

УДК : 615.272322:547.972

А.В. Коровкина

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФЛАВОНОИДОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА У НАСЕЛЕНИЯ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

Лаборатория медицинских и биологических технологий Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация

A. V. Korovkina

VEGETABLE FLAVONOIDS ACCUMULATION DYNAMICS AND THEIR POTENTIAL FOR THE PREVENTION OF STRESS OF THE POPULATION OF THE KOLA ARCTIC

Laboratory for medical and biological technologies, the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, Murmansk region, Russian Federation

Резюме. Введение. В настоящее время окислительный стресс (ОС) рассматривается в качестве важного патогенетического звена при развитии более чем 200 заболеваний, что объясняется универсальностью и ключевой ролью окислительно-восстановительных реакций (ОВР) в организме человека. Необходимость создания новых здоровьесберегающих технологий, а также импортозамещения в фармакологической сфере региона обуславливают необходимость поиска новых экологически безопасных и эффективных средств. Перспективной в этом отношении является группа биофлавоноидов, проявляющих как анти-, так прооксидантную активность, что свидетельствует о сложном характере регуляции СРО в экстремальных условиях. Это обстоятельство определяет необходимость использования естественных комплексов адаптогенных соединений, синтезируемых растениями в неблагоприятной среде обитания, для повышения устойчивости человеческого организма, испытывающего действие тех же факторов. **Цель исследования** — определение количественного значения и динамики накопления флавоноидов в тканях различных органов растений горца Вейриха (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt.) в течение вегетационного сезона. **Материалы и методы.** Материалом служили листья верхнего и среднего ярусов побегов, соцветия и корневища дикорастущих растений горца Вейриха (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt., сем. Polygonaceae), произрастающих на заповедной территории Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина, расположенного в районе г. Кировска. Концентрацию суммарных флавоноидов в фильтрате определяли по величине оптического поглощения их комплекса с хлоридом алюминия. **Выводы.** Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее высоким содержа-

Abstract. Introduction. At present, the oxidative stress (OS) is considered to be an important pathogenic factor in more than 200 diseases, which is explained by the versatility and the key role of the redox reactions (RDR) in the man's organism. The necessity of new health-protecting technologies, and the necessity of import substitution in the pharmacological field of the region call for the necessity of search of new ecologically friendly and effective drugs. Of a significant potential here is a group of bioflavonoids demonstrating both anti- and prooxidant activity, which testifies a complicated character of the free radical oxidation regulation (FRO) under the extreme conditions. This determines the necessity to use natural complexes of adaptogenic compounds synthesized by plants in an unfavourable habitat in order to make the human's organism stronger because it is subjected to the influence of the similar factors. **The aim of the study** was to determine of the quantitative value and dynamics of the accumulation of flavonoids in the tissues of various organs of plants of the *Polygonum weyrichii* (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt.) during the growing season. **Materials and methods.** The material was the leaves of the upper and middle tiers of shoots, inflorescences and rhizomes of wild plants of the *Polygonum weyrichii* (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt. family Polygonaceae), growing on the protected territory of the Polar Alpine Botanical Garden-Institute. N.A. Avrorina, located near the city of Kirovsk. The concentration of total flavonoids in the filtrate was determined by the optical absorption of their complex with aluminum chloride. **Conclusions.** The data obtained testify the fact that the highest content of these compounds is found in the leaves and inflorescences at the beginning or in the second half of the vegetation period. Discussed in the paper are the possibilities and potential of the use of the *Polygonum weyrichii* plants as the basic culture in the

нием этих соединений отличаются листья и соцветия в начале или во второй половине вегетационного периода. Обсуждаются возможности и перспективы использования растений горца Вейриха в качестве основной культуры для регионального производства адаптогенных препаратов.

Ключевые слова: флавоноиды, динамика накопления, окислительный стресс, свободно-радикальное окисление

Конфликт интересов отсутствует.
Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Коровкина Анна Викторовна
dokktor@list.ru

Дата поступления 19.04.2019.

Образец цитирования:

Коровкина А.В. Динамика накопления и перспектива применения растительных флавоноидов для профилактики окислительного стресса у населения Кольского Заполярья. Вестник уральской медицинской академической науки. 2019, Том 16, №2, с. 284–289, DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-284-289

regional production of adaptogenic drugs.

Keywords: flavonoids, accumulation dynamics, oxidative stress, free radical oxidation

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Anna V. Korovkina

dokktor@list.ru

Received 19.04.2019.

