

# ЭКОЛОГО-ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТКОВ БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ *SAMBUCUS NIGRA* L. В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

**Н.А. Виноградова**

Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького,  
Донецк, ДНР

Эл. почта: Arina0@meta.ua

Статья поступила в редакцию 15.10.2021; принята к печати 15.11.2021

Исследовано влияние условий урбанизированной среды (Донецкий регион) на содержание биологически активных веществ, тяжелых металлов и антиоксидантную активность цветков бузины черной *Sambucus nigra* L. Содержание свинца, кадмия и ртути во всех анализированных образцах не превышает предельно допустимое для лекарственного растительного сырья, при этом выявлено снижение коэффициентов накопления свинца и кадмия при повышении уровня этих токсикантов в почве, а концентрация ртути не зависит от зоны произрастания растений. Содержание действующих веществ во всех цветках *S. nigra*, заготовленных на Донбассе, соответствует требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации. При этом в условиях урбанизированной среды в цветках *S. nigra* выявлено повышение содержания каротиноидов, флавоноидов и оксикоричных кислот, уменьшение содержания других фенольных соединений (антоцианов и танинов), а концентрации аскорбиновой и свободных органических кислот максимальны при умеренной техногенной нагрузке. Выявлена высокая антиоксидантная активность цветков *S. nigra*, причем наибольшей активностью обладают цветки, заготовленные в условиях умеренной антропогенной нагрузки. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования в фармации растений *S. nigra*, произрастающих в условиях урбанизированной среды Донбасса.

**Ключевые слова:** бузина черная, урбанизированная среда, биологически активные вещества, антиоксидантная активность, тяжелые металлы.

## ECOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BLACK ELDERBERRY (*SAMBUCUS NIGRA* L.) FLOWERS UNDER URBANIZED CONDITIONS

**N.A. Vinogradova**

Maxim Gorky National Medical University of Donetsk, Donetsk Peoples' Republic

E-mail: Arina0@meta.ua

The impacts of the urbanized environment of Donetsk region on the contents of biologically active substances and heavy metals in black elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers and on the total antioxidant activity of their preparations were evaluated. The contents of lead, cadmium and mercury in all samples studied were within the tolerable limits specified for herbal medicinal raw products. The accumulation coefficients of lead and cadmium were found to decrease with increasing soil levels of these toxicants, whereas the level of mercury did not depend on the degree of soil pollution. The contents of active substances in all samples collected in Donbas conform to the requirements of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation. In fact, the contents of carotenoids, flavonoids and hydroxycinnamic acids are increased in *S. nigra* flowers collected in urbanized areas; however, the contents of other phenolic substances (anthocyanins and tannins) are decreased. The contents of ascorbic and free organic acids are highest under moderately urbanized conditions, so as the antioxidant activity of *S. nigra* flower preparations is. The results suggest that prospects for the pharmaceutical use of *S. nigra* flowers collected in urbanized areas of Donbas are promising.

**Keywords:** black elderberry, urbanized environment, biologically active substances, antioxidant activity, heavy metals.

### Введение

В настоящее время каждый третий лекарственный препарат на мировом рынке изготовлен на основе растительного сырья [8]. Преимуществами фитопрепаратов перед синтетическими являются широкий

спектр действия, малая токсичность, возможность длительного применения без существенных побочных явлений [12]. Сокращение территорий, не испытывающих антропогенной нагрузки, обуславливает необходимость анализа возможности использования

лекарственных растений, произрастающих в урбанизированной среде. Актуальным это является для такого крупного горнопромышленного региона на востоке Европы, как Донбасс.

