



DOI: 10.22363/2313-2310-2025-33-3-268-283

EDN: QXYGRI

УДК 574.2(581.524.2)

Научная статья / Research article

Лимитирующие факторы распространения *Viscum album* L. и биоиндикационные характеристики биомассы адвентивного вида в Брянской области

Л.А. Земскова, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко✉

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Брянск,
Российская Федерация
✉eco_egf@mail.ru

Аннотация. Для выяснения роли экологических факторов в распространении полупаразита *Viscum album* L. в местообитаниях Брянской области выполнены многолетние исследования по эколого-биологическим и эколого-химическим особенностям древесных форофитов и биомассы омелы. Омела белая – адвентивный вид с расширяющимся ареалом, поэтому организация биомониторинговых работ – важное условие для постоянного биологического контроля за особенностями распространения популяций в благоприятных местообитаниях Нечерноземья РФ. При использовании маршрутного метода, визуальных и метрических методик, лабораторно-химических приборных изысканий обработаны более 150 образцов растительной биомассы, выявлены местонахождения *Viscum album* в 218 точках. Для местообитаний городского и сельского поселения учтены ведущие экологические факторы, определяющие распространение омелы белой: кислотность и плотность коры субстратных деревьев, которые напрямую определяют скорость прорастания семян, препятствуют образованию трещиноватости коры. В наибольшей степени омелой поражены мягколиственные деревья с мягкой и близкой к нейтральным значениям кислотности корой: *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Prunus domestica* L. Биохимические характеристики омелы белой по содержанию аскорбиновой кислоты и тяжелых металлов рекомендованы для эколого-геохимического картирования территорий и могут опосредованно характеризовать состояния форофитов.

Ключевые слова: кислотность и плотность коры, местообитания, экологические характеристики, Нечерноземье РФ

Вклад авторов. Земскова Л.А. – проведение исследовательского процесса, проведение экспериментов, сбор данных; Нестеренко В.М. – проведение исследовательского

© Земскова Л.А., Нестеренко В.М., Анищенко Л.Н., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

процесса, проведение экспериментов, сбор данных; Анищенко Л.Н. – руководство планированием и выполнением исследовательской деятельности, визуализация и представление данных. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

История статьи: поступила в редакцию 16.11.2024; доработана после рецензирования 26.05.2025; принята к публикации 29.05.2025.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Земскова Л.А., Нестеренко В.М., Анищенко Л.Н. Лимитирующие факторы распространения *Viscum album* L. и биоиндикационные характеристики биомассы адвентивного вида в Брянской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2025. Т. 33. № 3. С. 268–283. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-3-268-283>

Limiting factors of *Viscum album* L. spread and bioindication characteristics of alien species biomass in the Bryansk region

Lolita A. Zemskova, Victoria M. Nesterenko, Lidiya N. Anishchenko✉

Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, Bryansk, Russian Federation

✉ eco_egf@mail.ru

Abstract. To clarify the role of environmental factors in the spread of the semi-parasite *Viscum album* L. in the habitats of the Bryansk region, long-term studies were carried out on the ecological-biological and ecological-chemical characteristics of woody phorophytes and mistletoe biomass. Mistletoe is an adventitious species with an expanding range, so the organization of biomonitoring work is an important condition for continuous biological control over the characteristics of the distribution of populations in favorable habitats of the Non-Black Earth Region of the Russian Federation. Using the route method, visual and metric techniques, laboratory and chemical instrumental surveys, more than 150 samples of plant biomass were processed, the locations of *Viscum album* were identified at 218 points. For the habitats of the urban and rural settlements, the leading environmental factors determining the spread of mistletoe were taken into account: acidity and density of the bark of substrate trees, which directly determine the rate of seed germination, prevent the formation of bark cracks. The trees most affected by mistletoe are soft-leaved trees with soft and almost neutral acidity bark: *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Prunus domestica* L. Biochemical characteristics of mistletoe in terms of ascorbic acid and heavy metal content are recommended for ecological and geochemical mapping of territories and can indirectly characterize the state of phorophytes.

Keywords: acidity and density of bark, habitats, ecological characteristics, Non-Black Earth Region of the Russian Federation

Authors' contribution. L.A. Zemskova – conducting a research and investigation process, specifically performing the experiments; V.M. Nesterenko – conducting a research and investigation process, specifically performing the experiments; L.N. Anishchenko – management and coordination responsibility for the research activity planning and execution,

preparation, creation and presentation of the published work. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Article history: received 16.11.2024; revised 26.05.2025; accepted 29.05.2025.

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

For citation: Zemskova LA, Nesterenko VM, Anishchenko LN. Limiting factors of *Viscum album* L. spread and bioindication characteristics of alien species biomass in the Bryansk region. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2025;33(3):268–283. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-3-268-283>

Введение

Омела белая (семейство *Santalacae*) – миксотроф, полупаразит, эпифит, на территории Брянской области зарегистрирован в основном на лиственных древесных видах. Полупаразит – вечнозеленый кустарник, двудомный, шаровидной формы, развита орнитохория: семена переносят виды семейства врановые [1–4]. В настоящее время омела белая – адвентивный вид с расширяющимся ареалом, проявляющий свойства потенциально инвазивного вида, распространяющийся в городских насаждениях, дендропарках, ботанических садах, защитных лесополосах, плодовых садах, значительно снижая декоративность посадок, вызывая гибель ценных деревьев, уменьшая урожай семечковых и косточковых культур [1; 5–11]. Общее распространение систематических таксонов вида – Кавказ – юг Скандинавии, средняя и атлантическая Европа, Средиземноморье, Малая Азия, Африка [4].

В настоящее время вид *Viscum album* L. недостаточно изучен на территории Брянской области как административного центра Нечерноземья РФ и пограничной территории с местообитаниями, которые активно осваиваются омелой. Распространение полупаразитного растения имеет тенденцию к расширению, вызванному изменением климатических характеристик местностей, что влечет «захват» этим видом культурных старовозрастных насаждений и снижение энергии роста древесных растений, приводит к потере декоративности и гибели ценных древесных видов. Однако экофакторы, обуславливающие распространение *Viscum album* на уровне ландшафта, известны недостаточно, а для Нечерноземья РФ также не выяснены предпочитаемые для заселения древесные виды и дендролого-экологические факторы расселения.

