

УДК 504.054:574.24:615.322
DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-57-64

ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛОДОВ *SORBUS AUCUPARIA* L. И *SORBUS INTERMEDIA* (EHRH.) PERS., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

Александр Захарович Глухов, Наталья Александровна Виноградова

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк
283059, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110
E-mail: Arina0@meta.ua

Выявлено значительное содержание флавоноидов, аскорбиновой, свободных органических и оксикоричных кислот, определена высокая антиоксидантная активность плодов *Sorbus aucuparia* и *Sorbus intermedia*, собранных на Донбассе, что доказывает их ценность в медицинской практике. Установлено, что повышение степени техногенного загрязнения вызывает снижение количества флавоноидов, дубильных веществ, каротиноидов, аскорбиновой, свободных органических и оксикоричных кислот, увеличивает содержание антицианов в исследуемом сырье. Оценена экологическая безопасность сырья.

Ключевые слова: *Sorbus aucuparia* L.; *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.; биологически активные вещества; техногенное загрязнение; антиоксидантная активность

Введение

На данный момент в России на лекарственные препараты, созданные на основе растительного сырья, приходится около 40% от общего количества используемых в практической медицине лекарственных средств. Интерес к фитопрепаратам продолжает возрастать. Преимуществами растительных лекарственных препаратов перед синтетическими являются широкий спектр действия, низкая токсичность и возможность длительного применения [7]. В частности, несмотря на наличие большого количества различных синтетических витаминных комплексов, остается актуальной проблема получения естественного витаминного сырья.

Рябина (*Sorbus* L.) – род листопадных морозостойких кустарников и деревьев из семейства Розовые (Rosaceae Juss). Значительный интерес представляет рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) как пищевое, медоносное, декоративное, фитомелиоративное и лекарственное растение. Она распространена на всей территории европейской части СНГ, а также на Кавказе, Дальнем Востоке, Камчатке, в Сибири, Приамурье и горах Казахстана [13]. Это растение обладает высоким адаптивным потенциалом, морозостойкостью и нетребовательностью к почвенным условиям [12]. В официальной медицине России используют плоды *S. aucuparia* как поливитаминное средство, также данное сырье проявляет мочегонное, желчегонное и противоцинготное действие, снижает уровень холестерина в крови и регулирует обмен веществ [1]. Экспериментально доказано, что этанольный экстракт плодов *S. aucuparia* и выделенный из него полифенольный комплекс обладают иммуностимулирующей активностью [16].

Значительные сырьевые запасы на Донбассе имеет рябина промежуточная (*Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.) (syn.: *Sorbus scandica* Hedl.) [2]. Это южноскандинавский вид, который является гибридом между *S. aucuparia*, *S. aria* (L.) Crantz. и *S. torminalis* (L.) Crantz. [17]. Широко применяется в формировании ветрозащитных полос и озеленении населенных пунктов. Имеются данные об устойчивости *S. intermedia* к негативному экологическому влиянию, что обуславливает

перспективность данного вида для создания долговечных насаждений в индустриальных городах [5]. В официальной медицине в настоящее время сырье *S. intermedia* не используется в связи с недостаточной изученностью его химического состава. Провести фитохимический анализ плодов *S. intermedia* интересно с целью расширения сырьевой базы Донецкого региона для производства фитопрепаратов.

При выращивании лекарственных растений важным вопросом, требующим тщательного изучения, является исследование динамики содержания в них биологически активных веществ в зависимости от степени техногенного загрязнения среды. В настоящее время эта проблема достаточно актуальна в связи с уменьшением территорий, не испытывающих антропогенной нагрузки, и необходимостью анализа возможности использования лекарственных растений, произрастающих в условиях загрязнения. Решение этого вопроса особенно актуально для такого промышленного региона как Донбасс из-за утраты традиционной сырьевой базы лекарственных растений и необходимости исследования местных растений с целью импортозамещения.

Донецкий регион расположен в западной части степной зоны и характеризуется умеренно континентальным климатом. Почвы представлены, в основном, черноземами, однако значительная их часть относится к классу техногенно-измененных. Донбасс – индустриальный регион, в структуре его промышленности доминируют электроэнергетика, угольная, metallургическая, машиностроительная, химическая и коксохимическая отрасли. Также данный регион характеризуется высокой насыщенностью транспортными коммуникациями, плотностью населения, степенью хозяйственного освоения территории. Все эти факторы создали значительную нагрузку на природную среду. Однако в настоящее время экологическая нагрузка в регионе на растительный мир несколько снизилась и существует реальная возможность использования местных лекарственных растений в лечебной практике. Наиболее экологически безопасная обстановка по региону отмечена в небольших городах с развитием преимущественно угледобывающей промышленности, а также в сельских районах с преобладанием аграрного сектора экономики [8].