Бузина черная (*Sambucus nigra* L.) – вид, часто встречающийся в урбанизированной среде. Его достоинствами являются неприхотливость к условиям произрастания, устойчивость к техногенной нагрузке и высокая декоративность на протяжении всего сезона вегетации [11, 18]. Необходимо отметить широкое применение *S. nigra* для лечения и профилактики респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, а также при диабете и ожирении [22]. Цветки *S. nigra* разрешены для использования в официальной медицине, о чем свидетельствует наличие соответствующей фармакопейной статьи в Государственной фармакопее Российской Федерации последнего (XIV) издания [4]. Настой цветков *S. nigra* применяют как потогонное и диуретическое средство, экстракт входит в состав комплексных лекарственных препаратов (Ново-Пассит, Синупрет и др.). Однако, несмотря на достаточные сырьевые запасы растений *S. nigra* на территории Донбасса, их использование в лечебных целях ограничено антропогенной трансформацией природной среды региона. Донбасс характеризуется высокой плотностью населения, насыщенностью транспортными коммуникациями и степенью хозяйственного освоения территории. Заготовленное в таких условиях лекарственное растительное сырье может являться источником поступления токсичных веществ в организм человека.

К числу основных загрязнителей городских экосистем относятся тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях, способные к биоаккумуляции и не поддающиеся биологическому разложению [14]. Из них основными фитотоксикантами считаются свинец, кадмий и ртуть, именно их содержание нормируется в лекарственном растительном сырье при оценке его чистоты [4]. Содержание тяжелых металлов в растениях во многом зависит от концентрации их подвижных форм в почве. Такие исследования позволяют отследить антропогенное загрязнение почв, представляющее угрозу для растений и человека (в случае использования этих растений в пищу или изготовления лекарственных препаратов на их основе). Кроме того, необходимо проанализировать влияние условий урбанизированной среды на содержание в растениях биологически активных веществ, обуславливающих их терапевтическое действие. Поскольку многие из фармакологически ценных веществ играют существенную роль в формировании экологической устойчивости растений, их концентрация может значительно изменяться в условиях антропогенной нагрузки [1].

Особый интерес вызывает антиоксидантная активность бузины, обусловленная содержанием фенольных соединений [6, 19, 24]. Поскольку известна существенная роль этих метаболитов в адаптации растений к стрессовым факторам [17], интересно проследить изменение концентраций различных групп фенольных соединений под влиянием антропогенной нагрузки. Это позволит расширить понимание формирования толерантности *S. nigra* к условиям урбанизированной среды, а также оценить целесообразность их использования в качестве источника антиоксидантов.

**Целью исследования** стало изучение влияния условий урбанизированной среды на химический состав, антиоксидантную активность и содержание тяжелых металлов в цветках *S. nigra*.

### Материалы и методы

Цветки *S. nigra* заготавливали в период массового цветения в зонах Донбасса, значительно отличающихся по интенсивности антропогенного прессинга: в сельской местности вблизи поселка Павлоградское (зона, выбранная в качестве контроля); в искусственной экосистеме Донецкого ботанического сада, расположенного на окраине г. Донецка (зона умеренной антропогенной нагрузки); в аллейном насаждении вдоль городской автотрассы с интенсивным движением (зона сильной антропогенной нагрузки).

Поскольку можно предположить, что сырье растений, произрастающих на урбанизированной территории, будет загрязнено тяжелыми металлами и представлять опасность для здоровья человека, в цветках было определено содержание свинца, кадмия и ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии [4]. С целью исследования особенностей накопления тяжелых металлов *S. nigra* в условиях антропогенной нагрузки различной интенсивности, атомно-абсорбционной спектроскопией определяли содержание подвижных (наиболее доступных растениям) форм металлов в почве. Для этого образцы почв отбирали из корнеобитаемого слоя на глубине 0–10 см. Экстракцию подвижных форм металлов проводили ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 [4].

Для оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами целесообразно использовать сравнение с их фоновым содержанием в конкретном регионе. В частности, это необходимо при анализе уровня подвижной формы кадмия, для которой в настоящее время отсутствует общепринятая ПДК. Ранее нами было предложено в качестве фоновых концентраций для Донецкого региона использовать 0,1 мг/кг свинца и 0,3 мг/кг кадмия (содержание в почве урочища «Балка Певчая» – зоны региона, максимально отдаленной от техногенных источников загрязнения) [23]. С использованием этих значений были рассчитаны коэффициенты техногенной концентрации токсикантов и суммарные

показатели загрязнения, для растительного материала рассчитаны коэффициенты биологического накопления тяжелых металлов [9, 13].