Цель исследования – выявить экологические факторы, способствующие распространению популяций полупаразита *Viscum album* L., и представить эколого-химические характеристики биомассы популяций адвентивного вида в целях биоиндикации.

Материалы, методы, методики исследования

Выявление распространения и приуроченности вида проводилось маршрутным методом для обнаружения местонахождений, использовался бинокль для оценки распространения и плотности вида при поселениях на деревьях в

насаждениях: городских, лесопарковых, усадебных, придорожных. Подсчитывали все пораженные деревья (в %), устанавливали вид дерева, отмечали места прикрепления особей растения-полупаразита на побеге. Визуально определяли площадь распространения полупаразита: измеряли площадь кроны древесных видов и площадь распространения особей путем проекции на почву, рассчитывали плотность поражения. При массовой санитарной обработке деревьев в населенных пунктах площадь распространения устанавливали непосредственно путем обмера. На каждом экземпляре деревьев-форофитов были подсчитаны особи *Viscum album*, подсчет проводился в осенне-зимний период времени, а также в августе в агроценозах на плодовых насаждениях. Регистрировали окружение деревьев-хозяев (одиночное расположение, групповые посадки – в группе как минимум два дерева, расстояние между которыми меньше диаметра кроны каждого из них).

Сравнительные характеристики эколого-химических особенностей биомассы омелы белой проводили для сборов в местах массового распространения популяций адвента – в д. Добрунь Брянского района, г. Трубчевске Брянской области.

Кислотность коры деревьев отмечали по литературным источникам, а также изучали лабораторным способом [11; 12]. Кора деревьев (форофитов) изымалась при помощи ножа, рекомендации принимались во внимание по методике Д.М. Иржигитовой [13]. Для получения вытяжки 5 г сырья измельчали при помощи мельницы, заливали дистиллированной водой в соотношении 1:5, при этом 48 ч выдерживали при температуре +25 °С. Кислотность устанавливали лабораторным рН-метром [13].

Химические показатели побеговой массы омелы исследовались на предмет концентрации антиоксидантов – витамина С (аскорбиновой кислоты), поллютанов трансграничного происхождения – элементов группы тяжелых металлов по установленным ГОСТом методикам, методом титрования и спектрофотометрией, аппаратным методом с использованием прибора Спектроскан Макс фирмы Spectron¹.

Видовые названия древесных растений указаны по общепринятым источникам [14]. Математическая обработка данных с учетом трудов по статистике [15].

¹ См.: Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04. СПб. : ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.; Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов (ПДК) в почве. Гигиенические нормативы. Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с. // Консультант плюс : сайт. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 11.12.2024); Руководство ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу / пер. с англ. ; под ред. А.Г. Рябошапко. Kjeller, 2001 // NILU. URL: <http://tarantula.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html> (дата обращения: 11.12.2024); ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей : методы определения витамина С. Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1989. 11 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294829/4294829760.pdf> (дата обращения: 11.12.2024).

Результаты исследований

В сопредельных с Брянской областью государствах омела белая имеет расширяющийся ареал: северная граница ареала *Viscum album* в Республике Беларусь проходит по линии Гродно – Острино – Любча – Карпиловичи – Довск. Наиболее значительные по числу местонахождений омелы белой отмечены в южных районах Беларуси [16].

Для Украины мониторинговые исследования омелы белой производились на территории Винницкой, Житомирской, Киевской, Черкасской, Хмельницкой области, обсуждались поселения полупаразита на древесных видах дендропарка Софиевка, Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко, дендропарка «Александрия» НАН Украины [8; 9; 17; 18].

В настоящее время отдельные авторы отмечают, что омелой заселяются молодые растения с несформировавшейся корой [9–11], другая группа отмечает поражение ослабленных старовозрастных пород деревьев с мягкой древесиной, приуроченных к долинам рек, увлажненным балкам, старинным усадебным паркам, реже городским насаждениям [1; 17; 19].

С целью охраны деревьев-форофитов, вероятно, целесообразно проводить рубку сильно пораженных деревьев, обрезку ветвей, что будет способствовать уничтожению первичных очагов возникновения паразита. Необходимо производить посадку более устойчивых видов, не допускать изреженности насаждений, так как это может стимулировать появление омелы белой на других породах.

Приуроченность экземпляров омелы белой тесно связана с кислотностью коры (табл. 1).

Показатели кислотности, характеризующие среднекислую и кислую реакцию коры, зарегистрированы для видов: *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*. Для таких видов, как *Pyrus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, значения pH коры выявлены в диапазоне от 8,2 до 9,4 единиц (среднещелочная среда). Для культурной дендрофлоры двух городов в основном наблюдается щелочная среда вытяжки. Для видов рода *Populus*, *Pinus*, *Picea*, *Quercus robur*, *Tilia cordata* данные практически совпали с литературными по г. Гомель (Республика Беларусь), г. Житомиру (Украина), г. Магнитогорску, г. Владимиру. Для других видов кислотность коры мало учитывалась при исследованиях. Однако результаты pH-метрии характеризуют кислотность коры преимущественно как слабокислую и околонейтальную. Таким образом, описываемые в последние десятилетия явления, которые связывались с выщелачиванием коры форофитов в связи с возросшей антропогенной нагрузкой, наблюдаются редко. Это явление повышения кислотности коры нивелировано отсутствием производств в деревне Добрунь Брянского района и малом городе Трубчевске Брянской области, где отмечено массивное распространение омелы по древесным субстратам.

