DOI 10.21178/2079–6080.2021.3.67
УДК 581.2; 630*443.3

К изучению проблемы усыхания вязов в Москве и Подмосковье

© Г.Б. Колганихина¹, В.В. Синькевич²

To the study of the elm dying problem in Moscow and Moscow suburbs

G.B. Kolganikhina, V.V. Sinkevich (Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences;
All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry)

In the Moscow region the dying of elm trees began more than 60 years ago. During this time, many elms died in both forest and urban plantings. The main cause of the weakening and death of trees is Dutch elm disease. However, in Moscow and Moscow suburbs, as in most other Russian regions, the composition of the complex of *Ophiostoma* fungi that cause this disease is still unknown. After the completion of large-scale studies within the framework of the urban monitoring program carried out in the late 1990s – early 2000s, data about the present-day health status of elms in the plantations of the megalopolis and Moscow suburbs were not actually updated. The continuing widespread dying of trees in both regions forces us to re-raise the question of the need to study the safety of elms in forest and urban green areas of various types and the prospects for their use in settlement landscaping, as well as the expediency of continuing the search for effective measures to protect of elms from Dutch elm disease. New data about the *Ulmus laevis* health status in plantings of various ecological categories in Moscow and in the northeast of Moscow suburbs are presented in this article. Materials were collected in 2019 and 2020. Thirteen model objects were investigated, about 500 trees were described in detail. The information about the Dutch elm disease causative agents has been clarified. It has been established that infectious wilting of elms in the Moscow region is currently caused by the aggressive pathogenic fungus *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier, which was first confirmed for this territory by mycological and molecular genetic studies.

Keywords: Dutch elm disease, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Ulmus laevis*, elm tree health status, ecological categories of plantings, forest stands, urban green plantings, roadside forest strips, Moscow, Moscow suburbs

К изучению проблемы усыхания вязов в Москве и Подмоскowie

Г.Б. Колганихина, В.В. Синькевич

Усыхание ильмовых в Московском регионе началось более 60 лет назад. За это время погибло много вязов как в лесных, так и в городских насаждениях. Основной причиной ослабления и гибели деревьев является голландская болезнь. Однако в Москве и Московской области, как и в большинстве других российских регионов, состав комплекса офиостомовых грибов, вызывающих это заболевание, до сих пор остается неизученным. После завершения масштабных исследований в рамках программы городского мониторинга, осуществляемых в конце 1990-х — начале 2000-х гг., данные о текущем состоянии вязов в насаждениях мегаполиса и ближнего Подмоскowie фактически не обновлялись. Продолжающееся повсеместное усыхание деревьев в обоих регионах вынуждает вновь поднимать вопрос о необходимости изучения сохранности вязов на лесных и городских озелененных территориях разного типа и перспективности их использования в озеленении населенных пунктов, а также о целесообразности продолжения поиска эффективных мер защиты ильмовых от голландской болезни. В статье приведены актуальные данные о фитопатологическом состоянии вяза гладкого (*Ulmus laevis*) в насаждениях разных экологических категорий в Москве и на северо-востоке Подмоскowie. Материалы собраны в 2019 и 2020 гг. Обследовано 13 модельных объектов, детально описано около 500 деревьев. Уточнены сведения о возбудителях голландской болезни. Установлено, что инфекционное увядание вязов в Московском регионе в настоящее время вызвано агрессивным патогенным грибом *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier, что для данной территории впервые подтверждено микологическими и молекулярно-генетическими исследованиями.

Ключевые слова: голландская болезнь вязов, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Ulmus laevis*, состояние вязов, экологические категории насаждений, лесные насаждения, городские зеленые насаждения, придорожные лесные полосы, Москва, Подмоскowie

Колганихина Галина Борисовна — ст. науч. сотр. лаборатории лесоводства и биологической продуктивности, канд. биол. наук

E-mail: kolganikhina@rambler.ru

Синькевич Валентина Вячеславовна — инженер лаборатории защиты леса от инвазивных и карантинных организмов отдела защиты леса — центра приоритетных биотехнологий в защите леса

E-mail: juckova.val@yandex.ru

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук

143030, Московская область, Одинцовский район, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

Телефон/факс: +7 (495) 634-52-57

E-mail: root@ilan.ras.ru

²Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства»

141202, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

Телефон: +7 (495) 993-30-54

E-mail: info@vniilm.ru

Введение

Более 100 лет прошло с того момента, когда на европейском континенте началось массовое усыхание ильмовых пород. Однако, несмотря на пристальное внимание ученых к этой проблеме, многие важные вопросы до сих пор остаются до конца не выясненными, в том числе касающиеся этиологии данного негативного явления. Множество зарубежных и отечественных работ посвящено голландской болезни (сосудистому микозу, трахеомикозу, офиостомозу) вязов, которой отводится первичная роль в ослаблении и усыхании деревьев. Тем не менее, состав комплекса офиостомовых грибов, вызывающих это заболевание, в большинстве российских регионов, включая Москву и Московскую область, по-прежнему не изучен. К сожалению, при лесопатологических обследованиях диагностики голландской болезни часто осуществляется лишь на основании наиболее типичных симптомов (по скручиванию листьев вдоль главной жилки и наличию бурых пятен, штрихов или сплошных колец в древесине на поперечных срезах пораженных ветвей). При этом названия возбудителей указываются авторами априори, без каких-либо оговорок касательно проведения необходимых для идентификации патогенов микологических и молекулярно-генетических исследований. Все это не только не позволяет получить истинное представление о распространении видов *Ophiostoma*, но и является категорически недопустимым еще и потому, что искажает информацию о причинах данного явления в целом, поскольку подобные симптомы могут быть присущи также и бактериальному увяданию вязов [28].

В Московском регионе массовое усыхание ильмовых продолжается уже более шести десятилетий. Из-за отсутствия патогеографических исследований и материалов точно назвать сроки появления болезни в Москве не представляется возможным. Как отмечал Е.П. Кузьмичев [12], временем первого до-

стоверного определения голландской болезни как причины усыхания вязов на территории мегаполиса предположительно можно считать 1960 г., когда сотрудниками городской станции защиты зеленых насаждений болезнь была обнаружена в парке музея «Коломенское». Этот очаг, расположенный в южной части города, по-видимому, следует считать наиболее старым. Сильное поражение вязов голландской болезнью было зафиксировано также на юге Московской области (Коломенский, Луховицкий лесхозы), примыкающей к этому району Москвы [12], и в соседней Рязанской области, где к этому времени от нее уже погибло много деревьев [1]. Зараженные и заселенные заболонниками лесоматериалы могли быть доставлены к «Коломенскому» по воде, так как в 1950-х годах на берегу Москвы-реки рядом с парком находился склад древесины, сплавляемой по воде [12].