Цель данной работы – исследование содержания биологически активных веществ и определение антиоксидантной активности плодов растений *S. aescuparia* и *S. intermedia*, произрастающих в условиях разного уровня техногенного загрязнения, оценка перспективности использования данного сырья в фармации.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись измельченные плоды *S. aescuparia* и *S. intermedia*, заготовленные в Донецком регионе, в местах, значительно отличающихся интенсивностью техногенной нагрузки: территория с фоновым уровнем загрязнения (искусственная экосистема Донецкого ботанического сада, расположенного на окраине г. Донецка) и территория с высоким уровнем загрязнения (аллейные насаждения вдоль городских автотрасс г. Донецка и г. Макеевка с интенсивным движением). В качестве контроля выбрана экологически чистая территория (для *S. aescuparia* – пригород г. Шахтерска, для *S. intermedia* – сельская местность вблизи поселка Павлоградское). Сбор плодов проводили в период полного созревания в 2018 году. Собранные сырье сушили естественной сушкой (воздушно-теневой).

Для определения содержания аскорбиновой кислоты, дубильных веществ (в пересчете на танин) и свободных органических кислот (в пересчете на яблочную кислоту) в растительном сырье использовали фармакопейные титrimетрические методы, определение влажности проводили стандартным гравиметрическим методом [4]. Определение содержания флавоноидов (в пересчете на рутин) и

антоцианов (в пересчете на цианидина-3-глюкозид) осуществляли спектрофотометрическими методами [9]. Содержание оксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую кислоту) определяли фармакопейным спектрофотометрическим методом [4], каротиноидов (в пересчете на β -каротин) – спектрофотометрическим методом [3]. Все расчеты по содержанию биологически активных веществ приведены на абсолютно сухую массу.

Об антиоксидантной активности исследуемого сырья судили по его способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* в щелочной среде и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода [11]. Содержание тяжелых металлов в растительном сырье определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии [4]. Биологическая повторность опытов – пятикратная, аналитическая – трехкратная. Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок. Статистическую значимость различий между содержанием биологически активных веществ в плодах *S. aucuparia* и *S. intermedia*, произрастающих в условиях умеренной и сильной техногенной нагрузки, с контролем определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$).

Результаты и обсуждение

Результаты количественного определения основных групп биологически активных веществ в плодах *S. aucuparia* и *S. intermedia*, собранных на территории Донецкого региона в условиях различного уровня техногенного загрязнения, представлены в таблице 1.

Таблица 1
Содержание основных групп биологически активных веществ в плодах *Sorbus aucuparia* L. и *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Группа биологически активных веществ	Место сбора сырья		
	Высокий уровень загрязнения	Фоновый уровень загрязнения	Контроль
<i>Sorbus aucuparia</i> L.			
Флавоноиды (в пересчете на рутин)	0,74±0,03***	0,76±0,03***	1,20±0,01
Дубильные вещества (в пересчете на танин)	1,91±0,01***	2,90±0,02***	8,7±0,01
Свободные органические кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	12,82±0,40**	3,64±0,1***	14,82±0,32
Аскорбиновая кислота	0,19±0,01***	0,22±0,01***	0,39±0,03
Антоцианы (в пересчете на цианидина-3-глюкозид)	0,59±0,02***	0,57±0,01***	0,28±0,01
Оксикоричные кислоты (пересчете на хлорогеновую кислоту)	0,99±0,03***	1,21±0,03***	1,85±0,16
Каротиноиды (в пересчете на β -каротин)	0,0038±0,0001***	0,0067±0,0001***	0,0083±0,0001
<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers.			
Флавоноиды (в пересчете на рутин)	0,57±0,01***	0,74±0,01	0,71±0,01
Дубильные вещества (в пересчете на танин)	1,37±0,10***	2,69±0,22***	3,59±0,23
Свободные органические кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	12,10±0,31***	10,45±0,10***	14,12±0,14
Аскорбиновая кислота	0,15±0,02***	0,11±0,01***	0,27±0,01
Антоцианы (в пересчете на цианидина-3-глюкозид)	0,18±0,01**	0,27±0,02***	0,1±0,02
Оксикоричные кислоты (в пересчете на хлорогеновую кислоту)	0,51±0,02***	0,64±0,01**	0,73±0,02
Каротиноиды (в пересчете на β -каротин)	0,0049±0,0001*	0,0038±0,0001***	0,0053±0,0001