Таблица 1. Распределение кислотности коры фоновых видов форофитов на территории урбопоселений
 Table 1. Distribution of acidity of the bark of background phorophyte species in the territory of urban settlements

Видовой состав насаждений / Species composition of plantings	Значения pH / pH values ($M \pm m$)	Интервал значений pH / pH value range
<i>Betula pendula</i> Roth	$8,3 \pm 0,2$	7,8–8,7
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	$8,9 \pm 0,2$	8,5–9,3
<i>Populus tremula</i> L.	$9,4 \pm 0,2$	8,9–9,7
<i>Populus nigra</i> L.	$8,5 \pm 0,2$	8,3–8,7
<i>Tilia cordata</i> Mill.	$4,6 \pm 0,2$	4,1–4,8
<i>Quercus robur</i> L.	$4,3 \pm 0,2$	4,0–4,8
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	$4,4 \pm 0,2$	4,2–4,7
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	$5,1 \pm 0,2$	4,9–5,7
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	$4,9 \pm 0,2$	4,3–4,9
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	$5,6 \pm 0,2$	5,2–5,9
<i>Acer platanoides</i> L.	$5,9 \pm 0,3$	5,7–6,1
<i>Acer negundo</i> L.	$5,5 \pm 0,2$	5,3–5,9
<i>Acer tataricum</i> L.	$4,8 \pm 0,3$	4,4–4,9
<i>Pinus sylvestris</i> L.	$4,3 \pm 0,2$	4,1–4,4
<i>Picea abies</i> L.	$4,6 \pm 0,3$	4,2–4,7
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	$5,4 \pm 0,3$	5,2–5,7
<i>Salix caprea</i> L.	$6,9 \pm 0,2$	6,4–7,2
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	$7,7 \pm 0,2$	7,4–8,1
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	$7,6 \pm 0,3$	7,4–8,1
<i>Malus domestica</i> Borkh.	$7,9 \pm 0,3$	7,3–7,5
<i>Padus avium</i> Mill.	$6,3 \pm 0,2$	6,0–6,9
<i>Prunus domestica</i> L.	$7,5 \pm 0,2$	7,2–8,1
<i>Pyrus communis</i> L.	$9,3 \pm 0,3$	8,9–11,2
<i>Prunus cerasus</i> L.	$7,9 \pm 0,3$	6,9–8,5

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.

Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

Чаще всего омега регистрируется на мягколиственных видах деревьев. Заселению субстратов полупаразитом способствуют птицы семейства врановые, поэтому и распространение *Viscum album* увеличивается, и места локализации в населенных пунктах соответствуют местам обитания птиц-переносчиков [2; 3; 20]. В табл. 2 представлены обобщенные данные о заселении *Viscum album* фоновых форофитов.

Таблица 2. Показатели среднего числа особей *Viscum album* на древесных форофитах в Брянской области
 Table 2. Average number of *Viscum album* individuals on woody phorophytes in the Bryansk region

Виды форофитов / Types of phorophytes	Среднее число особей на 1 древесном растении ($M \pm m$) / Average number of individuals per 1 woody plant ($M \pm m$)	Виды форофитов / Types of phorophytes	Среднее число особей на 1 древесном растении ($M \pm m$) / Average number of individuals per 1 woody plant ($M \pm m$)
1	2	3	4
<i>Betula pendula</i>	$7,1 \pm 0,5$	<i>Acer tataricum</i>	$1,5 \pm 0,2$
<i>Sorbus aucuparia</i>	$7,0 \pm 0,5$	<i>Pinus sylvestris</i>	$1,0 \pm 0,2$
<i>Populus tremula</i>	$6,5 \pm 0,4$	<i>Picea abies</i> L.	$0,7 \pm 0,2$
<i>Populus nigra</i>	$6,7 \pm 0,5$	<i>Juglans mandshurica</i>	$1,1 \pm 0,2$
<i>Tilia cordata</i>	$1,6 \pm 0,3$	<i>Salix caprea</i>	$1,4 \pm 0,3$
<i>Quercus robur</i>	$1,4 \pm 0,2$	<i>Ulmus laevis</i>	$2,3 \pm 0,3$
<i>Aesculus hippocastanum</i>	$1,4 \pm 0,2$	<i>Cerasus vulgaris</i>	$1,9 \pm 0,2$
<i>Acer pseudoplatanus</i>	$1,5 \pm 0,2$	<i>Malus domestica</i>	$1,4 \pm 0,2$

Ending of the Table 1

1	2	3	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	$1,1 \pm 0,2$	<i>Padus avium</i>	$1,2 \pm 0,2$
<i>Robinia pseudoacacia</i>	$1,3 \pm 0,2$	<i>Prunus domestica</i>	$15,4 \pm 0,8$
<i>Acer platanoides</i>	$1,6 \pm 0,2$	<i>Pyrus communis</i>	$6,8 \pm 0,5$
<i>Acer negundo</i>	$1,5 \pm 0,2$	<i>Prunus cerasus</i>	$4,1 \pm 0,5$

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.

Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

Наиболее заселены *Viscum album* L. дикорастущие *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, косточковая культура – *Prunus domestica* и *Pyrus communis*, наименее редко вид зарегистрирован на *Robinia pseudoacacia*, *Juglans mandshurica*, а также хвойных видах. У видов форофитов, имеющих низкие значения кислотности коры, практически не регистрировались экземпляры полупаразита (*Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum*, виды рода *Acer*). Так, для ели обыкновенной, сосны обыкновенной, каштана конского обыкновенного распространение особей омелы показано по единичным находкам. Причем полупаразит поселялся исключительно на нижних концевых ветвях побегов.

График (рис. 1) демонстрирует связь кислотности коры и числа поселяющихся особей омелы.

Прямую положительную связь между кислотностью коры и распространением омелы характеризует уравнение корреляции

$$Y = 0,38 + 1,27 x (R^2 = 0,744).$$

Также по литературным данным для некоторых видов установлены значения твердости коры. Наиболее твердая кора характерна для *Tilia cordata*, *Aesculus hippocastanum*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Robinia pseudoacacia*, *Padus avium*, видов рода *Acer*, *Fraxinus excelsior*. Вероятно, фактор, лимитирующий распространение омелы, также дополнен и твердостью коры, которая затрудняет прорастание семян полупаразита, а также не создает трещин на коре, благоприятных для проникновения полупаразита.