Для определения содержания аскорбиновой кислоты и танидов (в пересчете на танин) использовали фармакопейные титриметрические методы, содержание флавоноидов (в пересчете на рутин), антоцианов (в пересчете на цианидина-3-глюкозид) и оксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую кислоту) определяли спектрофотометрически, влажность и сумму экстрактивных веществ – гравиметрически [4]. Содержание каротиноидов (в пересчете на  $\beta$ -каротин) определяли спектрофотометрически [3], свободных органических кислот (в пересчете на яблочную кислоту) – титриметрически [2]. Все расчеты по содержанию биологически активных веществ приведены на абсолютно сухую массу.

О суммарной антиоксидантной активности растительного материала судили по его способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* в щелочной среде и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода в среде [16]. Полученные данные представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок. Статистическую значимость различий между содержанием биологически активных веществ в цветках растений *S. nigra*, произрастающих в условиях умеренной и сильной антропогенной нагрузки, и контролем определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента.

## Результаты и обсуждение

При анализе возможности использования в лечебных целях растений, произрастающих на урбанизированной территории, в первую очередь необходимо оценить содержание в них токсичных веществ. Согласно действующим требованиям Российской Федерации в растительном сырье, предназначенном для изготовления лекарственных препаратов, нормируют содержание таких тяжелых металлов, как свинец (не более 6,0 мг/кг), кадмий (не более 1,0 мг/кг) и ртуть (не более 0,1 мг/кг) [4]. Именно эти металлы являются основными загрязнителями городских экосистем.

Для прогнозирования чистоты растительного материала целесообразно определять в почве содержание подвижных (наиболее доступных растениям) форм тяжелых металлов, тогда как исследование уровня валовых форм металлов недостаточно информативно. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Во всех исследуемых образцах почв Донецкого региона концентрация подвижной формы свинца не превышает 0,5 ПДК, что соответствует 1-й группе по загрязненности почв [5]. При этом в почве, прилегающей к автотрассе, уровень свинца в 2 раза выше, чем в почве зоны условного контроля. Что касается кадмия, то выявлен значительный рост концентрации этого

токсиканта в условиях урбанизированной среды (в 6,8 раза при сильной антропогенной нагрузке), что позволяет рассматривать эти почвы как загрязненные.

В условиях урбанизированной среды выявлено увеличение коэффициентов техногенной концентрации кадмия (более чем в 6 раз) и свинца (в 2 раза), что свидетельствует о повышении опасности загрязнения. Суммарный показатель загрязнения составляет 4 для почвы зоны умеренной антропогенной нагрузки и 14 – для сильной, что согласно шкале [7] позволяет отнести исследуемые почвы к категории допустимых по степени загрязнения (суммарный показатель загрязнения не превышает 16). Надо отметить, что суммарный показатель загрязнения почвы зоны сильной антропогенной нагрузки приближается к категории умеренно опасных (средний уровень загрязнения).

Оценка уровня тяжелых металлов в растениях *S. nigra*, произрастающих в различных по интенсивности антропогенной нагрузки зонах (табл. 2), показывает особенности, отличные от их содержания в почве. Это может быть обусловлено тем, что для исследования выбраны цветки бузины, так как именно они используются для изготовления лекарственных препаратов.

Для анализа способности *S. nigra* поглощать металлы были рассчитаны коэффициенты биологического накопления, равные отношению концентрации токсиканта в растении к таковому в почве [9]. Для всех анализируемых цветков *S. nigra* коэффициент накопления свинца превышает единицу. Интересно, что наименьший коэффициент накопления свинца выявлен для цветков, заготовленных в условиях сильной антропогенной нагрузки, что свидетельствует о способности *S. nigra* ограничивать поступление этого токсиканта в генеративные органы при повышении его уровня в почве. В условиях умеренной антропогенной нагрузки такая же закономерность прослеживается и для кадмия (коэффициент накопления в 34 раза ниже, чем в контроле). Однако при дальнейшем резком возрастании концентрации этого токсиканта в почве (более чем в 6 раз по сравнению с контролем) растение уже не может ограничить его поступление, и концентрация кадмия в цветках начинает увеличиваться. Кроме того в цветках *S. nigra* обнаружена ртуть, причем ее концентрация одинакова для всех исследуемых образцов и не зависит от зоны сбора.