В 1980-е годы изучением очагов голландской болезни вязов в Москве занимались специалисты кафедры лесозащиты Московского лесотехнического института (позднее — кафедра экологии и защиты леса Московского государственного университета леса (МГУЛ), ныне кафедра лесоводства, экологии и защиты леса Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана) Е.П. Кузьмичев и Н.К. Белова [10–13]. Обширные сведения о распространении этого заболевания на территории мегаполиса были получены в конце 1990-х — начале 2000-х гг. в ходе масштабных исследований, которые осуществлялись кафедрой экологии и защиты леса МГУЛ, а также специалистами Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (далее — ГБС РАН) и отдела защиты растений ГУП «Мосзеленхоз» в рамках программы городского мониторинга [2, 17, 18, 20, 21, 23–25, 30 и др.]. Наблюдениями были охвачены городские ООПТ и зеленые насаждения разного типа, включая лесопарки, парки, скверы, бульвары, дворовые, уличные и магистральные посадки. Очаги

сосудистого микоза язв были отмечены на северо-востоке Московской области, в частности в Королеве [9], Ивантеевке и их окрестностях. Возбудителем заболевания, как и раньше, продолжали считать гриб *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf., хотя в тот период уже было известно и о существовании другого виоковирулентного вида – *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier [28, 31, 32], ставшего причиной новой волны опустошительной эпифитотии голландской болезни в европейских странах. *O. novo-ulmi* упоминается в связи с массовым усыханием язв на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее – ЛОД) [5], начавшимся здесь в 1990-е гг. Однако и эти данные о возбудителе не были подтверждены специальными исследованиями.

Ущерб от голландской болезни огромен. За все время с начала эпифитотии в Московском регионе погибло много язв в лесных и городских насаждениях, сильно пострадали придорожные защитные лесополосы. Непоправимый ущерб был нанесен коллекционным посадкам представителей рода *Ulmus* L. в ГБС РАН: к 2004 г. из коллекции выпала большая часть растений [19], а за последующие почти 10 лет число имеющихся в ней таксонов сократилось с девяти [6, 19] до трех [22]. В связи с неблагоприятным состоянием язв в насаждениях мегаполиса из-за массового распространения голландской болезни обращалось внимание на недопустимость использования этой породы для городского озеленения [19]. Тем не менее, отдельные виды вяза в силу своих декоративных свойств и ряда экологических особенностей, позволяющих им хорошо адаптироваться к условиям города [3, 8, 27], по-прежнему востребованы в зеленом строительстве. Также вяза шершавый (*U. glabra* Huds.), гладкий (*U. laevis* Pall.) и приземистый (*U. pumila* L.) входят в перечень важнейших ресурсных видов Московского региона [26].

Продолжающееся повсеместное усыхание деревьев вынуждает вновь поднимать вопрос о необходимости изучения сохранности язв в насаждениях разных экологических категорий и перспективности их использования в озеленении населенных пунктов, а также о целесообразности продолжения поиска эффективных мер защиты ильмовых от голландской болезни. В этой связи, наряду с проведением текущей оценки состояния деревьев, важной составляющей начатого комплексного исследования является актуализация данных о патогенах. Цель настоящей работы заключалась в проведении анализа современного фитопатологического состояния язв и уточнении сведений о распространении *O. ulmi* и *O. novo-ulmi* в Московском регионе.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись вяза с признаками инфекционного увядания ветвей в кронах, произрастающие на лесных и озелененных территориях в Москве и на северо-востоке Подмосковья.

Материалы собраны в течение вегетационных периодов 2019 и 2020 гг. Обследование насаждений в Москве проводили в районе Сокольники Восточного АО (парк культуры и отдыха «Сокольники») и в Тимирязевском районе Северного АО (Исторический парк и Лесная опытная дача РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, прилегающие к ЛОД улицы Вучетича, Пасечная и Тимирязевская); в Московской области – на территории Пушкинского городского округа (два парка – «Морозовский лес» и Пушкинский парк культуры и отдыха, улицы Просвещения и Тургенева в г. Пушкино; придорожные насаждения вдоль трассы федерального значения М8 (Ярославское шоссе, 39 км); участок пригородного леса вблизи железнодорожной платформы Ивантеевка-2) и на территории городского округа Ивантеевка (ле-

созащитная полоса вдоль железной дороги вблизи платформы «Детская»).

При проведении полевых работ применяли традиционные методы лесопатологического обследования насаждений [4, 15, 16]. Состояние деревьев оценивали на безразмерных временных и постоянных пробных площадях (ПП) по степени усыхания кроны с использованием следующей шкалы [12]: 0 — без признаков ослабления (усыхание ветвей в кроне не наблюдается либо до 1 %); 1 — незначительно ослабленные (усыхает менее 25 % кроны); 2 — умеренно ослабленные (усыхает от 25 до 50 % кроны); 3 — сильно ослабленные (усыхает от 50 до 75 % кроны); 4 — усыхающие (усохло более 75 % кроны); 5 — свежий сухостой (деревья, усохшие в текущем году); 6 — сухостой прошлых лет. Это позволило получить сопоставимые данные для всех точек наблюдения. При описании деревьев дополнительно указывали долю ветвей с признаками текущего увядания; фиксировали наличие гнилевых и некротических болезней, механических повреждений и других фаутов. Наблюдения проводили с конца июня до середины сентября, когда признаки увядания были отчетливо видны. Всего на 13 обследованных объектах было заложено 19 ПП, в перечень включено около 500 деревьев.

Экологические категории насаждений выделяли по методике, опубликованной Е.Г. Мозолевской с соавт. [18], с некоторыми изменениями и дополнениями. Настоящим исследованием были охвачены насаждения следующих экологических категорий: А — посадки на улицах с малой и средней интенсивностью движения; Б — посадки вдоль автомагистралей; В — посадки вдоль железных дорог; Г — парки с элементами лесных насаждений;

Д — пригородные леса, лесопарки, лесные дачи.

С целью выявления видов офиостомовых грибов на ПП отбирали образцы увядающих ветвей с бурыми пятнами и кольцами в древесине. Микологический анализ пораженных тканей проводили методом чистых культур [7, 29 и др.] с последующим микроскопированием выделенных грибов. Идентификацию изолятов *Ophiostoma* осуществляли классическим методом по совокупности культуральных признаков [31, 33] в сочетании с методами молекулярной диагностики. Молекулярно-генетический анализ культур выполнен специалистами лаборатории геномных исследований и биоинформатики Института леса НАН Беларуси под руководством д-ра биол. наук О.Ю. Баранова.

При статистической обработке полученных данных применяли стандартные методы биометрии [14]. Расчет основных статистик и корреляционный анализ выполнены с использованием программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Обследование модельных объектов в Москве и Подмосковье показало, что представители рода *Ulmus* L. встречаются в насаждениях разных экологических категорий, но по сравнению с другими породами их доля везде, как правило, весьма незначительна. Чаще других встречается вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.). Обобщенные результаты оценки фитопатологического состояния этой породы на ПП представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Состояние вязов, произрастающих в лесах и парках на участках с сохраненной естественной лесной растительностью, анализировали отдельно по ярусам.