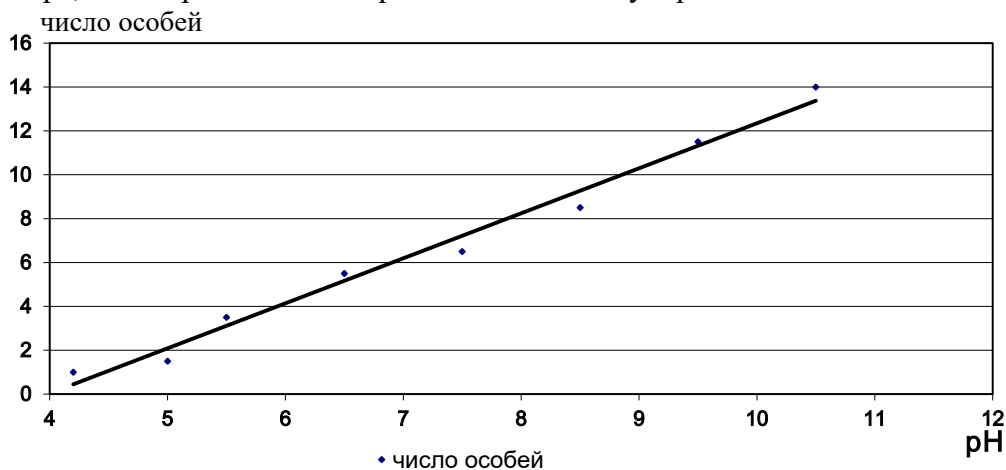


Рис. 1. Связь кислотности коры и распространения омелы

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.

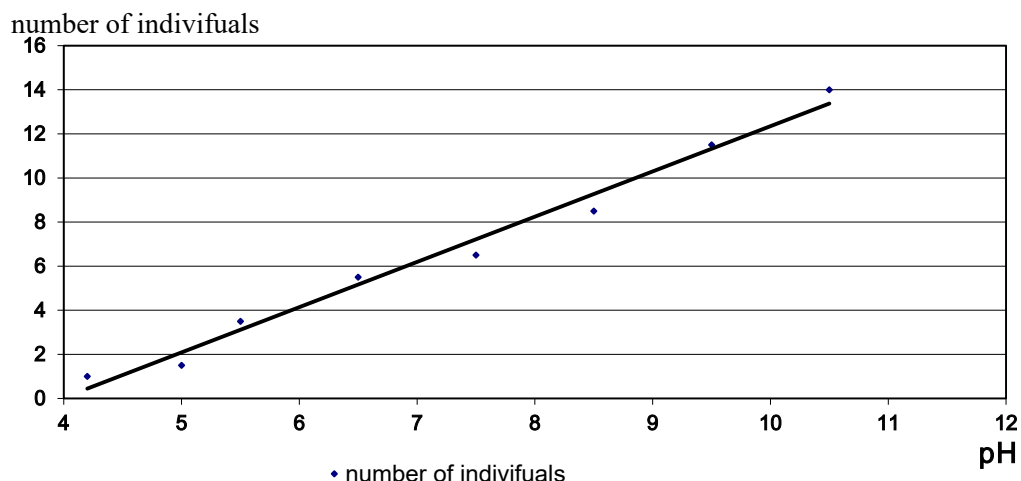


Figure 1. Relationship between bark acidity and the distribution of *Viscum album* L.
 Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

Химические особенности биомассы омелы белой как биоиндикатора показаны ниже. Данные рентгенофлуоресцентного анализа содержания тяжелых металлов в образцах омелы белой двух населенных пунктов – г. Трубчевска Трубчевского района и д. Добрунь Брянского района представлены в табл. 3. Урбоэкосистемы различны по размерам, по количеству пораженных древесных стволов фоновых растений в озеленении. Однако экземпляры полупаразита отбирались для анализа в августе и с одного форофита – березы повислой. Это усреднило результаты эколого-аналитических исследований.

Таблица 3. Валовое содержание элементов группы тяжелых металлов (мг/кг) в биомассе омелы белой г. Трубчевска (2019–2023 гг.) /
Table 3. Gross content of heavy metal group elements (mg/kg) in the biomass of mistletoe in the city Trubchevsk (2019–2023)

ТМ	Номера образцов биомассы / Biomass sample numbers						
	1	2	3	4	5	7	11
Sr	77,95	212,25	123,75	111,6	147,05	100,7	124,2
Pb	67,15	75,3	63,3	67,15	91,9	104,5	65,3
As	2,145	1,85	2,445	2,35	2,09	2,82	2,665
Zn	77,9	68,4	105,55	107,75	58,05	117,75	105,6
Cu	46,9	49,7	43,8	45,85	40,2	42,4	45,85
Ni	23,55	23,1	22,05	22,55	17,6	21,4	21,45
Co	0	0,03	0	0	0	0	0
Fe	13407,0	8208,9	12588,8	10449,5	6977,75	11073,8	11171,5
Mn	720,3	346,7	770	412,3	215,25	291,15	321,15
Cr	51,05	47,2	45,05	49,8	45,05	59,35	47,55
V	9,85	8,85	4,2	1,5	0	11,05	13,6
Ti	0	0	0	0	0	136,15	229,9

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.
 Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

В г. Трубчевск во всех исследуемых образцах омелы валовое содержание свинца, мышьяка, цинка, меди, никеля превышает ОДК. Свинец, мышьяк, никель – тяжелые металлы (ТМ) техногенного происхождения. Свинец попадает в биомассу растений-полупаразитов в основном аэрогенным путем.