Очень важно, что содержание кадмия, свинца и ртути во всех анализируемых цветках *S. nigra* не превышает ПДК для лекарственного растительного сырья, что свидетельствует о возможности их использования в фармации.

Также при использовании лекарственных растений, произрастающих в условиях урбанизированной среды, необходимо оценить их соответствие требованиям нормативной документации по содержанию

Табл. 1

## Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах Донецкого региона

Интенсивность антропогенной нагрузки	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			Коэффициент техногенной концентрации		Суммарный показатель загрязнения
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	
Контроль	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,12	Менее 0,01	3,0	1,3	3,3
Умеренная	0,3 ± 0,1	0,6 ± 0,3	Менее 0,01	3,0	2,0	4,0
Сильная	0,6 ± 0,3	2,7 ± 0,8	Менее 0,01	6,0	9,0	14,0

Табл. 2

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в цветках растений *Sambucus nigra* L., произрастающих на территории Донецкого региона

Интенсивность антропогенной нагрузки	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			Коэффициент биологического накопления	
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd
Контроль	0,6 ± 0,2	0,027 ± 0,001	0,02 ± 0,001	2,00	0,068
Умеренная	0,7 ± 0,3	0,001 ± 0,0001	0,02 ± 0,001	2,33	0,002
Сильная	0,7 ± 0,2	0,028 ± 0,001	0,02 ± 0,001	1,17	0,010

Табл. 3

Содержание биологически активных веществ в цветках *Sambucus nigra* L. в зависимости от интенсивности антропогенной нагрузки (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Группа биологически активных веществ	Интенсивность антропогенной нагрузки		
	Контроль	Умеренная	Сильная
Аскорбиновая кислота	0,36 ± 0,02	0,43 ± 0,2*	0,29 ± 0,01*
Флавоноиды	2,06 ± 0,05	2,37 ± 0,05**	2,81 ± 0,012***
Таниды	10,15 ± 0,28	9,15 ± 0,21***	7,69 ± 0,29*
Свободные органические кислоты	9,97 ± 0,38	12,37 ± 0,55**	8,76 ± 0,35*
Каротиноиды (в мг%)	0,028 ± 0,001	0,036 ± 0,001***	0,040 ± 0,001***
Антоцианы	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,12 ± 0,01**
Оксикоричные кислоты	1,24 ± 0,01	1,28 ± 0,01*	1,30 ± 0,02*
Экстрактивные вещества, извлекаемые водой	30,53 ± 0,76	32,96 ± 1,36	36,70 ± 1,22**

Примечание: достоверность отличий от контроля: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

действующих веществ, так как именно они обуславливают фармакологическую ценность растительного материала. Большинство биологически активных веществ принимают участие в адаптации растений к условиям окружающей среды, что может обуславливать существенное изменение их содержания в растениях, испытывающих антропогенную нагрузку [17].

Результаты определения содержания основных групп биологически активных веществ в цветках растений *S. nigra*, произрастающих в условиях различного уровня антропогенной нагрузки, представлены в таблице 3.

Полученные результаты позволяют установить значительные различия в содержании многих групп биологически активных веществ в цветках *S. nigra* в зависимости от интенсивности антропогенной нагрузки на растения. В условиях городской среды наблюдается повышение уровня каротиноидов и таких фенольных соединений, как флавоноиды и оксикоричные кислоты, обладающих антиоксидантным действием. На фоне этого уменьшаются концентрации других исследованных фенольных метаболитов (танидов и антоцианов), по всей видимости, менее эффективных в наблюдаемых условиях, что можно объяснить общим путем биосинтеза всех фенольных соединений. Интересная динамика наблюдается для аскорбиновой и свободных органических кислот: их концентрация при умеренной антропогенной нагрузке выше контроля, а при сильной – ниже. Вероятно, это обусловлено расходом аскорбиновой кислоты в реакциях нейтрализации свободных радикалов, а органических кислот – на связывание тяжелых металлов в условиях увеличения их уровня в цветках.