Таблица 1
Состояние вяза гладкого в насаждениях разных экологических категорий в Москве и Московской области

Регион	Категории насаждений	Количество объектов/ПП	Ярус	Учено деревьев, шт.	Диаметр, см		Распределение деревьев по категориям состояния, %							СКС		Доля деревьев с признаками болезней, %	
					min	max	средний	0	1	2	3	4	5	6	Увядание ветвей	Выделение экссудата	
Москва	A	3/3	-	25	2	48	17,1	16	16	36	24	0	0	8	2,1	8,0	0,0
	Г	2/6	I	8	22	32	25,8	0	50	50	0	0	0	0	1,5	0,0	0,0
			II	76	8	20	13,1	0	61,8	30,3	2,6	5,3	0	0	1,5	10,5	1,3
			Подрост	107	1	6	3,4	0	77,6	14,0	3,7	1,9	0	2,8	1,4	5,6	0,0
			Итого	191	1	32	8,2	0	70,2	22,0	3,1	3,1	0	1,6	1,5	7,3	0,5
			I	16	30	69	42,3	0	18,8	50	18,8	6,2	0	6,2	2,4	0,0	6,2
			II	21	12	28	20,5	0	19,0	42,9	19,0	9,5	0	9,5	2,6	14,3	4,8
	Д	1/3	Подрост	18	2	10	5,6	0	88,9	11,1	0	0	0	0	1,1	0,0	0,0
			Итого	55	2	69	22,0	0	41,8	34,5	12,7	5,4	0	5,4	2,0	5,4	3,6
			Всего по объектам	271	1	69	11,8	1,5	59,4	25,8	7,0	3,3	0	3,0	1,6	7,0	1,1
Московская область	A	2/2	-	19	1	20	6,6	0	73,7	21,0	0	0	5,3	0	1,4	15,8	0,0
	B	1/1	-	35	4	28	14,8	0	25,7	40	8,6	0	2,9	22,8	2,8	5,7	2,9
		1/1	-	141	8	33	19,9	5,0	48,9	21,3	12,8	5,7	2,1	4,2	1,9	24,8	2,8
			I	1	34	34	34	0	0	100	0	0	0	0	2,0	100,0	0,0
			II	4	8	18	14,5	0	50	25	25	0	0	0	1,8	25,0	0,0
	Г	2/2	Подрост	3	4	6	4,7	0	100	0	0	0	0	0	1,0	0,0	0,0
			Итого	8	4	34	13,2	0	62,5	25	12,5	0	0	0	1,5	25,0	0,0
			I	6	22	50	31	0	50	16,7	0	0	0	33,3	2,8	0,0	0,0
	Д	1/1	II	12	10	20	16,5	0	41,7	16,7	25	0	8,3	8,3	2,4	8,3	0,0
			Итого	18	10	50	21,3	0	44,4	16,7	16,7	0	5,5	16,7	2,6	5,6	0,0
Всего по объектам			221	1	50	17,8	3,2	47,5	24,0	11,3	3,6	2,7	7,7	2,0	19,5	2,3

Рис. 1. Распределение деревьев вяза гладкого по категориям состояния в насаждениях разных экологических категорий

В насаждениях Москвы всего было описано 271 дерево вяза гладкого, среди них преобладают здоровые и незначительно ослабленные (в сумме они составляют 60,9 %), средневзвешенная категория состояния (СКС) равна 1,6, доля деревьев с признаками инфекционного увядания в целом относительно невысокая (7,0 %). Однако состояние вязов на отдельных участках и в насаждениях разных экологических категорий неодинаково. В целом несколько лучшим состоянием характеризуются парки с элементами лесных насаждений. Доля благополучных вязов здесь составляет 70,2 % (СКС равна 1,5). Из двух объектов, входящих в данную категорию, наиболее благоприятная ситуация наблюдается в Историческом парке РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, где на долю благополучных приходится 75 % учтенных вязов (СКС равна 1,3). Тогда как в уличных посадках здоровые и незначительно ослабленные деревья составляют только 32 % (СКС равна 2,1), а в насаждениях ЛОД — 41,8 % (СКС равна 2,0). Поскольку эти объекты, как и Исторический парк, находятся также в Тимирязевском районе, причем недалеко друг от друга, как было отмечено ранее, то полученные показатели в данном случае приобретают более конкретный смысл, наглядно демонстрируя на примере одной локальной территории особенности состояния вязов на объектах, отличающихся экологическими условиями и режимом содержания. Очевидно, что относительно благополучное состояние вязов в парковых насаждениях по сравнению с лесными, где сохранилось больше старых деревьев, среди которых существенна доля сильно ослабленных и усыхающих, и имеет место некоторое накопление сухостоя, во многом обусловлено своевременным проведением санитарных мероприятий. В уличных посадках условия для произрастания деревьев наименее благоприятны, что негативно сказывается на состоянии вязов, способствует снижению их устойчивости к болезням и, как следствие, приводит к численному сокращению этой породы.

Установлено, что во всех категориях насаждений в целом лучшим состоянием характеризуются более молодые деревья. Так, в обследованных уличных посадках среди вязов, высаженных в более поздний период (диаметры стволов от 2 до 10 см, учтено 12 шт.), преобладают здоровые и незначительно ослабленные деревья (33,3 и 25 %), хотя имеются умеренно и сильно ослабленные (16,7 и 8,3 %), существенна доля усохших деревьев (16,7 %). Все деревья среднего возраста (диаметры стволов от 16 до 20 см, учтено 7 шт.) имеют признаки ослабления, причем преобладают сильно ослабленные (в этой группе они составляют 57,1 %). В уличных посадках встречаются и довольно старые деревья (диаметры стволов от 32 до 48 см, учтено 6 шт.), все они умеренно или сильно ослабленные (соответственно, 83,3 и 16,7 %). В парковых насаждениях состояние подроста в целом несколько лучше по сравнению с деревьями основного полога (табл. 1, рис. 2), но на отдельных объектах результаты разнятся. Так, в ПКиО «Сокольники» прослеживается та же тенденция (СКС подроста здесь равна 1,43; СКС деревьев в I и II ярусах, соответственно, 1,8 и 1,6), но в Историческом парке РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, при том что показатели, характеризующие состояние подроста, здесь довольно хорошие (СКС равна 1,4; доля благополучных растений составляет 73,1 %), состояние вязов в I и II ярусах насаждений все же немного лучше (СКС, соответственно, равны 1,0 и 1,3). На территории ЛОД подрост характеризуется значительно более благополучным состоянием по сравнению с деревьями основного полога.