Содержание марганца и ванадия ни в одной из проб не превышает ОДК. В пробе № 2 зарегистрирован кобальт. Велико содержание стронция и железа. В целом химический состав биомассы исследуемого вида показывает сильно измененную среду для поселения омелы белой, т.е. изменения субстрата – форофитов как биосистем-накопителей. Сравнительный анализ содержания ТМ в слоевищах эпифитов г. Трубчевска и д. Добрунь показал незначительные отличия в химическом составе биомассы экземпляров исследуемого растения. Результаты по содержанию поллютантов в биомассе омелы в малом по численности жителей населенном пункте – д. Добрунь Брянского района отражены в табл. 4.

Таблица 4. Валовое содержание элементов группы тяжелых металлов (мг/кг) в биомассе омелы белой в д. Добрунь (2019–2023 гг.) /
Table 4. Gross content of heavy metal group elements (mg/kg) in the biomass of mistletoe in the village of Dobrun (2019–2023)

ТМ	Номера образцов биомассы / Biomass sample numbers						
	1	2	3	4	7	9	10
Sr	92,95	90,8	72,0	88,2	74,5	100,8	87,3
Pb	22,7	24,95	25,65	19,05	14,85	24,55	17,3
As	1,46	1,755	1,39	1,6	1,815	1,565	1,41
Zn	36,15	29,95	46,4	46,5	40,15	21,55	41,4
Cu	28,6	20,3	21,25	21,75	26,3	28,8	23,6
Ni	19,35	12,4	14,9	18,7	18,15	19,1	17,55
Co	0	0	1,7	0	0,3	0	0,7
Fe	5949,5	7917,5	3874,65	8734,1	5324,3	6394	5900
Mn	207,15	309,25	134,65	413,8	234,4	224,1	336,4
Cr	43,55	44,0	41,4	49,65	41,75	46,85	39,4
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.
Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

В д. Добрунь анализ фитомассы полупаразита показал достаточно благополучное состояние сред обитания, т.е. субстрата – форофита. Таким образом, эти пробы можно считать фоновыми для местообитаний, измененных человеком. Ни в одном из образцов полупаразитов валовая концентрация свинца, мышьяка, никеля, цинка, меди не превышает ОДК. В пробе точки 12 содержание марганца превышает ОДК. Минимальное содержание свинца определено в пробах 12 и 8, меди, цинка – пробе 2, никеля – пробе 2 и 8. Ванадия и титана в пробах лишайников не обнаружено.

Таким образом, исследование биомассы *Viscum album* на содержание элементов группы ТМ можно рекомендовать как индикаторный признак. Так как в среде урбоэкосистем омела белая распространяется со значительной скоростью, следовательно, этот вид может опосредованно диагностировать состояние форофитов, давать возможность индикации среды.

Суммарным показателем адаптации растений к новым условиям является рост растений. Эколого-биологический анализ показал, что прирост сухого вещества омелы практически не отличается у всех изученных растений (рис. 2). Наибольшая биомасса и прирост сухого вещества зарегистрированы

у экземпляров на *Betula pendula* (46 г/м²/сут). В то же время наименьшие показатели выявлены у экземпляров полупаразита на *Sorbus aucuparia*. Закономерно прирост сухого вещества увеличивается к середине июня для растений на всех форофитах. Наименьшие показатели продуктивности для омелы на *Pyrus communis*.

Аскорбиновая кислота (витамин С) – одно из важнейших органических веществ, определяющих стрессоустойчивость растений по отношению к абиотическим факторам, а также качественные характеристики растительной продукции.

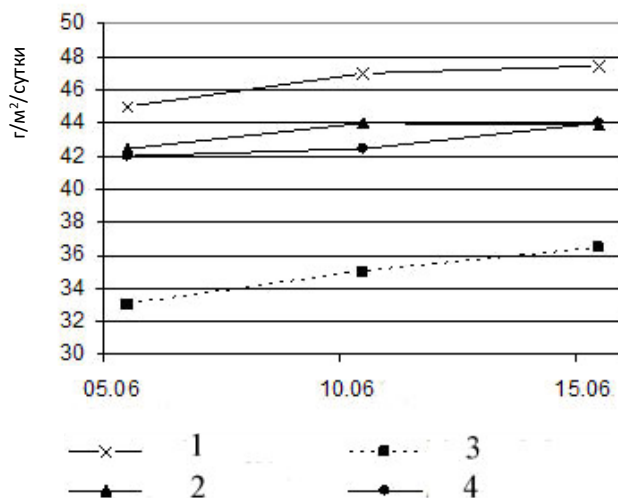


Рис. 2. Прирост сухого вещества. Субстраты:

1 – *Betula pendula*; 2 – *Tilia cordata*; 3 – *Sorbus aucuparia*; 4 – *Pyrus communis*

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.

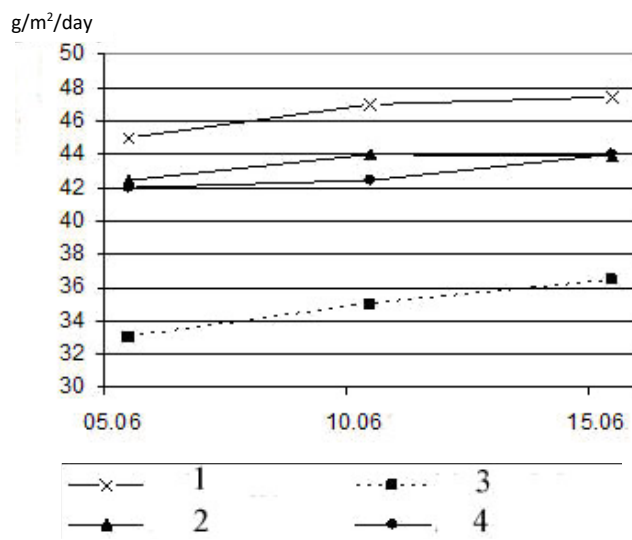


Figure 2. Dry matter growth. Substrates:

1 – *Betula pendula*; 2 – *Tilia cordata*; 3 – *Sorbus aucuparia*; 4 – *Pyrus communis*

Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

Валовое содержание аскорбиновой кислоты представлено в табл. 5.