Согласно Государственной фармакопее Российской Федерации стандартизация цветков *S. nigra* проводится по содержанию экстрактивных веществ, извлекаемых водой (не менее 30%), и флавоноидов (не менее 2%) [4]. Как видно из табл. 3, все исследуемые цветки, заготовленные на Донбассе, соответствуют

этим требованиям. Концентрация и флавоноидов, и экстрактивных веществ увеличивается в условиях антропогенной нагрузки.

Выявленное нами повышенное содержание биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, в цветках растений *S. nigra*, произрастающих в городской среде, позволяет прогнозировать увеличение их способности ингибировать свободнорадикальные процессы. Это очень важно, так как универсальной реакцией всех живых организмов на воздействие неблагоприятных факторов является интенсификация свободнорадикального окисления, что приводит к развитию окислительного стресса. Устойчивость растений к условиям урбанизированной среды во многом зависит от функционирования антиоксидантной системы, важной частью которой являются низкомолекулярные антиоксиданты [10]. Растения, у которых наблюдается уменьшение концентрации низкомолекулярных антиоксидантов, являются гиперчувствительными к стрессовому воздействию [17]. Кроме того, антиоксидантная активность лекарственных растений вносит значительный вклад в их терапевтическое действие [21].

Избыточное образование свободных радикалов в организме человека может быть вызвано повышенным радиационным фоном, загрязнением окружающей среды, курением, физической нагрузкой, стрессом. Вышедшее из-под контроля свободнорадикальное окисление предшествует или сопутствует более 200 различным заболеваниям (сердечно-сосудистым, онкологическим, сахарному диабету, воспалительным, ревматоидным, нейродегенеративным и др.), а также преждевременному старению [15]. Контроль количества свободных радикалов осуществляет антиоксидантная система.

Эффективными источниками антиоксидантов являются растения [20]. Надо отметить, что исследований суммарной антиоксидантной активности растительного материала гораздо меньше, чем исследований

Табл. 4

**Антиоксидантная активность цветков *Sambucus nigra* L. в зависимости от интенсивности антропогенной нагрузки**

Длительность инкубации	Степень ингибирования аутоокисления адреналина (%)		
	Контроль	Антропогенная нагрузка	
		Умеренная	Сильная
3 минуты	53,95 ± 1,33	63,82 ± 2,04**	54,01 ± 1,15
5 минут	43,82 ± 1,38	63,48 ± 1,40***	46,63 ± 1,03
7 минут	45,0 ± 1,39	61,0 ± 2,11***	42,5 ± 1,04

Примечание: достоверность отличий от контроля: \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

содержания отдельных веществ-антиоксидантов. Но такие исследования важны, так как суммарная антиоксидантная активность зависит от взаимного влияния антиоксидантов различной природы друг на друга, а не только от их концентраций. В табл. 4 представлены результаты определения антиоксидантной активности (по ингибированию аутоокисления адреналина) цветков растений *S. nigra* из мест произрастания, различающихся по уровню антропогенной нагрузки.

Выявлена высокая антиоксидантная активность у всех анализируемых цветков *S. nigra*, что обуславливает их ценность в качестве источника антиоксидантов. Максимальную способность нейтрализовать свободные радикалы проявляют цветки, заготовленные в зоне умеренной антропогенной нагрузки. Это может быть частично связано с повышением концентрации ряда низкомолекулярных антиоксидантов, что может обуславливать толерантность растений этого вида к урбанизированной среде Донецкого региона.