Сделанные выводы согласуются с результатами корреляционного анализа, выполненного для жизнеспособных деревьев (категории состояния 0–4). Так, для всех обследованных объектов в Москве, а также отдельно для уличных посадок и ЛОД выявлено наличие прямой умеренной связи между диаметрами стволов и состоянием деревьев; полученные коэффициенты корреляции (r), соответственно, равны 0,35; 0,37; 0,37. Буквально это означает, что по мере

увеличения толщины ствола состояние деревьев ухудшается. С определенными оговорками примерно то же можно сказать и в отношении возраста. Для парковых насаждений в целом связь между этими параметрами характеризуется как

прямая и слабая ($r = 0,20$), но ее направленность и теснота сильно отличаются по каждому объекту в отдельности: для Исторического парка связь обратная и слабая ($r = -0,14$), для ПКМО «Сokolники» — прямая и слабая ($r = 0,30$).

Рис. 2. Состояние вяза гладкого в разных ярусах парковых (Г) и лесных (Д) насаждений

На территории мегаполиса инфекционное увядание ветвей вязов наблюдается в насаждениях всех типов, охваченных настоящим исследованием (табл. 1). На лесных участках оно отмечено у растений разного возраста, разных категорий состояния (начиная с первой) и вне зависимости от их положения в древостое (табл. 1, рис. 3). В уличных посадках увядание было выявлено среди средневозрастных (14,3 % в группе) и более старых (16,7 % в группе) вязов, в среднем доля таких деревьев здесь составила 8 %. В парковых насаждениях подобные признаки заболевания обнаружены на подросте и деревьях II яруса (соответственно, в группах —

5,6 и 10,5 %, в среднем — 7,3 %); в лесных насаждениях — только среди деревьев II яруса (в этой группе их 14,3 %, в среднем по ЛОД — 5,4 %). Следует заметить, что в ЛОД крупный сухостой отработан жуками-короедами *Scolytus sulcifrons* Rey и *Scolytus multistriatus* Marsham, являющимися переносчиками *Ophiostoma* spp., что косвенно может указывать на возможное поражение этих деревьев голландской болезнью при жизни. В дополнение к сказанному приводим результаты корреляционного анализа. Значимая связь между толщиной ствола и наличием увядания ветвей в кронах деревьев отсутствует. Некоторая прямая связь, хотя и сла-

бая, имеет место только в случае уличных посадок ($r = 0,27$). При этом существует прямая умеренная связь между состоянием деревьев и наличием у них этого признака заболевания (по всем обследованным объектам в Москве $r = 0,36$; для парков $r = 0,42$, для лесных насаждений $r = 0,34$). Для уличных посадок связь между этими параметрами также прямая, но слабая ($r = 0,23$).

В насаждениях мегаполиса среди пораженных вязов преобладают умеренно ослабленные деревья (рис. 3). Доля пораженных деревьев в группах по категориям состояния в процентном отношении увеличивается с ухудшением состояния и достигает значительной величины особенно среди сильно ослабленных и усыхающих деревьев (рис. 4).

Рис. 3. Распределение по категориям состояния вязов с признаками увядания

Рис. 4. Уровень пораженных вязов в группах по категориям состояния

Заболевание в преобладающем большинстве случаев протекает в хронической форме. Полученные данные о текущем состоянии вязов и распространенности инфекционного увядания в насаждениях разных экологических категорий свидетельствуют, на наш взгляд, о неактивной фазе развития эпифитотии в настоящий период. Также обнадеживает тот факт, что среди крупных вязов имеются здоровые и незначительно ослабленные деревья без признаков увядания. Дальнейшие наблюдения покажут, являются ли они в действительности устойчивыми к заболеванию или это носит случайный характер.

В насаждениях Московской области всего было проанализировано 221 дерево, из них на долю здоровых и незначительно ослабленных приходится 50,7 %, СКС равна 2,0, доля деревьев с признаками инфекционного увядания в среднем составляет 19,5 % (табл. 1, рис. 1). В отличие от московских объектов здесь в целом относительно лучшее состояние вязов наблюдается именно в уличных посадках (доля деревьев 1-й категории составляет 73,7 %, СКС равна 1,4). Однако следует заметить, что в обследованных посадках произрастают преимущественно молодые деревья (диаметры стволов от 1 до 6 см, учтено 16 шт., СКС по группе равна 1,4), высаженные в недавний период и не успевшие образовать мощную корневую систему и большую крону, чтобы дольше противостоять негативному воздействию различных факторов, включая поражение голландской болезнью. Доля благополучных деревьев в этом случае достигает 81,3 %, умеренно ослабленных — 12,5 %, также имеется свежий сухостой (6,2 %) с признаками заболевания. Средневозрастные деревья малочисленны и состояние их несколько хуже (диаметры стволов от 12 до 20 см, учтено 3 шт., СКС по группе равна 1,7). Почти все из них умеренно ослабленные, имеющие признаки инфекционного увядания (66,7 %). Крупные вязы в обследованных уличных посадках отсутствуют. Таким образом, в Москве и Подмосковье, несмотря на разницу в рас-

пределении деревьев по категориям состояния по данному типу насаждений в целом, общая тенденция прослеживается при анализе особенностей состояния деревьев с учетом возрастных групп: лучшими показателями характеризуются более молодые растения. Помимо уличных посадок наиболее благополучны также парковые насаждения (СКС равна 1,5), где проводится регулярный уход. В силу малочисленности данных детальный анализ состояния по ярусам провести не представляется возможным. Однако следует отметить, что состояние подроста лучше по сравнению с деревьями основного полога, из которых 40 % имеют признаки текущего увядания ветвей в кронах (табл. 1, рис. 2).

В наихудшем состоянии находятся придорожные посадки вдоль автомагистрали (табл. 1, рис. 1): здесь значительно преобладают умеренно и сильно ослабленные деревья, в сумме составляющие 48,6 %; из-за отсутствия должного ухода велика доля отпада (25,7 %); СКС равна 2,8. Несомненно, что непосредственная близость дороги с высокой интенсивностью движения автотранспорта негативно сказывается на состоянии деревьев, однако их ослабление и гибель обусловлены также развитием голландской болезни. На момент проведения наблюдений здесь был зафиксирован один из наиболее низких уровней инфекционного увядания ветвей (5,7 %) по сравнению с другими типами насаждений, признаки заболевания были обнаружены на сильно ослабленных деревьях и сухостое текущего года. Часть погибших деревьев отработана ильмовыми заболонниками, что косвенно может свидетельствовать о поражении их офиостомозом в прошлом.