Таблица 5. Показатели концентрации аскорбиновой кислоты (C_{AK} , мг / 100 г.) в побеговой биомассе омелы обыкновенной

Показатель	Образцы омелы в парках										
Виды	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C_{AK} , мг / 100 г	9,3	8,6	8,9	8,4	9,1	7,3	7,5	8,1	8,9	11,8	7,8
	Образцы омелы на форофитах в личных подсобных хозяйствах										
C_{AK} , мг / 100 г	9,9	8,9	9,4	8,9	9,6	7,8	7,9	8,7	9,4	12,6	8,4
	Образцы омелы на форофитах внутри селитебных районов										
C_{AK} , мг / 100 г	10,5	9,4	9,7	9,4	10,1	8,5	8,5	9,2	9,6	12,9	8,9
	Образцы омелы на форофитах около автотрасс и придорожных посадках										
C_{AK} , мг / 100 г	10,7	9,8	9,9	9,8	10,3	8,6	8,7	9,4	9,7	13,1	9,2

Примечания:

*Пробы побегов для определения и различные форофиты для произрастания. C_{AK} – концентрация аскорбиновой кислоты в побегах омелы белой.

Форофиты: 1 – *Populus tremula*; 2 – *Acer platanoides*; 3 – *Prunus domestica*; 4 – *Padus avium*; 5 – *Sorbus aucuparia*; 6 – *Pyrus communis*; 7 – *Acer negundo*; 8 – *Malus domestica*; 9 – *Cerasus vulgaris*; 10 – *Betula pendula*; 11 – *Juglans mandshurica*.

Источник: составлено Л.А. Земсковой, В.М. Нестеренко, Л.Н. Анищенко.

Table 5. Ascorbic acid concentration (AAC, mg/100 g) in *Viscum album* shoot biomass

Indicator	<i>Viscum album</i> specimens in parks										
Species of trees	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
AAC $_{AK}$, mg / 100 g	9.3	8.6	8.9	8.4	9.1	7.3	7.5	8.1	8.9	11.8	7.8
	<i>Viscum album</i> samples on phorophytes in private farms										
AAC $_{AK}$, mg / 100 g	9.9	8.9	9.4	8.9	9.6	7.8	7.9	8.7	9.4	12.6	8.4
	<i>Viscum album</i> specimens on phorophytes inside residential areas										
AAC $_{AK}$, mg / 100 g	10.5	9.4	9.7	9.4	10.1	8.5	8.5	9.2	9.6	12.9	8.9
	<i>Viscum album</i> specimens on phorophytes near highways and roadside plantings										
AAC $_{AK}$, mg / 100 g	10.7	9.8	9.9	9.8	10.3	8.6	8.7	9.4	9.7	13.1	9.2

Notes:

*Shoot samples for determination and various phorophytes for growth. AAC – ascorbic acid concentration in *Viscum album* shoots.

Phorophytes: 1 – *Populus tremula*; 2 – *Acer platanoides*; 3 – *Prunus domestica*; 4 – *Padus avium*; 5 – *Sorbus aucuparia*; 6 – *Pyrus communis*; 7 – *Acer negundo*; 8 – *Malus domestica*; 9 – *Cerasus vulgaris*; 10 – *Betula pendula*; 11 – *Juglans mandshurica*.

Source: compiled by L.A. Zemskova, V.M. Nesterenko, L.N. Anishchenko.

Произрастание *Viscum album* на различных форофитах, располагающихся в местообитаниях, различающихся по уровню антропогенного стресса, вызывает накопление антистрессорных веществ. Наблюдается закономерное увеличение концентрации аскорбиновой кислоты в побегах омелы: наибольшее содержание вещества диагностировалось в биомассе растений, произрастающих на всех форофитах около автотрасс, в придорожных посадках. Различия между показателями концентраций аскорбиновой кислоты в побеговой части статистически недостоверны. Однако увеличение воздействия комплекса стрессовых факторов закономерно повышает содержание «вещества стресса».

Также концентрация витамина различается и в биомассе *Viscum album* на разных форофитах: размах изменений содержания вещества колеблется от 9,3 до 13,1 мг / 100 г. Наибольшее валовое содержание аскорбиновой кислоты в побегах омелы, собранной с *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus*

domestica, *Padus avium*, *Cerasus vulgaris*. Минимальные значения выявлены для биомассы на форофитах – *Juglans mandshurica*, *Pyrus communis*, *Acer platanoides*. Таким образом, для биоиндикационных мероприятий необходимо учитывать и вид дерева-форофита, на котором собираются экземпляры адвентивного вида – омелы белой.

Заключение

Итак, по итогам трехлетних изысканий представлены к обсуждению и учету ведущие экологические факторы, лимитирующие распространение омелы: кислотность коры дерева-форофита и твердость коры, которая затрудняет прорастание семян растения, препятствует созданию трещин на коре, благоприятных для проникновения полупаразита. Наиболее заселены *Viscum album* L. дикорастущие виды форофитов: *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, культурные – *Prunus domestica*. В наименьшей степени вид осваивает субстраты – *Robinia pseudoacacia*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Aesculus hippocastanum*: распространение особей омелы показано по единичным находкам. Получено уравнение корреляции, характеризующее прямую положительную связь между кислотностью коры и распространением омелы:

$$Y = 0,38 + 1,27 x (R^2 = 0,744).$$

Исследование экологических возможностей вида в Брянской области показало, что вид осваивает в качестве субстрата старовозрастные деревья, часто мягколиственные породы, занимая в основном верх древесной кроны. Хвойные виды устойчивы к заражению *Viscum album*.

Накопление биомассой омелы белой аскорбиновой кислоты, так же как и элементов группы тяжелых металлов, рекомендовано как биоиндикационные признаки и эколого-геохимического картирования территорий. Изученный вид может опосредованно диагностировать состояние деревьев-форофитов в условиях антропогенного стресса.