### Выводы

В условиях сильной антропогенной нагрузки коэффициенты биологического накопления свинца и кадмия цветками *S. nigra* снижаются по сравнению с контролем, что свидетельствует о наличии механизмов, ограничивающих поступление токсикантов в генеративные органы при их повышенном содержании в почве. В цветках обнаружено наличие ртути, концентрация которой не зависит от зоны произрастания растений. Несмотря на выявленное накопление свинца

цветками *S. nigra* (коэффициент биологического накопления превышает единицу), содержание тяжелых металлов во всех анализируемых цветках не превышает ПДК для лекарственного растительного сырья, что обуславливает их безопасность для использования в фармацевтическом производстве.

В цветках растений *S. nigra*, произрастающих в условиях урбанизированной среды, выявлен повышенный уровень каротиноидов, оксикоричных кислот и флавоноидов, что свидетельствует об их значительном вкладе в антиоксидантную систему растений этого вида. При этом снижаются уровни танинов и антоцианов – низкомолекулярных антиоксидантов, менее эффективных в наблюдаемых условиях. Содержание действующих веществ в цветках *S. nigra*, заготовленных в различных по интенсивности антропогенной нагрузки зонах Донбасса, соответствует требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации, что обуславливает их фармакологическую ценность.

Все анализируемые цветки *S. nigra* проявляют высокую антиоксидантную активность, что говорит о перспективности их использования в качестве источника антиоксидантов. Наибольшая активность выявлена для цветков, заготовленных в условиях умеренной антропогенной нагрузки, что частично связано с повышением концентрации ряда низкомолекулярных антиоксидантов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования в фармации растений *S. nigra*, произрастающих в условиях урбанизированной среды Донбасса.

### Литература

#### Список русскоязычной литературы

1. Бухарина ИЛ, Кузьмина АМ, Кузьмин ПА. Особенности содержания танинов в листьях древесных растений в техногенной среде. Химия растительного сырья. 2015;(4):71-6. doi: 10.14258/jcprgm.201504711.
2. ГОСТ 1994-93. Плоды шиповника. Технические условия. М.: Изд-во стандартов; 1995.
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь. 2. Молодечно: Победа; 2008.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М.; 2018.
5. Державин ЛМ, Булгакова ДС, ред. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех»; 2003.
6. Кочикян АТ, Ананикян ВВ, Ерибескян МИ, Топчян АВ, Ревазова ЛВ. Изучение антирадикальной активности некоторых лекарственных и пищевых растений. Медицинская наука Армении. 2009;49(3):126-31.
7. Методические указания 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.; 1999.
8. Оленина НГ, Михеева НС, Крутикова НМ. Особенности экспертизы «польза/риск» лекарственных растительных препаратов: анализ регистрационных досье. Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2018;8(2):84-91. doi: 10.30895/1991-2919-2018-8-2-84-91.
9. Перельман АИ. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа; 1975.
10. Радюкина НЛ. Функционирование антиоксидантной системы дикорастущих видов растений при кратковременном действии стрессоров (диссертация). Москва; 2015.