Примечание: достоверность различий с контролем: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$

В Российской фармакопее содержание действующих веществ в плодах *S. aiscuparia* не нормируется, однако целесообразно проверить соответствие данного сырья требованиям фармакопей других стран. Так, согласно Государственной Фармакопеи Республики Беларусь в плодах *S. aiscuparia* должно содержаться не менее 0,003% каротиноидов в пересчете на β-каротин и не менее 0,01% аскорбиновой кислоты в пересчете на сухое сырье [3]. Выявлено, что содержание каротиноидов и витамина С во всех изученных образцах плодов *S. aiscuparia* и *S. intermedia* соответствует данным требованиям, более того, в случае с аскорбиновой кислотой – значительно превышает его.

Полученные результаты по содержанию биологически активных веществ были сравнимы с их содержанием в растениях, включенных в Государственную Фармакопею Российской Федерации которые используются в фармации в качестве источника этих метаболитов [4]. Выявлено, что содержание флавоноидов в плодах *S. aiscuparia* и *S. intermedia* превышает количество данных веществ в таких известных их источниках как трава череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.) (согласно требованиям Фармакопеи: не менее 0,5%) и соплодия хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) (согласно требованиям Фармакопеи: не менее 0,2%). Следовательно, можно прогнозировать капилляроукрепляющее, антиоксидантное и иммуномодулирующее действие для анализируемого сырья. Содержание оксикоричных кислот в плодах изучаемых растений сравнимо с их содержанием в листьях крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) (в соответствии с требованиями Фармакопеи: не менее 0,3%), что позволяет рассматривать исследуемое сырье как перспективный источник данных веществ, обладающих желчегонным и антибактериальным действием. Количество дубильных веществ в плодах *S. intermedia* сравнимо, а в плодах *S. aiscuparia* превышает их содержание в плодах черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.) (в соответствии с требованиями Фармакопеи: не менее 1,7%), которые используются в фармации как источники этих метаболитов, что доказывает перспективность использования исследуемого сырья в качестве вяжущего и противовоспалительного средства. Выявлено, что содержание свободных органических кислот в плодах *S. intermedia* и *S. aiscuparia* превышает в 1,4 – 5,7 раз их содержание в таком известном источнике данных веществ как плоды шиповника (*Rosa canina* L.) (в соответствии с требованиями Фармакопеи: не менее 2,6%). Следовательно, перспективным является изготовление на основе исследуемого сырья лекарственных препаратов, улучшающих работу пищеварительной системы, а также обладающих бактерицидными свойствами.

Выявлено, что в плодах *S. intermedia* содержится меньше исследуемых биологически активных веществ, чем в плодах *S. aiscuparia*, при этом тенденция их зависимости от техногенной нагрузки одинакова. Установлено, что неблагоприятные экологические условия достоверно снижают содержание флавоноидов, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, дубильных веществ, органических и оксикоричных кислот. Это может быть связано с подавлением процессов их синтеза в условиях загрязнения. В литературе имеются данные об ингибировании шикиматного пути образования вторичных метаболитов, вызванном загрязнением воздуха [18]. Также уменьшение концентрации многих метаболитов, таких как фенольные соединения (оксикоричные кислоты, флавоноиды, дубильные вещества) и органические кислоты в условиях загрязнения может быть обусловлено их участием в связывании ионов тяжелых металлов в устойчивые комплексы [14, 15]. Максимальное снижение большинства биологически активных веществ в плодах *S. aiscuparia* наблюдается в условиях высокого уровня загрязнения, за исключением свободных органических кислот – их количество максимально снижается в условиях фонового уровня. В плодах *S. intermedia*

максимальное снижение содержания флавоноидов, дубильных веществ и оксикоричных кислот выявлено в условиях высокого уровня загрязнения, а количество каротиноидов, аскорбиновой и свободных органических кислот максимально уменьшается в условиях фонового уровня.