Обследованный участок лесозащитной полосы вдоль железной дороги находится в более благоприятных экологических условиях по сравнению с посадкой вдоль автомагистрали. Состояние вязов здесь в целом также значительно лучше, благополучные деревья составляют более половины (53,9 %), СКС равна 1,9 (табл. 1, рис. 1). Однако наблюдается

довольно высокий уровень инфекционного увядания (24,8 %), признаки которого отмечены на деревьях 1–5 категорий состояния. Вследствие отсутствия регулярного ухода в лесополосе происходит накопление отпада.

На обследованном участке пригородного леса вяз гладкий в небольшом количестве произрастает вдоль тропинки посреди смешанного сосново-березового древостоя с участием ели и лиственницы. Около половины учтенных деревьев (44,4 %) имеют незначительные признаки ослабления, существенная доля умеренно и сильно ослабленных (в сумме 33,4 %), имеется свежий и старый сухостой (соответственно, 5,5 % и 16,7 %), СКС равна 2,6. Деревья 1-й категории состояния преобладают как в I, так и во II ярусе (рис. 2). Явные признаки инфекционного увядания были зафиксированы только на сухостое текущего года (5,6 %). Сухостой прошлых лет частично отработан *S. sulcifrons* и *S. multistriatus*. Вблизи этого участка на прогалине произрастает куртина молодых вязов высотой до 6 м, все растения здесь на данный момент здоровые.

В целом для обследованных в Подмосковье насаждений корреляционный анализ, выполненный для жизнеспособных деревьев и свежего сухостоя, не выявил наличия значимых связей между диаметрами стволов и состоянием деревьев, равно как и между диаметрами стволов и наличием увядания ветвей в кронах деревьев (коэффициенты корреляции, соответственно, равны 0,17 и 0,20). Однако связь между указанными параметрами для отдельных экологических категорий насаждений сильно отличается и по направленности, и по тесноте. Полученные коэффициенты корреляции имеют следующие значения: для уличных посадок, соответственно, 0,11 и 0,52; для посадок вдоль автомагистралей — 0,30 и 0,16; для посадок вдоль железных дорог — 0,13 и 0,13; для парковых насаждений — 0,47 и 0,78; для лесных насаждений — -0,24 и -0,25. При этом теснота связи между состоянием деревьев и наличием у них признаков увядания ветвей весьма высокая и в целом для обследо-

ванных в Подмоскowie объектов, и для каждого типа насаждений в отдельности: для всех подмосковных объектов $r = 0,62$; для уличных посадок $r = 0,73$; для посадок вдоль автомагистралей $r = 0,68$; для посадок вдоль железных дорог $r = 0,63$; для парков $r = 0,82$; для лесных насаждений $r = 0,73$.

В насаждениях Подмоскowie, так же, как и в Москве, увядание ветвей встречается у деревьев разных категорий состояния. Среди пораженных вязов преобладают умеренно и сильно ослабленные (рис. 3). Доля пораженных деревьев в группах по категориям состояния в процентном отношении увеличивается с ухудшением состояния (рис. 4).

Несмотря на то или иное различие в показателях, характеризующих фитопатологическое состояние вязов в насаждениях разных экологических категорий, для Москвы и Подмоскowie можно отметить следующие общие моменты: состояние молодых деревьев в целом относительно лучше по сравнению с более старыми; заболевание встречается во всех типах насаждений, протекает оно преимущественно в хронической форме, доля деревьев с признаками инфекционного увядания среди более старых деревьев в целом несколько выше. Регулярный контроль и своевременное проведение санитарных мероприятий будут способствовать оздоровлению насаждений и более длительному сохранению данной породы в их составе.

Из отобранных образцов были получены чистые немоноспоровые культуры *Ophiostoma* sp. Для идентификации изолятов классическими микологическими методами были изучены их морфологические особенности и линейный рост на стандартной питательной среде MEA (Malt Extract Agar) при выращивании в климатической камере в отсутствие освещения при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ [31, 33]. При закладке опыта в качестве инокулюмов использовали предварительно полученные чистые культуры; посе́вы осуществляли в

центр чашки Петри высечками мицелия 5×5 мм в трехкратной повторности для каждого изолята. Линейную скорость роста грибов определяли путем ежедневного измерения диаметра колонии по двум перпендикулярным направлениям с нижней стороны чашки в течение 13 суток. Всего в данном эксперименте было задействовано 5 изолятов *Ophiostoma* sp. из пораженных ветвей, собранных с разных модельных деревьев в Москве и Подмоскowie, сведения о которых приведены в таблице 2.

В данных условиях культивирования изоляты образуют колонии бело-кремового цвета; воздушный мицелий мучнистый до рыхло-низко-войлочного; поверхность концентрически-зональная вследствие неравномерного развития мицелия; форма колоний округлая с волнистым, часто хорошо выраженным лопастным краем; реверзум неокрашенный (рис. 5). На MEA изоляты *Ophiostoma* sp. активно формируют конидиальное спороношение типа *Sporothrix*. Для получения сумчатой стадии, важной при идентификации вида по морфологическим признакам, исследуемые изоляты выращивали на питательной среде с добавлением естественного субстрата [31, 33]. Подобные эксперименты были проведены нами с изолятами П4 и М5, которые выращивались на вязовом агаре (на 1 л воды брали 200 г мелко нарезанных ветвей и 20 г агар-агара), а также на вязовом агаре с погружением в него небольших стерильных фрагментов ветвей вяза. Как показали наблюдения, на вязовом агаре все изоляты *Ophiostoma* sp. массово образовывали конидиальные спороношения двух типов: *Sporothrix* и *Pesotum* (*Graphium*). Формирование сумчатой стадии зафиксировано не было.

Исследуемые изоляты имеют сходный рост (рис. 6). Культуры растут довольно быстро и уже на 13-е сутки после посева осваивают от 73 (у изолята П7) до 86 % (у изолята М5) чашки Петри по диаметру.

Таблица 2

Характеристика модельных деревьев *Ulmus laevis*,
с которых были получены изоляты *Ophiostoma* sp.

Объект	Характеристика деревьев			Изолят
	Диаметр ствола, см	Высота, м	Категория состояния	
Москва, Северный АО, Лесная опытная дача РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; ПП 4; 55°49'09"N, 37°33'19"E	13	13	3	М1
Москва, Северный АО, Исторический парк им. К.А. Тимирязева; ПП 12; 55°49'57"N, 37°32'33"E	8	10	3	М5
Московская обл., Пушкинский ГО, г. Пушкино, ул. Просвещения; ПП 7; 56°01'22"N, 37°51'08"E	8	10	5	П3
Московская обл., Пушкинский ГО, г. Пушкино, Пушкинский парк культуры и отдыха; ПП 10; 56°00'58"N, 37°50'44"E	16	17	2	П4
Московская обл., Пушкинский ГО, Ярославское шоссе, 39 км; ПП 11; 56°02'00"N, 37°53'19"E	12	12	3	П7

Рис. 5. Колония изолята П7
на 10-й день культивирования
на МЕА в темноте
при температуре +20 °С

Рис. 6. Линейный рост изолятов
Ophiostoma novo-ulmi на МЕА в темноте
при температуре +20 °С

Среднесуточные приросты исследуемых изолятов в целом имеют близкие значения (табл. 3), однако среди них выделяются М5, характеризующийся наибольшей энергией роста ($M = 6,01 \pm 0,64$) и П7, показывающий, наоборот, наименьшую скорость линейного роста ($M = 5,01 \pm 0,53$). Для установления значимости разности между средними значениями суточного радиального прироста исследуемых изоля-

тов попарно были рассчитаны значения t -критерия. Сравнение расчетных значений t -критерия с табличными для разных уровней значимости показало, что нулевая гипотеза H_0 не отвергается ни для каких из сравниваемых пар штаммов даже на 5 % уровне значимости. Таким образом, разницу между значениями среднесуточных радиальных приростов исследуемых штаммов следует считать несущественной.