For citation:

Korovkina A.V. Vegetable flavonoids accumulation dynamics and their potential for the prevention of stress of the population of the Kola Arctic. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2019, Vol. 16, no. 2, pp. 284–289. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-284-289 (In Russ)

Введение

Территория Мурманской области находится за полярным кругом и относится к Атлантико-Арктической зоне умеренного климата [1]. Специфика ее условий заключается в сочетании неблагоприятных факторов естественного и антропогенного происхождения. Этот регион отличается дефицитом тепла, непродолжительным вегетационным периодом, неблагоприятными условиями освещения во время полярного дня и полярной ночи, ветреной погодой с большим количеством осадков. Большая облачность служит причиной снижения суммарного прихода солнечной радиации на 45-50% [2]. Вследствие того, что этот регион расположен в высоких (63-66° СШ) широтах, он практически целиком попадает в зону аврорального овала — области, где наиболее часто наблюдаются полярные сияния, обусловленные нестабильностью геомагнитного поля и повышенной активностью космической радиации, что, по распространенному мнению, является одной из основных причин хронического стресса человека на Севере [3].

С другой стороны, очевидно, важную роль в развитии «северного» стресса в Мурманской области играют нарушения природной среды объектами горнорудной и горнообогатительной промышленности, отходы которых загрязняют почвы, воздушный и водный бассейны [4].

Ухудшение экологической обстановки на Кольском полуострове отрицательно сказывается на здоровье местного населения, причем в последние годы данная зависимость становится все более явной. Поскольку проживание человека в экстремальных экологи-

географических условиях приводит к более интенсивному использованию и быстрому истощению его адаптационных ресурсов, осложняется течение хронических заболеваний, ускоряются процессы старения, сокращается продолжительность жизни. В связи с этим в последнее время именно для Мурманской области и других северных регионов России особое значение приобретает разработка новых способов повышения устойчивости организма, позволяющих сохранить высокий уровень работоспособности и здоровья местного населения.

Окислительный стресс (ОС), возникающий под действием неблагоприятных экзогенных факторов, а также в результате активации эндогенных генерации активных форм кислорода и азота, ослабления антиоксидантной защиты организма, рассматривается в настоящее время в качестве важного патогенетического звена при возникновении и развитии многочисленных заболеваний [5, 6]. Участие механизмов ОС в патогенезе большого числа заболеваний можно объяснить универсальностью и ключевой ролью окислительно-восстановительных реакций, происходящих в клетках организма как в нормальных условиях, так и при реализации типовых общепатологических процессов [5].

В нормальных естественных условиях антиоксидантная система (АОС) здорового организма способна полностью нейтрализовать вредное действие оксидантов. Старение, генетические и экологические факторы риска приводят к нарушению оксидант/антиоксидантного баланса организма человека и повышению уровня активных форм кислорода и азота [7]. При этом

происходит инактивация метаболических ферментов и окислительные повреждения биомолекул, включая липиды, белки, углеводы и ДНК/РНК, что ведет к изменениям как внутриклеточного, так и межклеточного гомеостаза, и далее к возможной гибели тканевых клеток или нарушению их нормального функционирования, что вызывает заболевания и преждевременное старение человека [8].

В процессах подавления оксидантного стресса принимает участие не только естественная антиоксидантная система, но и различные группы низкомолекулярных соединений и ферментов, в основном поступающих в организм с питанием. Вместе с тем, поскольку СРО участвует в регуляции митотической активности, иммунных реакциях, детоксикации ряда экзогенных соединений, апоптозе и т.д. [9], на мембранном уровне механизмы адаптации связаны с поддержанием физиологической активности СРО, включая не только анти-, но и прооксиданты [10].

Учитывая это, следует признать, что доминирование антиоксидантной активности над прооксидантной не может считаться исключительным условием формирования адаптивных реакций к действию экстремальных факторов внешней среды; скорее, в процессах адаптации более важную роль играет регуляция интенсивности радикалообразования и следующих за ним окислительных процессов. Среди различных групп биологически активных веществ особое внимание в связи с этим привлекают флавоноиды, включающие в себя как анти-, так и прооксидантные соединения [11].

Флавоноиды являются обширной группой полифенолов, широко распространенных у растений и представляющих важную составляющую механизма их неспецифических адаптаций к неблагоприятным условиям внешней среды. Антиоксидантное действие флавоноидов считается основным механизмом их действия [12]. Вследствие сходства мембранных механизмов повреждения и адаптаций растений и животных, растительные адаптогены с успехом применяются в медицинской практике [13].