11. Савушкина ИГ, Леонов ВВ. Перспективные представители семейства Caprifoliaceae A.L. Jussien для озеленения в условиях предгорного Крыма. Ученые записки Таврического национального ун-та им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2009;22(3):130-9.
12. Самбукова ТВ, Овчинников БВ, Ганапольский ВП, Ятманов АН, Шабанов ПД. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии. Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2017.15(2):56–63. doi: 10.17816/RCF15256-63.
13. Самойленко ГЮ. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах, сопряженных средах и дикорастущих растениях из экосистем в условиях урбанизированной территории Восточного Забайкалья: автореф. канд. дисс. Томск; 2020.
14. Скворцова ТА. Содержание тяжелых металлов в плодах *Rosa majalis* Herrm., произрастающего в парковых зонах города Оренбурга. Вестник Оренбургского государственного университета. 2017;(8):80-3.
15. Фархутдинова ЛМ. Окислительный стресс. История вопроса. Вестник Академии наук РБ. 2015.20(1):42-9.
16. Хасанова СР, Плеханова ТИ, Гашимова ДТ, Галиахметова ЭХ, Клыш ЕА. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов. Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2007;(1):163-6.
6. Kochikyan AT, Ananikyan VV, Eribekyan MI, Topchyan AV, Revazova LV. [Investigation of the antiradical activity of some medicinal and food plants]. Meditsinskaya Nauka Armenii. 2009;49(3):126-31. (In Russ.)
7. Metodicheskiye Ukazaniya 2.1.7.730-99. Gigiyenicheskaya Otsenka Kachestva Pochvy Naselennykh Mest. [Methodical Instructions 2.1.7.730-99. Hygienic Assessment of Soil Quality in Populated Areas]. Moscow; 1999. (In Russ.)
8. Olenina NG, Mikheeva NS, Krutikova NM. [Specific aspects of benefit-risk evaluation of herbal medicinal products: Analysis of registration dossiers]. Vedomosti Nauchnogo Tsentra Ekspertizy Sredstv Meditsinskogo Primeneniya. 2018;8(2):84-91. doi: 10.30895/1991-2919-2018-8-2-84-91. (In Russ.)
9. Perelman AI. Geokhimiya Landshafta. [Landscape Geochemistry]. Moscow: Vysshaya Shkola; 1975. (In Russ.)
10. Radyukina NL. [Functioning of the antioxidant system of wild-growing plant species under short-term action of stressors (dissertation)]. Moscow; 2015. (In Russ.)
11. Savushkina IG, Leonov VV. [Prospective members of the family Caprifoliaceae A.L. Jussien for planting in the Foothill Crimea]. Uchenye Zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya Biologiya, Khimiya. 2009;22(3):130-9. (In Russ.)
12. Sambukova TV, Ovchinnikov BV, Ganapolskiy VP, Yatmanov AN, Shabanov PD. [Prospects for phytopreparations (botanicals) use in modern pharmacology]. Obzory po Klinicheskoy Farmakologii i Lekarstvennoy Terapii. 2017.15(2):56-63. doi: 10.17816/RCF15256-63. (In Russ.)
13. Samoylenko GYu. [Characteristics of the Accumulation and Distribution of Heavy Metals in Soils, Conjugated Environments and Wild Plants from Ecosystems in the Urbanized Territory of Eastern Trans-Baykal]. PhD Theses. Tomsk; 2020. (In Russ.)
14. Skvortsova TA. [The content of heavy metals in the fruits of *Rosa majalis* Herrm. growing in the park areas of the city of Orenburg]. Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta. 2017;(8):80-3. (In Russ.)
15. Farkhutdinova LM. [Oxidative stress. History of research]. Vestnik Akademii Nauk Respubliki Bashkortostan. 2015;20(1):42-9. (In Russ.)
16. Khasanova SR, Plekhanova TI, Gashimova DT, Galiakhmetova EK, Klysh EA. [Comparative study of the antioxidant activity of plant collections]. Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. 2007;(1):163-6. (In Russ.)

#### Общий список литературы/Reference List

1. Bukharina IL, Kuzmina AM, Kuzmin PA. [Characteristics of the content of tannins in leaves of woody plants in a technogenic environment]. Khimiya Rastitelnogo Syrya. 2015;(4):71-6. doi: 10.14258/jcprm.201504711. (In Russ.)
2. GOST 1994-93. Plody Shipovnika. Tekhnicheskie usloviya. [Fructus Rosae. Technical Specifications]. Moscow: Izdatelstvo Standartov, 1995. (In Russ.)
3. Gosudarstvennaya Farmakopeya Respubliki Belarus. [State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus]. 2. Molodechno: Pobeda; 2008. (In Russ.)
4. Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. XIV ed. Moscow; 2018. (In Russ.)
5. Derzhavin LM, Bulgakova DS, eds. Metodicheskie Ukazaniya po Provedeniyu Kompleksnogo Monitoringa Plodorodiya Pochv Zemel Selskokhozyaystvennogo Naznacheniya. [Methodological Instructions for Comprehensive Monitoring of Soil Fertility of Agricultural Lands]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh»; 2003. (In Russ.)