Установлено, что максимальное снижение при усилении техногенной нагрузки наблюдается для дубильных веществ. Так, в условиях сильно загрязненной территории их содержание снижается более чем в 4,5 раза в плодах *S. aucuparia* и более чем в 2,5 раза в плодах *S. intermedia* по сравнению с контролем. Это свидетельствует о возможности использования данного показателя в биоиндикационных целях при оценке степени воздействия техногенной среды на растения.

В отличие от остальных исследуемых соединений, содержание антоцианов в сырье с усилением техногенного загрязнения достоверно повышается. Количество данных веществ в плодах *S. aucuparia*, собранных в условиях высокого уровня загрязнения, увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с контролем. Для *S. intermedia* максимальное количество данных веществ содержится в плодах, собранных на территории с фоновым уровнем загрязнения (в 2,7 раза больше, чем в контроле). Известно, что антоцианы не только обеспечивают многообразие окраски, но и являются весьма мощными антиоксидантами, более эффективными, чем аскорбиновая кислота и витамин Е. Степень вклада антоцианов в антиоксидантную систему у разных видов растений отличается [6]. Согласно литературным данным, антоцианы играют ключевую роль при адаптации растений к условиям биотического и абиотического стрессов [18]. Вероятно, активный синтез антоцианов в плодах *S. aucuparia* компенсирует недостаток других эндогенных антиоксидантов.

В настоящее время актуальной задачей является увеличение количества лекарственных препаратов с антиоксидантным действием на базе местного растительного материала. Для практического использования антиоксидантов растительного происхождения необходимо провести количественную оценку антиоксидантной активности сырья, которая зависит от совместного действия метаболитов различной природы и их взаимного влияния друг на друга.

Антиоксидантную активность извлечений из плодов *S. aucuparia* и *S. intermedia* выражали в процентах ингибирования аутоокисления адреналина (табл. 2). Согласно литературным данным, величина данного показателя более 10% свидетельствует о наличии антиоксидантной активности у исследуемого сырья [11].

Таблица 2

**Антиоксидантная активность плодов *Sorbus aucuparia* L. и *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.
в зависимости от времени экспозиции**

Исследуемый объект	Место сбора сырья	Антиоксидантная активность, %		
		3 мин.	5 мин.	7 мин.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Контроль	54,52±0,33	49,68±0,30	48,61±0,28
	Фоновый уровень загрязнения	45,16±0,11***	40,44±0,92***	36,94±0,40***
	Высокий уровень загрязнения	56,16±0,24**	52,28±0,41***	50,81±0,14***
<i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	Контроль	65,36±0,52	58,94±0,34	53,39±0,13
	Фоновый уровень загрязнения	71,01±0,37***	62,58±0,21***	57,91±0,82***
	Высокий уровень загрязнения	60,25±0,40***	52,02±0,72***	44,81±0,71***

Примечание: достоверность различий с контролем: ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$

Как видно из таблицы 2, происходит постепенное снижение антиоксидантной активности плодов с течением времени, что связано с уменьшением количества

антиоксидантов, участвующих в активном торможении свободно радикального окисления.

Анализ результатов свидетельствует, что все исследуемые извлечения из плодов *S. aucuparia* и *S. intermedia* обладают высокой антиоксидантной активностью. При этом антиоксидантная активность плодов *S. intermedia* превышает таковую плодов *S. aucuparia*. Выявлено, что динамика антиоксидантной активности в зависимости от степени техногенного загрязнения является видоспецифичной. Максимальная антиоксидантная активность характерна для плодов *S. intermedia*, собранных в условиях фонового уровня загрязнения. Полученные результаты обусловливают перспективность использования плодов *S. aucuparia* и *S. intermedia* в качестве источника антиоксидантов.

Для оценки экологической безопасности лекарственного растительного сырья было определено содержание свинца, кадмия и ртути (согласно Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIII) [4] (табл. 3).

Таблица 3
Содержание тяжелых металлов в плодах *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. и *Sorbus aucuparia* L.