Поскольку животные не способны к синтезу флавоноидов, а их искусственный синтез связан со значительными затратами, до сих пор растения являются единственными источниками этих адаптогенов. При этом представляет ценность именно комплекс флавоноидного пула, который обеспечивает поддержание физиологического баланса между процессами формирования и метаболизации активных форм кислорода и азота, но делает практически невозможным его искусственное воспроизводство.

Заметный рост заболеваемости и осложненного течения различных патологий, первопричиной которых является окислительный стресс [8] у жителей Мурманской области в последние годы [14] свидетельствует о насущной необходимости поиска новых источников флавоноидов растительного происхождения, способных повышать неспецифическую сопротивля-

емость организма человека к широкому спектру вредных воздействий физической, химической и биологической природы [15].

С практической стороны в целях рационального использования ресурсов лекарственного растения, важно определить количественное содержание флавоноидов, установить оптимальные сроки сбора сырья (период максимального накопления растительных адаптогенов), выявить морфологическую часть растения, наиболее богатую этими полифенолами.

В качестве возможного источника флавоноидов на территории Мурманской области являются растения горца Вейриха (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt), интродуцированных на Кольский полуостров в 20 годах XX в. Представители этого вида в настоящее время широко распространены по всей территории промышленно-освоенной части региона. Это растение является многолетним, что позволяет использовать плантации без пересева в течение 10 лет, холодостойким и морозостойким [16]. Растения горца Вейриха отличается быстрым ростом, высокой урожайностью зеленой массы, их ткани отличаются высоким содержанием флавоноидов [17]. В связи с вышеуказанными факторами эти растения были выбраны для дальнейших исследований.

Настоящая работа предназначена для изучения возможностей использования растений горца Вейриха в качестве источника флавоноидных соединений для производства адаптогенных препаратов в Мурманской области. На данном этапе проводилось определение количественного значения и динамики накопления флавоноидов в тканях различных органов этих растений в течение вегетационного сезона.

Материалы и методы

Материалом служили листья верхнего и среднего ярусов побегов, соцветия и корневища дикорастущих растений горца Вейриха (*Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt., сем. *Poligonaceae*), произрастающих на заповедной территории Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина (ПАБСИ), расположенного в районе г. Кировска.

Растительный материал собирали в середине июня и июля, а так же конце августа 2018 г. Сушка и хранение проводились согласно правилам сушки и хранения растительного лекарственного сырья [18].

Количественное определение флавоноидов проводили по методике В.В. Беликова, с реакцией комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия [19].

Для получения экстракта был применён классический метод экстрагирования — настаивание. Аналитическую пробу 0,5 г (точная навеска) измельченного и просеянного через сито с отверстиями диаметром 1,0 мм сырья помещали в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляли 50 мл 70% спирта этилового и настаивали в течение 24 часов. Спиртовые извлечения фильтровали через бумажный беззольный фильтр

с измерением объема полученного экстракта.

Далее в мерную пробирку вносили 0,1 мл экстракта, приливали 0,2 мл 2% раствора $AlCl_3$ в 96%-ном этиловом спирте и доводили объем до 5 мл этанолом такой же концентрации. В контрольном варианте к 0,1 мл экстракта приливали 1–2 капли 30%-ной уксусной кислоты и далее доводили объем до 5 мл. Растворы перемешивали и через 40 мин. измеряли оптическую плотность раствора с хлоридом алюминия на спектрофотометре КФК-3 при 415 нм в кювете с толщиной слоя 1 см, используя для сравнения раствор с кислотой [20]. Суммарное содержание флавоноидов (в % от массы воздушно-сухого сырья) определяли как $X (\%) = Y \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100 / M \cdot V_3 \cdot 10^6$, где Y — содержание флавоноидов в 1 мл испытываемого раствора, найденное по калибровочному графику, построенному по рутине, мкг; V_1 — объем экстракта, мл; V_2 — объем разведения, мл; V_3 — объем экстракта, взятый для анализа, мл; M — масса воздушно-сухого сырья, г.

Все анализы проводили в 3-кратной повторности. Полученные данные обрабатывались статистически с помощью стандартных компьютерных программ. Достоверность различий между сравниваемыми результатами оценивалась с использованием t-критерия при 5%-ном уровне значимости.

Результаты

Результаты изучения динамики накопления и определения количественного значения флавоноидов (% от веса высушенной ткани) в различных органах дикорастущих растений горца Вейриха на территории ПАБ-СИ в г. Кировск Мурманской области представлены на графике.