Таблица 3

Сравнение среднесуточных радиальных приростов изолятов *Ophiostoma* sp.

Показатели	Изоляты				
	М1	М5	П3	П4	П7
$M \pm m_{cp}$, мм/сутки	$5,64 \pm 0,59$	$6,01 \pm 0,64$	$5,25 \pm 0,67$	$5,19 \pm 0,53$	$5,01 \pm 0,53$
Доверительный интервал $P = 0,95$	4,3–6,9	4,6–7,4	3,8–6,7	4,0–6,4	3,8–6,2
Лимиты ($X_{min} - X_{max}$)	0–7,6	0–8,0	0–7,5	0–7,3	0–6,9
Дисперсия (s^2)	4,22	4,97	5,76	3,33	3,34
Стандартное отклонение (s)	2,05	2,23	2,40	1,82	1,83
Коэффициент вариации (V), %	36,41	37,06	45,71	35,13	36,50
Точность выборочной средней (P), %	10,51	10,70	12,68	10,14	10,54

Согласно данным С.М. Brasier [31], более агрессивный возбудитель голландской болезни вязов *O. novo-ulmi* характеризуется несколько большей скоростью линейного роста (3,1–4,8 мм/сутки) по сравнению с другим видом – *O. ulmi*, радиальный прирост которого составляет 2,0–3,1 мм/сутки. По этому параметру все исследуемые нами изоляты более сходны с *O. novo-ulmi* Brasier. Однако при отсутствии перитециев, строение которых является самым надежным признаком при морфологической идентификации этих видов, можно лишь предполагать, что мы имеем дело с *O. novo-ulmi*. В связи с этим была проведена молекулярная диагностика исследуемых изолятов, которая во всех образцах подтвердила наличие гриба *O. novo-ulmi* (100 % совпадение по изученному региону рДНК с данными генного банка NCBI).

Проведенный анализ собранных образцов показал, что наблюдаемое инфекционное увядание вязов на модельных объектах в Московском регионе имеет грибную этиологию и связано с развитием агрессивного патогена *O. novo-ulmi*. Однако для получения более точной картины происходящего необходимо продолжить изучение состава видов и подвигов *Ophiostoma*, причастных к гибели ильмовых пород.

На трех объектах, включая лесные насаждения и защитные лесополосы, нами отмечены случаи выделения экссудата в области незаросших старых ран на стволах и в основании спиленных сучьев (табл. 1), что может быть следствием развития бактериоза. Подобные поражения были зафиксированы на вязах как с признаками увядания ветвей, так и без

них. Выявление патогенных бактерий и определение их роли в ослаблении и усыхании деревьев требует проведения специального исследования.

Выводы

Подводя итог вышесказанному, выделим следующие ключевые моменты.

1. Длительное развитие эпифитотии голландской болезни привело к значительному численному сокращению вязов в Московском регионе.

2. На обследованных модельных объектах преимущественно встречается *Ulmus laevis*. Фитопатологическое состояние этой породы на текущий момент в целом можно охарактеризовать как условно удовлетворительное; худшее состояние деревьев наблюдается в придорожных лесных полосах вдоль автомагистралей, а также в уличных посадках при наличии старовозрастных деревьев и отсутствии своевременного ухода; в целом лучшим состоянием характеризуются наиболее молодые деревья.

3. Инфекционное увядание вязов наблюдается в насаждениях всех экологических категорий, охваченных настоящим исследованием. Оно отмечено у растений разного возраста, разных категорий состояния и вне зависимости от их положения в древостое на лесных участках. Заболевание протекает преимущественно в хронической форме, острая форма болезни отмечена только у молодых деревьев. Доля пораженных вязов выше среди более старых деревьев.

4. Инфекционное увядание вязов в Московском регионе вызвано агрессивным пато-

генным грибом *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier, что впервые подтверждено специальными исследованиями. Наличие в образцах другого вида – *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf., прежде широко распространенного согласно литературным данным, в настоящий момент не выявлено.

5. Полученные данные о текущем состоянии вязов в насаждениях разных экологических категорий свидетельствуют, на наш взгляд, о неактивной фазе развития эпифитотии в настоящий период. Обнадеживающим является и тот факт, что среди крупных вязов имеются здоровые и незначительно ослабленные деревья без признаков увядания. Дальнейшие наблюдения покажут, являются ли данные экземпляры в действительности устойчивыми к заболеванию или это носит случайный характер.

6. Для предотвращения дальнейшего сокращения численности вязов важно осуществлять регулярный контроль за их состоянием и своевременно проводить санитарно-оздоровительные мероприятия.

В заключение следует отметить, что изучение разных аспектов проблемы массового усыхания вязов в Московском регионе будет продолжено. На следующем этапе исследования планируется уделить специальное внимание изучению патогенных бактерий, способных наряду с офиостомовыми грибами вызывать увядание ветвей и гибель деревьев, а также изучению механизмов передачи инфекции.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и БРФФИ в рамках научного проекта № 20-54-00045.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипов, Н.И. Влияние голландской болезни на водообмен листьев вяза гладкого во время засухи / Н.И. Антипов // Лесоведение. – 1982. – № 1. – С. 74–76.
2. Белова, Н.К. Состояние зеленых насаждений на бульварах Москвы / Н.К. Белова, Э.С. Соколова, Д.А. Белов // Лесной вестник. – 2000. – № 6. – С. 100–110.
3. Васильев, Н.Г. Ильм / Н.Г. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 88 с.

4. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
5. Востриков, И.Ю. Новые инвазивные организмы в древостоях Лесной опытной дачи / И.Ю. Востриков, А.М. Алишейкова, П.П. Ятченко // Лесохозяйственная информация. – 2015. – № 3. – С. 35–40.
6. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН / под. ред. А.С. Демидова. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
7. Дудка, И.А. Методы экспериментальной микологии. Справочник / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская, Э.З. Коваль, Л.Т. Горбик, Е.А. Никольская, Т.С. Кириленко, А.С. Бухало, Т.И. Редчиц; Отв. ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
8. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 703 с.
9. Кузьменко, А.А. Характеристика современного состояния городских насаждений Королева / А.А. Кузьменко // Лесной вестник. – 2011. – № 4. – С. 155–163.
10. Кузьмичев, Е.П. Голландская болезнь и борьба с ней в городских насаждениях / Е.П. Кузьмичев // Научн. труды МЛТИ. – М.: МЛТИ, 1987. – Вып. 188. – С. 39–44.
11. Кузьмичев, Е.П. Голландская болезнь в городских насаждениях / Е.П. Кузьмичев // Защита растений. – 1987. – № 7. – С. 35–37.
12. Кузьмичев, Е.П. Структура, состав и биоценотическая роль грибов-дендротрофов в лесных сообществах и урбоэкосистемах / Кузьмичев Евгений Павлович: дис. ... д-ра биол. наук. – М.: МГУЛ, 1994. – 264 с.
13. Кузьмичев, Е.П. Графиоз и ильмовые заболонники в городских насаждениях / Е.П. Кузьмичев, Н.К. Белова // Вопросы лесовыращивания и рационального лесопользования / Научн. труды МЛТИ. – М.: МЛТИ, 1985. – Вып. 167. – С. 157–160.
14. Лакин, Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп. / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
15. Методы мониторинга вредителей и болезней леса: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Том III] / Под общ. ред. В.К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
16. Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 152 с.
17. Мозолевская, Е.Г. Итоги мониторинга состояния зеленого фонда Москвы в 1999 г. / Е.Г. Мозолевская, Н.К. Белова, Т.В. Шарапа, Э.С. Соколова, О.В. Беднова, Д.А. Белов, Т.В. Галасьева, Г.С. Лебедева, В.А. Липаткин, В.М. Сураппаева, О.М. Смирнова, Л.П. Стрепенюк, А.В. Савельева, Е.И. Семенова, А.В. Харлашина, Т.Е. Фоломкина // Лесной вестник. – 2000. – № 6. – С. 71–88.
18. Мозолевская, Е.Г. Итоги мониторинга состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы в 1997 г. / Е.Г. Мозолевская, Н.К. Белова, Е.Г. Куликова, Э.С. Соколова, В.А. Липаткин, Т.В. Шарапа, В.М. Сураппаева, А.Н. Щербаков, Д.А. Белов, С.В. Мазитов // Лесной вестник. – 1998. – № 2. – С. 14–28.
19. Мухина, Л.Н. Итоги и перспективы интродукции вяза в Москве в связи с его устойчивостью к болезням и вредителям / Л.Н. Мухина, Ю.Е. Беляева // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2004. – № 188. – С. 54–60.
20. Мухина, Л.Н. Динамика энтомо-фитопатологического состояния зеленых насаждений Москвы по итогам мониторинга за три года / Л.Н. Мухина, Ю.Е. Беляева, А.В. Егорова, Л.Г. Серая, О.Б. Ткаченко, В.И. Шатило // Лесной вестник. – 2000. – № 6. – С. 92–97.
21. Мухина, Л.Н. Предварительные итоги мониторинга состояния зеленых насаждений Москвы в 1998 г. / Л.Н. Мухина, О.Б. Ткаченко, Ю.Е. Беляева, А.В. Егорова, Л.Г. Серая // Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 65–68.

22. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции / Отв. ред. А.С. Демидов. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 657 с.
23. Смирнова, О.М. Состояние вязовых насаждений в Москве / О.М. Смирнова, Л.П. Стрепенюк, А.В. Савельева // Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 63–65.
24. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2000 г.). Аналитический доклад / Под ред. канд. мед. наук Х.Г. Якубова. – М.: Прима-Пресс-М, 2001. – 290 с.
25. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2004 г.). Аналитический доклад / Под ред. канд. мед. наук Х.Г. Якубова // ОАО «Прима-М». – М.: Стагирит-Н, 2005. – 200 с.
26. Трусов, Н.А. Ресурсный потенциал древесных растений Московского региона / Н.А. Трусов, С.Л. Рысин, А.А. Коженкова, И.О. Яценко // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 9. – С. 60–65.
27. Холоденко, Б.Г. Деревья и кустарники для озеленения в Молдавии / Б.Г. Холоденко. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 267 с.
28. Черпаков, В.В. Природа голландской болезни вязов: новые аспекты диагностики, патогенеза, этиологии / В.В. Черпаков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – Вып. 228. – С. 266–293.
29. Чумаков, А.Е. Основные методы фитопатологических исследований / А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов, Е.А. Гаврилова; под общ. ред. А.Е. Чумакова. – М.: Колос, 1974. – 191 с.
30. Шарапа, Т.В. Голландская болезнь в естественных вязовниках природного заказника «Воробьевы горы» / Т.В. Шарапа, Б.И. Исмаилов // Лесной вестник. – 2006. – № 2. – С. 128–134.
31. Brasier, C.M. *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causative agent of current Dutch elm disease pandemics / C.M. Brasier // Mycopathologia. – 1991. – Vol. 115. – P. 151–161.
32. Caudullo, G. *Ulmus* – elms in Europe: distribution, habitat, usage and threats / G. Caudullo, D. de Rigo // European Atlas of Forest Tree Species / Editors: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. – Publisher: European Commission, 2016. – P. 186–188.
33. *Ophiostoma novo-ulmi* (Dutch elm disease). URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/37594> (дата обращения: 26.03.2020).

REFERENCES

1. Antipov N.I. Vliyanie gollandskoj bolezni na vodoobmen list'ev vyaza gladkogo vo vremya zasukhi. *Lesovedenie*, 1982, no. 1, pp. 74–76. (In Russian)
2. Belova N.K., Sokolova E.S., Belov D.A. Sostoyanie zelenykh nasazhdenij na bul'varakh Moskvy. *Lesnoj vestnik*, 2000, no. 6, pp. 100–110. (In Russian)
3. Vasil'ev N.G. *Il'm*. Moscow, 1986, 88 p. (In Russian)
4. Vorontsov A.I., Mozolevskaya E.G., Sokolova E.S. *Tekhnologiya zashhity lesa*. Moscow, 1991, 304 p. (In Russian)
5. Vostrikov I.Yu., Alishejkova A.M., Yatchenko P.P. Novye invazivnye organizmy v drevostoyakh Lesnoj opytnoj dachi. *Lesokhozyajstvennaya informatsiya*, 2015, no. 3, pp. 35–40. (In Russian)
6. Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN, pod. red. A.S. Demidova. Moscow, 2005, 586 p. (In Russian)