Исследуемый объект	Место сбора сырья	Содержание тяжелых металлов, мг/кг		
		Pb	Cd	Hg
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	высокий уровень загрязнения	0,4±0,01	0,028±0,004	0,03±0,001
	фоновый уровень загрязнения	0,3±0,01	0,02±0,003	0,02±0,003
	контроль	0,3±0,02	0,017±0,003	0,02±0,001
<i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	высокий уровень загрязнения	0,7±0,03	0,017±0,002	0,04±0,001
	фоновый уровень загрязнения	0,4±0,01	0,008±0,002	0,03±0,002
	контроль	0,3±0,01	0,005±0,0001	0,02±0,001
Предельно допустимое содержание тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье [4]		6,0	1,0	0,1

Как видно из таблицы 3, наибольшее содержание тяжелых металлов выявлено в плодах *S. intermedia* и *S. aucuparia*, произрастающих в условиях высокого уровня загрязнения. Наибольшая разница с контролем по содержанию тяжелых металлов отмечена для *S. intermedia* (в сырье, собранном в условиях высокого уровня загрязнения, содержание тяжелых металлов превышает контроль в 2,3 раза для Pb, 3,4 раза – для Cd и 2 раза – для Hg). При этом содержание металлов во всех исследуемых образцах плодов *S. intermedia* и *S. aucuparia* находится в пределах допустимых значений. Это согласуется с тем, что наименьшая концентрация тяжелых металлов обычно отмечается в органах запасания ассимилятов (плод, клубень, луковица) [10]. Возможно, полученные результаты свидетельствуют о высокой устойчивости исследуемых растений в условиях урбанизированной среды.

Выводы

Установлено, что плоды *S. aucuparia*, собранные на Донбассе, удовлетворяют требованиям нормативной документации по содержанию действующих веществ и тяжелых металлов, и являются перспективным сырьем для изготовления поливитаминных, противовоспалительных, бактерицидных, иммуномодулирующих лекарственных препаратов.

Проведено фитохимическое изучение плодов ранее малоизученного вида *S. intermedia*, имеющего значительные сырьевые запасы в Донецком регионе и устойчивого к неблагоприятному экологическому влиянию. Выявлено, что по содержанию биологически активных веществ плоды *S. intermedia* уступают плодам *S. aucuparia*, однако они удовлетворяют требованиям нормативной документации к

плодам рябины по содержанию каротиноидов и аскорбиновой кислоты, а также тяжелых металлов, и являются перспективным сырьем для использования в качестве источника флавоноидов, свободных органических и оксикоричных кислот, что доказывает их ценность в медицинской практике.

Установлено, что зависимость содержания изученных биологически активных веществ от степени техногенного загрязнения среды одинакова для *S. aucuparia* и *S. intermedia*. Усиление техногенной нагрузки вызывает снижение количества флавоноидов, каротиноидов, дубильных веществ, аскорбиновой, свободных органических и оксикоричных кислот по сравнению с контролем. Напротив, содержание антоцианов в плодах *S. aucuparia* и *S. intermedia* повышается в условиях техногенного загрязнения, что, вероятно, позволяет компенсировать недостаток других эндогенных антиоксидантов и увеличивает адаптивные возможности видов. Значительное снижение содержания дубильных веществ в плодах *S. aucuparia* и *S. intermedia* в загрязненных регионах свидетельствует о целесообразности применения данного показателя для скрининга степени воздействия техногенной среды на растение.

Установлено, что плоды *S. aucuparia* и *S. intermedia*, произрастающих на Донбассе, обладают высокой антиоксидантной активностью. Максимальная антиоксидантная активность характерна для плодов *S. intermedia*, собранных в условиях фонового уровня загрязнения.