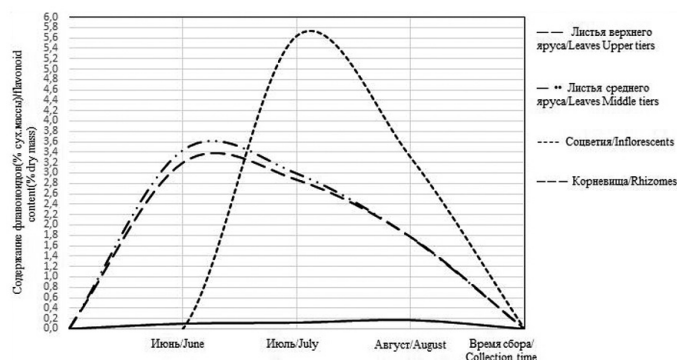


Рисунок 1. Динамика накопления и определения количественного значения флавоноидов (% от веса высушенной ткани) в различных органах дикорастущих растений горца Вейриха в 2018 г. (Кировск).

Figure 1. Dynamics of accumulation and determination of the quantitative value of flavonoids (% by weight of dried tissue) in various organs of wild plants of the *Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt. 2018. Kirovsk.

Данные, представленные на графике, свидетельствуют о различном содержании суммы флавоноидов в листьях верхнего и среднего яруса, соцветиях и корневищах. Содержание флавоноидов в надземных орга-

нах значительно выше, чем в корневищах. Максимальное количество флавоноидов (5,64%) наблюдается в соцветиях в период массового цветения со снижением к периоду плодоношения. Количество флавоноидов в листьях среднего и верхнего ярусов отличаются незначительно, с небольшим перевесом в сторону первых. Наибольшая концентрация флавоноидов в листьях отмечена в период бутонизации с постепенным снижением в течении всего вегетационного периода. Концентрация флавоноидов в корневищах незначительна, наблюдается небольшая тенденция к увеличению в период плодоношения.

Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований выявлено, что содержание флавоноидов в листьях и соцветиях горца Вейриха, произрастающего на территории ПАБ-СИ в г. Кировск Мурманской области может превышать 5% веса высушенной ткани. В плодах софоры японской (*Styphnolobium japonicum* L.), которые являются сейчас основным источником этих соединений, должно содержаться не менее 16% флавоноидов. Принимая во внимание высокую урожайность биомассы растений горца Вейриха, стремительную интенсивность роста, можно рассматривать их как перспективную фармакологически ценную культуру для Мурманской области. В связи с этим принципиальным является вопрос о динамике накопления флавоноидов этими растениями, решение которого позволит определить целесообразность и необходимую агротехнику введения их культуру и сроки сборов дикорастущих образцов.

Как следует из приведенных данных, флавоноиды встречаются во всех органах растения, но распределены неравномерно. В целом, содержание флавоноидов в надземных органах значительно выше, чем в корневищах и, соответственно, в качестве лекарственного сырья необходимо использовать надземные побеги.

Как показали результаты определения, в надземной части растений горец Вейриха во все периоды активной вегетации происходит постоянное изменение содержания флавоноидов, что подтверждает теорию циклического старения и омоложения растений Кренке [21]. В репродуктивных органах наибольшее содержание наблюдается в соцветиях в период массового цветения с их уменьшением практически на 41% к периоду плодоношения. В листьях верхнего и среднего ярусов наибольшее количество флавоноидов приходится на фазу бутонизации, с постепенным снижением к периоду плодоношения на 45 и 48% соответственно. Очевидно, увеличение концентрации флавоноидов в соцветиях при уменьшении содержания их в листьях, подтверждает мысль о том, что флавоноиды накапливаются в тех органах, которым требуется максимальная защита от стрессовых факторов [12].

Согласно общепринятым представлениям, активация синтеза регулирующих СРО адаптогенных комплексов является распространенной, возраст-зависимой при-

способительной реакцией растений. Фоновый уровень необходимой для жизнедеятельности клетки активности СРО, который модулируется ее локальными вариациями, вызванными внешними стимулами, изменяется, обычно увеличиваясь с возрастом. СРО мембранных липидов, таким образом, является универсальным механизмом стрессовых состояний и старения растения.

Принимая во внимание различия по содержанию флавоноидов, выявленные нами при сравнении вегетативных и генеративных органов на разных стадиях вегетации, можно интерпретировать с точки зрения модуляции возрастных изменений содержания флавоноидного комплекса внешними воздействиями.