Местообитания территории Брянской области обладают благоприятным совокупным набором экологических факторов, стимулирующих распространение омелы белой: ареал вида, изучаемый со середины XX в., расширился непосредственно для Брянской области на северо-восток. Ввиду значительного разрушительного воздействия *Viscum album* на зеленые насаждения и промышленные посадки необходима организация системы экомониторинга с рекогносцировочными и постоянными наблюдениями за освоением инвазивным видом субстратов и местообитаний.

Список литературы

- [1] Величкин Э. М. О распространении омелы белой (*Viscum album* L., Loranthaceae) в Брянской области // Вестник Брянского государственного университета. 2012. № 4–2. С. 124–126. EDN: RDGVII
- [2] Лях Ю. Г., Латушко С.С., Юрель В. А. Видовое разнообразие пернатых – распространителей омелы белой (*Viscum album* L.) в южных регионах Беларуси // Наука,

- образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020) : материалы XVI Международной научно-технической конференции : в 2 т. Т. 1. Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2020. С. 142–144. EDN: KYSX1Y
- [3] Нечаев В.А. Об экологических связях между птицами и омелой окрашенной *Viscum coloratum* в Приморье и Приамурье // Русский орнитологический журнал. 2008. Т. 17, № 408. С. 443–447. EDN: IJUGZL
- [4] Цвелев Н.Н. Род Омела *Viscum* L. // Флора Восточной Европы. Санкт-Петербург : Мирисемя – 95, 1996. Т. IX. С. 409.
- [5] Василенко І.Д., Філіпова Л.М., Фучило Я.Д. Боротьба з омелою на деревах тополі у зеленій зоні білої церкви // Науковий вісник НЛТУ України. 2013. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/borotba-z-omeloyu-na-derevah-topoli-u-zeleniy-zoni-biloyi-tserkvi> (дата обращения: 07.04.2025).
- [6] Олешук Е.Н., Попов Е.Г., Чумаков Л.С. Экологическая угроза распространения омелы белой в Беларуси и методы борьбы с ней // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры: матер. Междунар. науч. конф. Минск : Белтаможсервис, 2022. С. 240–243. EDN: OXKGKB
- [7] Олешук Е.Н., Попов Е.Г. Оценка гербицидов для борьбы с омелой белой (*Viscum album* L.) в модельных опытах // Защита растений от вредных организмов: материалы X Международной научно-практической конференции. Краснодар : Кубанский ГАУ, 2021. С. 260–263. EDN: VJBGNN
- [8] Разанов С.Ф., Кавун Е. М., Гнатюк О.М. Центри розповсюдження омели білої (*Viscum album* L.) її вплив на види, що мають народно-господарське значення // Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 5. С. 193–203.
- [9] Рибалка І.О., Вергелес Ю.І., Коваль І.М. Вплив омели білої (*Viscum album* L.) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharinum* L.) у лісостеповій зоні України // Науковий вісник НЛТУ України. 2012. № 15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vpliv-omeli-biloyi-viscum-album-l-na-dinamiku-radialnogo-prirostu-klena-sriblyastogo-acer-saccharinum-l-u-lisostepoviy-zoni-ukrayini> (дата обращения: 07.04.2025).
- [10] Таран Н.Ю., Светлова Н.Б., Бацманова Л.М., Улинець В.З., Ганчурін В.В. Біологія розвитку *Viscum album* L. та екологічний моніторинг її поширення в лісопаркових біоценозах ресурс // Український ботанічний журнал. 2008. Т. 65, № 2. С. 242–251.
- [11] Skrypnik L., Maslennikov P., Feduraev P., Pungin A., Belov N. Ecological and landscape factors affecting the spread of European mistletoe (*Viscum album* L.) in urban areas (a case study of the Kaliningrad City, Russia) // Plants 2020. Vol. 9, iss. 3. Article no. 394. <https://doi.org/10.3390/plants9030394> EDN: EYMLLV
- [12] Hawksworth F.G. Mistletoes as forest parasites / Calder M., Bernardt P. (eds), 1983. P. 317–333.
- [13] Иржигитова Д.М., Корчиков Е.С. Некоторые химические особенности коры деревьев как субстрата для развития лишайников (на примере Красносамарского лесного массива // Вестник Самарского государственного университета. Естественно-научная серия. 2011. № 5 (86). С. 144–152. EDN: OODIFZ
- [14] Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. Москва : КМК, 2014. 600 с. EDN: QJDEED
- [15] Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / отв. ред. В. Н. Былов; АН СССР, Гл. ботан. сад. Москва : Наука, 1990. 294 с.
- [16] Масловский О.И., Пугачевский А.В. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2012 г. / под ред. О.М. Масловского. Минск : Беларуская навука, 2019. 599 с.

- [17] Іванців В.В., Іванців О.Я. Екологічні особливості поширення омели звичайної в біотопах м. Луцька // *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2013. № 10. С. 94–100.
- [18] Ігнатюк О.М. Ураження омелою білою (*Viscum album* L.) яблуні домашньої (*Malus domestica*) та інших плодових і ягідних культур // *Сільське господарство та лісівництво. Овочівництво та грибництво, сучасний стан та тенденції розвитку*. 2016. № 3. С. 156–163.
- [19] Болтенко А.В., Урманова Х.В., Томаровщенко О.Н. Проблема распространения полупаразита деревьев омелы белой в г. Шебекино // *Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования* : сб. докладов Всероссийской научной конференции. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 3–5. EDN: JHOCVD
- [20] Якименко О.В., Григорьевская А.Я., Терновец М.А. Омела белая *Viscum album* L. (Loranthaceae) и «ведьмина метла» (пролиферация) в Воронежской области // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 2. С. 82–85. EDN: BBBRWG

