S., Bhardwaj S., Bhatia S.K., Verma R., Kumar D. Antioxidant functionalized nanoparticles: A combat against oxidative stress. *Nanomaterials* 2020, 10(7): 1334-1360, doi: 10.3390/nano10071334
9. Li S., Xu M., Niu Q., Xu S., Ding Y., Yan Y., Efficacy of procyanidins against in vivo cellular oxidative damage: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2015; 10(10): e0139455, doi: 10.1371/journal.pone.0139455
10. Olennikov, D.N.; Chirikova, N.K. Metabolites of Siberian Raspberries: LC-MS Profile, seasonal variation, antioxidant activity and, thermal stability of *Rubus matsumuranus* Phenolome. *Plants* 2021; 10(11): 2317, doi: 10.3390/plants10112317
11. Oliveira de Almeida A.J., Lúcio de Oliveira J.C., da Silva Pontes L.V., de Souza J.F., Goncalves T.A., Dantas S.H., Silva de Almeida Feitosa M., Oliveira Silva A., Almeida de Medeiros I. ROS: Basic concepts, sources, cellular signaling, and its implications in aging pathways. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2022:2022:1225578, doi: 10.1155/2022/1225578
12. Park J.Y., Han X., Piao M.J., Oh M.C., Fernando P.M., Kang K.A., Ryu Y.R., Jung U., Kim I.K., Hyun J.W. Hyperoside induces endogenous antioxidant system to alleviate oxidative stress. *Journal of Cancer Prevention* 2016; 21(1): 41-47, doi: 10.15430/JCP.2016.21.1.41
13. Park S.J., Ahmad F., Philp A. Resveratrol ameliorates aging-related metabolic phenotypes by inhibiting cAMP phosphodiesterases. *Cell* 2012; 148(3): 421-433, doi: 10.1016/j.cell.2012.01.017
14. Sharma A., Goyal R., Sharma L. Potential biological efficacy of *Pinus* plant species against oxidative, inflammatory and microbial disorders. *BMC Complement. Altern. Med* 2016; 16: 35-46. doi: 10.1186/s12906-016-1011-6
15. Wang L., Li X., Wang H. Physicochemical properties, bioaccessibility and antioxidant activity of the polyphenols from pine cones of *Pinus koraiensis*. *International Journal of Biological Macromolecules* 2019; 126: 385-391, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.12.145
16. Wang J., Hu S., Nie S., Yu Q., Xie M. Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant activity of polysaccharides. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2015; 2016(1): 5692852, doi: 10.1155/2016/5692852
17. Yang Y.J., Wang Y., Deng Y., Liu X.Q., Lu J., Peng J., Li J., Zhou Y.S., Zhu H.A., Li B., Qin Y.Q., Peng Q.H. Lycium barbarum polysaccharides regulating miR-181/Bcl-2 decreased autophagy of retinal pigment epithelium with oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2023; (9): 1-18, doi: 10.1155/2023/9554457