Сведения о возрастных основах динамики накопления флавоноидов могут использоваться при создании экологически безопасной технологии подготовки сырьевой базы для регионального производства флавоноидных препаратов.

Выводы

1. Растения горца Вейриха, произрастающие в Мурманской области, могут быть использованы в качестве сырьевой основы для создания местного производства флавоноидных препаратов, необходимых для профилактики окислительного стресса в арктических регионах.

2. Наиболее перспективными в качестве источников флавоноидов являются ткани соцветий в период массового цветения и листья в период бутонизации.

3. Особенности накопления флавоноидов в этих тканях связаны с изменениями возрастного состояния органов растений.

Результаты настоящего исследования могут использоваться в качестве теоретической основы технологий производства адаптогенных препаратов в условиях Кольского Заполярья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексные климатические стратегии для устойчивого развития регионов российской Арктики в условиях изменения климата (модельный пример Мурманской области). Москва: Программа развития ООН в России, Российский региональный экологический центр, 2009.

2. Жиров В.К., Голубева Е.И., Говорова А.Ф., Хайтбаев А.Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Крайнем Севере. Москва: Наука. 2007.

3. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Экологически обусловленный северный стресс (синдром полярного напряжения). Проблемы здравоохранения и социального развития арктической зоны России. 2011. С. 69-82.

4. Жиров В.К., Кузьмин А.В., Руденко С.М., Костюк В.И., Кашулин П.А., Жибоедов П.М. и др. Адаптация и возрастная изменчивость растений на Севере. Апатиты. КНЦ РАН. 2001.

5. Меньшикова Е.Б., Зенков Н.К., Ланкин В.З., Бондарь И.А., Труфакин В.А. Окислительный стресс: Патологические состояния и заболевания. Новосибирск: АРТА; 2008

6. Донцов В.И., Крутько В.Н., Мрикаев Б.М., Уханов С.В. Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении. Тр. ИСА РАН. 2006; 19: 50-69.

7. Youngyo K., Youjin Je .Flavonoid intake and mortality from cardiovascular disease and all causes: A meta-analysis of prospective cohort studies. 2017. Vol 20. pp 68-77. DOI 10.1016/j.clnesp.2017.03.004.

8. Ходос М.Я., Казаков Я.Е., Видревич М.Б., Брайнина Х.З. Окислительный стресс и его роль в патогенезе. Вестник уральской медицинской академической науки. 2017, Том 14, №4, с. 381–398, DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-39

9. Луцкий М.А., Куксова Т.В., Смелянец М.А., Лушников Ю.П. Свободно-радикальное окисление липи-

REFERENCES

1. Integrated climate strategies for sustainable development of the Russian Arctic regions in the context of climate change (a model example of the Murmansk region). Moscow: Programma razvitiya OON v Rossii, Rossijskij regional'nyj ehkologicheskij centr; 2009. (in Russ).

2. Zhiron V.K., Golubeva E.I., Govorova A.F., Xaitbaev A.X. Structural and functional changes of vegetation in the conditions of technogenic pollution in the Far North. Moscow: Nauka; 2007. (in Russ).

3. Hasnulin V.I., Hasnulin P.V. Ecologically caused Northern stress (polar stress syndrome). Problemy` zdravooxraneniya i social`nogo razvitiya arkticheskoy zony` Rossii. 2011. pp 69-82. (in Russ).

4. Zhiron V.K., Kuz`min A.V., Rudenko S.M., Kostyuk V.I., Kashulin P.A., Zhiboedov P.M. Adaptation and age variability of plants in the North. Apatites. KNCZ RAN.2001.

5. Men`shhikova E.B., Zenkov N.K., Lankin V.Z., Bondar`I.A., Trufakin V.A. Oxidative stress: Pathological conditions and diseases. Novosibirsk: Artra; 2008. (in Russ).

6. Donczov V.I., Krut`ko V.N., Mrikaev B.M., Uxanov S.V. Active forms of oxygen as a system: value in physiology, pathology and natural aging. Tr. ISA RAN. 2006; 19, pp. 50-69. (in Russ).

7. Youngyo K., Youjin Je .Flavonoid intake and mortality from cardiovascular disease and all causes: A meta-analysis of prospective cohort studies.2017. Vol 20. pp 68-77. DOI 10.1016/j.clnesp.2017.03.004.

8. Khodos M.Ya., Kazakov Ya.E., Vidrevich M.B., Brainina Kh.Z. Oxidative stress and its role in pathogenesis. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. Journal of Ural Medical Academic Science. 2017, Vol. 14, no. 4, pp. 381–398. DOI:10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-398 (in Russ).