7. Dudka I.A., Vasser S.P., Ellanskaya I.A., Koval' E.Z., Gorbik L.T., Nikol'skaya E.A., Kirilenko T.S., Buhalo A.S., Redchic T.I. *Metody ehksperimental'noj mikologii: spravochnik*, pod red. V.I. Bilaj. Kiev, 1982, 551 p. (In Russian)
8. Kolesnikov A.I. *Dekorativnaya dendrologiya*. Moscow, 1974, 703 p. (In Russian)
9. Kuz'menko A.A. Kharakteristika sovremennogo sostoyaniya gorodskikh nasazhdenij Koroleva. *Lesnoj vestnik*, 2011, no. 4, pp. 155–163. (In Russian)
10. Kuz'michev E.P. Gollandskaya bolezn' i bor'ba s neyu v gorodskikh nasazhdeniyakh. *Nauchnye trudy MLTI*. Moscow, 1987, issue 188, pp. 39–44. (In Russian)
11. Kuz'michev E.P. Gollandskaya bolezn' v gorodskikh nasazhdeniyakh. *Zashhita rastenij*, 1987, no. 7, pp. 35–37. (In Russian)
12. Kuz'michev E.P. Struktura, sostav i biotsenoticheskaya rol' gribov-dendrotrofov v lesnykh soobshhestvakh i urboehkositemakh. Doctor's thesis: 27.10.94, Moscow, 1994, 264 p. (In Russian)
13. Kuz'michev E.P., Belova N.K. Grafioz i il'movye zabolonniki v gorodskikh nasazhdeniyakh. *Voprosy lesovyrashhivaniya i ratsional'nogo lesopol'zovaniya. Nauchn. trudy MLTI*. Moscow, 1985, issue 167, pp. 157–160 (In Russian)
14. Lakin G.F. *Biometriya: ucheb. posobie dlya biol. spets. vuzov*, 4-e izd., pererab. i dop. Moscow, 1990, 352 p. (In Russian)
15. *Metody monitoringa vreditelej i boleznij lesa: spravochnik [Bolezni i vrediteli v lesakh Rossii. Vol. III.]*, pod obshh. red. V.K. Tuzova. Moscow, 2004, 200 p. (In Russian).
16. Mozolevskaya E.G., Kataev O.A., Sokolova Eh.S. *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditelej i boleznij lesa*. Moscow, 1984, 152 p. (In Russian)
17. Mozolevskaya E.G., Belova N.K., Sharapa T.V., Sokolova Eh.S., Bednova O.V., Belov D.A., Galas'eva T.V., Lebedeva G.S., Lipatkin V.A., Surappaeva V.M., Smirnova O.M., Strepenyuk L.P., Savel'eva A.V., Semenova E.I., Kharlashina A.V., Folomkina T.E. Itogi monitoringa sostoyaniya zelenogo fonda Moskvy v 1999 g. *Lesnoj vestnik*, 2000, no. 6, pp. 71–88. (In Russian)
18. Mozolevskaya E.G., Belova N.K., Kulikova E.G., Sokolova Eh.S., Lipatkin V.A., Sharapa T.V., Surappaeva V.M., Shherbakov A.N., Belov D.A., Mazitov S.V. Itogi monitoringa sostoyaniya zelenykh nasazhdenij i gorodskikh lesov Moskvy v 1997 g. *Lesnoj vestnik*, 1998, no. 2, pp. 14–28. (In Russian)
19. Mukhina L.N., Belyaeva Yu.E. Itogi i perspektivy introduktsii vyaza v Moskve v svyazi s ego ustojchivost'yu k boleznjam i vreditelyam. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, 2004, no. 188, pp. 54–60. (In Russian)
20. Mukhina L.N., Belyaeva Yu.E., Egorova A.V., Seraya L.G., Tkachenko O.B., Shatilo V.I. Dinamika ehntomofitopatologicheskogo sostoyaniya zelenykh nasazhdenij Moskvy po itogam monitoringa za tri goda. *Lesnoj vestnik*, 2000, no. 6, pp. 92–97. (In Russian)
21. Mukhina L.N., Tkachenko O.B., Belyaeva Yu.E., Egorova A.V., Seraya L.G. Predvaritel'nye itogi monitoringa sostoyaniya zelenykh nasazhdenij Moskvy v 1998 g. *Lesnoj vestnik*, 1999, no. 2, pp. 65–68. (In Russian)
22. *Rasteniya prirodnoj flory v Glavnom botanicheskom sadu im. N.V. Cicina Rossijskoj akademii nauk*, 65 let introduktsii, otv. red. A.S. Demidov, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Glavnyj botanicheskij sad im. N.V. Cicina RAN. Moscow, 2013, 657 p. (In Russian)
23. Smirnova O.M., Strepenyuk L.P., Savel'eva A.V. Sostoyanie vyazovykh nasazhdenij v Moskve. *Lesnoj vestnik*, 1999, no. 2, pp. 63–65. (In Russian)
24. Sostoyanie zelenykh nasazhdenij v Moskve (po dannym monitoringa 2000 g.). Analiticheskij doklad, pod red. k. m. n. Kh.G. Yakubova. Moscow, 2001, 290 p. (In Russian)
25. Sostoyanie zelenykh nasazhdenij v Moskve (po dannym monitoringa 2004 g.). Analiticheskij doklad, pod red. k. m. n. Kh.G. Yakubova, Moscow, 2005, 200 p. (In Russian)

26. Trusov N.A., Rysin S.L., Kozhenkova A.A., Yacenko I.O. Resursnyj potentsial drevesnykh rastenij Moskovskogo regiona. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, vol. 32, no. 9, pp. 60–65. (In Russian)
27. Kholodenko B.G. Derev'ya i kustarniki dlya ozeleneniya v Moldavii. Kishinev, 1974, 267 p. (In Russian)
28. Cherpakov V.V. Priroda gollandskoj bolezni vyazov: novye aspekty diagnostiki, patogenez, ehtiologii. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2019, issue 228, pp. 266–293. (In Russian)
29. Chumakov A.E., Minkevich I.I., Vlasov Yu.I., Gavrilova E.A. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovanij, *pod obshh. red. A.E. Chumakova*. Moscow, 1974, 191 p. (In Russian)
30. Sharapa T.V., Ismailov B.I. Gollandskaya bolezni' v estestvennykh vyazovnikakh prirodnogo zakaznika "Vorob'evy gory". *Lesnoj vestnik*, 2006, no. 2, pp. 128–134. (In Russian)
31. Brasier C.M. *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causative agent of current Dutch elm disease pandemics. *Mycopathologia*, 1991, vol. 115, pp. 151–161.
32. Caudullo G., de Rigo D. *Ulmus* – elms in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*, editors: San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A. Luxembourg, Publication Office of the European Union, 2016, pp. 186–188.
33. *Ophiostoma novo-ulmi* (Dutch elm disease). URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/37594><https://www.cabi.org/isc/datasheet/37594>

Статья поступила в редакцию 18.05.2021