References

- [1] Velichkin EM. About the distribution of *Viscum album* L., (Loranthaceae) in the Bryansk region. *The Bryansk State University Herald*. 2012;(4-2):124–126. (In Russ.) EDN: RDGVII
- [2] Lyakh YuG, Latushko SS, Yurel VA. Species diversity of birds – velvies (*Viscum album* L.) in the south regions of Belarus. *Science, Education, Production in Solving Environmental Problems (Ecology-2020): Proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Vol. 1*. Ufa: Ufa State Aviation Technical University; 2020. p. 142–144. (In Russ.) EDN: KYSXIY
- [3] Nechaev VA. Ecological linkage between birds and *Viscum coloratum* in primorie and Amur land. *Russkij ornitologičeskij žurnal*. 2008;17(408):443–447. (In Russ.) EDN: IJUGZL
- [4] Tsvelev NN. Genus Mistletoe *Viscum* L. *Flora of Eastern Europe. Vol. IX*. St. Petersburg: Mir i Semya–95; 1996. p. 409. (In Russ.)
- [5] Vasilenko ID, Filippova LM, Fuchilo YaD. Control of mistletoe on poplar trees in the green zone of Belaya Tserkov. *Scientific Bulletin of Ukraine*. 2013;(12). (In Ukrainian). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/borotba-z-omeloyu-na-derevah-topoli-u-zeleniy-zoni-biloyi-tserkvi> (accessed: 07.04.2025).
- [6] Oleshuk EN, Popoff EH, Chumakov LS. Methods of dealing with mistletoe (*Viscum album* L.) In nature and the botanical garden arboretums. *Introduction, Conservation and Use of Biological Diversity of Flora: Proceedings of the International Scientific Conference*. Minsk: Beltamozhservice; 2022. p. 240–245. (In Russ.) EDN: OXKGKB
- [7] Oleshuk EN, Popov EH. Express-assessment of certain herbicides for the eradication of mistletoe (*Viscum album* L.). *Plant Protection from Pests: Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference*. Krasnodar: KubSAU; 2021. p. 260–263. (In Russ.) EDN: VJBGNN
- [8] Razanov SF, Kavun EM, Gnatyuk OM. Centers of distribution of white mistletoe (*Viscum album* L.) and its impact on species of economic importance. *Agriculture and Forestry*. 2017;(5):193–203. (In Ukrainian)
- [9] Rybalka IO, Verheles YuI., Koval IM. Study of the effect of white mistletoe (*Viscum album* L.) on tree biomass growth (on the example of Canadian poplar, *Populus deltoides*

- Moench.). *Ecological Safety and Balanced Resource Use*. 2017;2(16):72–77. (In Ukrainian)
- [10] Taran NYu, Svetlova NB, Batsmanova LM, Ulinets VZ, Ganchurin VV. Biology of *Viscum album* L. development and ecological monitoring of its distribution in forest park biocenoses. *Ukrainian Botanical Journal*. 2008;65(2):242–251. (In Ukrainian)
- [11] Skrypnyk L, Maslennikov P, Feduraev P, Pungin A, Belov N. Ecological and landscape factors affecting the spread of European mistletoe (*Viscum album* L.) in urban areas (a case study of the Kaliningrad City, Russia). *Plants*. 2020;9(3):394. <https://doi.org/10.3390/plants9030394> EDN: EYMLLV
- [12] Hawksworth FG. Mistletoes as forest parasites. In: Calder M, Bernhardt P. (eds.). *The Biology of Mistletoes*. Sydney: Academic Press; 1983. p. 317–333.
- [13] Irzhigitova DM, Korchikov ES. Some chemical properties of tree bark as a substrate for lichen development (using the Krasnosamara forest massif as an example). *Vestnik of Samara University. Natural Sciences*. 2011;86(5):144–152. (In Russ.) EDN: OODIFZ
- [14] Maevsky PF. *Flora of the Middle zone of the European part of Russia*. Moscow: KMK Scientific Press; 2014. (In Russ.) EDN: QJDEED
- [15] Zaitsev GN. *Mathematics in Experimental Botany*. Moscow: Nauka Publ.; 1990. 296 p. (In Russ.)
- [16] Maslovsky OM, Pugachevsky AV. State Cadastre of Flora of the Republic of Belarus. *Basics of the Cadastre. Primary Survey 2002–2012*. Minsk: Belaruskaya Navuka; 2019. 599 p. (In Russ.)
- [17] Ivantsiv VV, Ivantsiv OYa. Ecological features of the distribution of common mistletoe in the biotopes of Lutsk. *Nature of Western Polissya and Adjacent Territories*. 2013;(10):94–100. (In Ukrainian)
- [18] Ignatyuk OM. Damage to domestic apple (*Malus domestica*) and other fruit and berry crops by white mistletoe (*Viscum album* L.). *Agriculture and Forestry. Vegetable and Mushroom Growing, Current State and Development Trends*. 2016;(3):156–163. (In Ukrainian)
- [19] Boltenko AV, Urmanova HV, Tomarovshchenko ON. The problem of the spread of the semi-parasite mistletoe on trees in the city of Shebekino. *Safety, Protection and Conservation of the Natural Environment: Fundamental and Applied Research: Collection of Reports of the All-Russian Scientific Conference*. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov; 2021. p. 3–5. (In Russ.) EDN: JHOCVD
- [20] Yakimenko OV, Grigor'yevskaya AY, Ternovets MA. Mistletoe *Viscum album* L. (Loranthaceae) and witch's broom (proliferation) in the Voronezh region. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2019;(2):82–85. (In Russ.) EDN: BBBRWG

Сведения об авторах:

Земскова Лолита Алексеевна, аспирант кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Российская Федерация, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14. E-mail: eco_egf@mail.ru

Нестеренко Виктория Михайловна, аспирант кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Российская Федерация, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14. E-mail: eco_egf@mail.ru

Анищенко Лидия Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Российская Федерация, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14. E-mail: Lanishchenko@mail.ru

Bio notes:

Lolita A. Zemskova, postgraduate student of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, 14 Bezhitskaya St, Bryansk, 241036, Russian Federation. E-mail: eco_egf@mail.ru

Victoria M. Nesterenko, postgraduate student of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, 14 Bezhitskaya St, Bryansk, 241036, Russian Federation. E-mail: eco_egf@mail.ru

Lidiya N. Anishchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, 14 Bezhitskaya St, Bryansk, 241036, Russian Federation. E-mail: Lanishchenko@mail.ru