9. Luczkij M.A., Kuksova T.V., Smelyanecz M.A.,

дов и белков — универсальный процесс жизнедеятельности организма. Успехи современного естествознания. №12, 2014.

10. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений. Самара: ООО Офорт 2012.

11. Luis A. del Rio. ROS and RNS in plant physiology: an overview. Journal of Experimental Botany. 2015. vol. 10. pp. 2828-2837. DOI 10.1093/jxb/erv099.

12. Panche A.N., Diwan, A.D., Chandra S.R. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science. 2016., vol. 5, DOI 10.1017/jns.2016.41.

13. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушино: Synchronobook, 2013.

14. Статистический ежегодник. Мурманск: Мурманскстат 2016.

15. Zhang, H., Tsao, R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. Current Opinion in Food Science. 2016. Vol 8. pp 33-42. DOI 10.1016/j.cofs.2016.02.002.

16. Ефремов В.В. Продуктивность горца Вейриха в полевом кормопроизводстве. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20, стр. 30-32.

17. Жибоедов П.М. Изучение эндогенных соединений, модифицирующих свободно-радикальное окисление. Апатиты, 1991 г.

18. ГОСТ 177768-90. Средства лекарственные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Москва: Издательство стандартов, 2003.

19. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений. Фармация. 1:66-73, 1970 г.

20. Высочина Г.И., Шалдаева Т.М., Коцупий О.В., Храмова Е.П. Флавоноиды мари белой (*Chenopodium album* L.), произрастающей в Сибири. Химия растительного сырья. 2009 №4. С. 107–112.

21. Кренке И.П. Теория циклического старения и омоложения растений и ее практическое применение. ОГИЗ Сельхозгиз. 1940.

Lushnikova Yu.P. Freeradical oxidation of lipids and proteins is a universal process of vital activity of the organism. Uspexi sovremennogo estestvoznaniya, no.12, 2014. (in Russ).

10. Kurkina A.V. Flavonoids of plants of the Pharmacopoeia. Samara: ООО Офорт 2012. (in Russ).

11. Luis A. del Rio. ROS and RNS in plant physiology: an overview. Journal of Experimental Botany. 2015. vol. 10. pp. 2828-2837. DOI 10.1093/jxb/erv099.

12. Panche A.N., Diwan A. D. Chandra S.R. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science. 2016, vol. 5, DOI 10.1017/jns.2016.41.

13. Taraxovskij Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov E.N. Flavonoids: biochemistry, Biophysics, medicine. Pushchino: Sunchrobook, 2013. (in Russ).

14. Statistical yearbook. Murmansk: Murmanskstat 2016. (in Russ).

15. Zhang, H., Tsao, R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. Current Opinion in Food Science. 2016. Vol. 8. pp. 33-42. DOI 10.1016/j.cofs.2016.02.002.

16. Efremov V.V. Productivity *Poligonum weyrichii* Fr. Schmidt in field fodder production. Aktual'ny'e voprosy' sovershenstvovaniya texnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo xozyajstva. 2018. No. 20 pp. 30-32. (in Russ).

17. Zhiboedov P.M. The study of endogenous compounds, modifying free-radical oxidation. Apatity, 1991. (In Russ).

18. State Standard 177768-90. Drugs. Packaging, marking, transportation and storage. Moscow: Standartinform Publ., 2003. (In Russ).

19. Belikov V.V., Shrajber M.S. Methods of analysis of flavonoid compounds. Farmaciya. 1:66-73, 1970. (In Russ).

20. Vy'sochina G.I., Shaldaeva T.M., Koczupij O.V., Xramova E.P. Marie white flavonoids (*Chenopodium album* L.), native to Siberia. Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya. 2009. No. 4, pp. 107-112. (In Russ).

21. Krenke I.P. Theory of cyclic aging and rejuvenation of plants and its practical application. OGI Z Sel'xozgiz. 1940. (In Russ).

Автор

Коровкина Анна Викторовна
Лаборатория медицинских и биологических технологий
Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
Младший научный сотрудник
Российская Федерация, 184209, Мурманская область,
г. Апатиты, микрорайон Академгородок, д. 41а
dokktor@list.ru

Author

Anna V. Korovkina
Laboratory for medical and biological technologies, the
Federal Research Centre "Kola Science Centre of the
Russian Academy of Sciences"
Junior research assistant
Akademgorodok, 41a, Apatity, Russian Federation 184209
dokktor@list.ru