Список литературы

1. Андреева В.Ю., Исаекина Н.В., Цыбулкова Т.Н., Петрова Е.В. Изучение элементного состава калины обыкновенной и рябины обыкновенной различными современными методами // Химия растительного сырья. – 2016. – № 1. – С. 177 – 180. DOI: 10.14258/jcrgm.201601893
2. Глухов А.З., Хархома Л.В., Пастернак Г.А., Лихачкая Е.Н. Современное состояние дендрофлоры города Донецка // Самарский научный вестник. – 2016. – № 2 (15). – С. 20 – 24.
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. 2 / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. Шерякова А. А. – Молодечно: Победа, 2008. – 472 с.
4. Государственная Фармакопея Российской Федерации: Т.2. – XIII изд. ФЭМБ. Москва, 2015. 1004 с. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/> (дата обращения: 11.06.2019).
5. Дацько А.М., Нецветов М.В. Жизнеспособность *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. в зеленых насаждениях г. Донецка // Промышленная ботаника. – 2012. – № 12. – С. 217–221.
6. Макаревич А.М., Шутова А.Г, Спиридович Е.В., Решетников В.Н. Функции и свойства антоцианов растительного сырья // Труды Белорусского Государственного Университета. – 2010. – № 4 (2). – С. 1 – 11.
7. Оленина Н.Г., Михеева Н.С., Круткова Н.М. Особенности экспертизы «польза / риск» лекарственных растительных препаратов: анализ регистрационных досье // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2018. – №8 (2). – С. 84 – 91. DOI: 10.30895/1991-2919-2018-8-2-84-91
8. Охотникова М.В. Гигиеническая оценка экологической среды городов индустриализированного региона и ее роли в формировании здоровья населения: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук: 14.02.01 – гигиена / Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького. – Донецк, 2017. – 23 с.
9. Писарев Д.И., Новиков О.О., Сорокопудов В.К., Халикова М.А., Жилякова Е.Т., Огнева О.В. Химическое изучение биологически активных полифенолов некоторых

сортов рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина. Фармация. – 2010. – № 22 (93), вып. 12/2. – С. 123 – 128.

10. Савиццева Л.С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08 – экология / Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров, 2015. – 23 с.

11. Хасанова С.Р., Плеханова Т.И., Гашимова Д.Т., Галиахметова Э.Х., Клыши Е.А. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2007. – №1. – С. 163 – 166.

12. Шевченко Н.Ю., Барайчуку Г.В. Биология размножения рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) в условиях южной лесостепи Омской области // Состояние и перспективы развития лесного хозяйства: материалы Национальной научно-практической конференции ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина (Омск, 13 – 14 марта 2017 г.). – Омск, 2017. – С. 100 – 104.

13. Gil-Izquierdo A., Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice // European Food Research and Technology. – 2001. – № 213 (1). – P. 12 – 17. DOI: 10.1007/s002170100328

14. Marquez-Garcia B., Fernandezb M.A., Cordoba F. Phenolics composition in *Erica* sp. differentially exposed to metal pollution in the Iberian Southwestern Pyritic Belt // Bioresource Technology. – 2009. – Vol. 100. – P. 446 – 445. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.04.070

15. Osmolovskaya N., Dung V.V., Kuchaeva L. The role of organic acids in heavy metal tolerance in plants // Biological communication. – 2018. – Vol. 63 (1). – P. 9 – 16. DOI: 10.21638/spbu03.2018.103

16. Raudonis R., Raudone L., Gaivelyte K., Viškelis P., Janulis V. Phenolic and antioxidant profiles of rowan (*Sorbus* L.) fruits // Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters. – 2014. – № 28 (16). – P. 2 – 10. DOI: 10.1080/14786419.2014.895727

17. Robertson A., Timothy C.G., Rich T.C., Allen A.M., Houston L., Roberts C., Bridle J.R., Stephen A.H., Simon J.H. Hybridization and polyploidy as drivers of continuing evolution and speciation in *Sorbus* // Molecular Ecology. – 2010. – № 19. – P. 1675 – 1690. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2010.04585.x

18. Sandre A.A., Pina J.M., Moraes R.M., Furlan C.M. Anthocyanins and tannins: is the urban air pollution an elicitor factor? // Brazilian Journal of Botany. – 2014. – № 37 (9). – P. 1–11. DOI: 10.1007/s40415-013-0043-0

Статья поступила в редакцию 12.06.2019 г.

Glukhov A.Z., Vinogradova N.A. Phytochemical study and evaluation of the antioxidant activity of the fruits of *Sorbus aucuparia* L. and *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. growing on the territory of the Donetsk region // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 133. – P. 57-64.

It was found that the fruits of *Sorbus aucuparia* and *Sorbus intermedia*, growing in Donbas, contain significant amounts of flavonoids, ascorbic, free organic and oxycinnamic acids and exhibit high antioxidant activity, which proves their value in medical practice. It has been established that increasing the degree of technogenic pollution causes a decrease in the amount of flavonoids, tannins, carotenoids, ascorbic, free organic and oxycinnamic acids and an increase in the content of anthocyanins in the studied raw material. Ecological safety of raw materials was estimated.

Key words: *Sorbus aucuparia* L.; *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.; biologically active substances; technogenic pollution; antioxidant activity