

Е.Ю. Варенцова, С.Г. Шурыгин

**ПОРАЖЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
ЕЛАГИНА ОСТРОВА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
ГРИБНЫМИ ПАТОГЕНАМИ (AGARICOMYCETES DOVELD)
И ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ**

Введение. Зеленые насаждения Санкт-Петербурга не только формируют облик города, но и создают его особый микроклимат. В свою очередь, городские насаждения подвергаются значительным антропогенной и ветровой нагрузкам, на их состоянии сказывается общая экологическая обстановка, загрязнение и истощение городских почв, нарушение гидрологического режима. Причинами ослабления насаждений является и изменение климатических условий. В городе из года в год выпадает все большее количество осадков: 560 мм в конце 1960-х гг. и до 630 мм в начале 2000-х гг. Изменение данного показателя существенно влияет на скорость поражения и развития грибных и других заболеваний [Брянцева, 2018].

Большинство насаждений, расположенных в центре города и имеющих историческую значимость, находятся в возрасте более 180 лет, в связи с чем также происходит ухудшение их состояния. Большая часть насаждений, особенно старовозрастные деревья, имеют механические повреждения стволов и корней, являющиеся воротами инфекции фитопатогенных организмов. Наиболее распространены дереворазрушающие грибы, вызывающие стволовые и корневые гнили. Их развитие приводит к нарушению физиологических процессов, снижению прироста, общему ослаблению и усыханию деревьев, уменьшению механической прочности древесины, возникновению ветровала и бурелома, что делает пораженные деревья угрозой для посетителей и материальных ценностей [Варенцова, 2020].

Наибольший вред в насаждениях представляет опёнок – собирательная группа видов патогенных грибов, относящихся к агарикоидным базидиомицетам (Agaricomycetes Doweld, 2001). Эта группа объединяет около пяти родов грибов из разных семейств. Сохранение насаждений и защита деревьев от корневой гнили должно основываться на знании экологии этой группы патогенов.

Методика исследования. Одним из самых интересных объектов для изучения поражения деревьев опёнком в городских условиях является

Центральный парк культуры и отдыха имени С.М. Кирова на Елагином острове (ЦПКиО). Насаждения Елагина острова формировались более 200 лет. Наряду с естественной растительностью здесь произрастают сотни интродуцированных видов деревьев и кустарников, что делает их уникальными, поэтому изучение их фитопатологического состояния и причин поражения деревьев требует особого внимания.

За долгую историю насаждения острова претерпели серьезные изменения. С 1700 по 1878 г. территория парка 134 раза оказывалась под водой. В послевоенные годы была нарушена гидромелиоративная сеть, отсутствовал должный уход за сетью шлюзов, что привело к ухудшению дренажа почв. Многие деревья оказались в зоне подтопления [Природа..., 2007], это отразилось на состоянии насаждений.

Наблюдения за уровнями почвенно-грунтовых вод проводились с помощью специально устроенных смотровых колодцев (скважин). Скважины устраивались согласно методическим указаниям СНИГМа [Краткие..., 1951] в целях установления глубины грунтовой воды в древостоях различной производительности.

Уровни грунтовых вод в скважинах измеряли от верха сваек, которые были забиты не менее чем на 0,6 м в минеральный грунт. При гидрологических исследованиях в лесопарках наиболее важны наблюдения в период вегетации.

При обследовании водного режима почв Елагина острова участки территории были условно разделены в зависимости от расположения уровней грунтовых вод на три категории: корни деревьев не затоплены, уровень грунтовых вод находился ниже зоны распространения корней (более 40 см); корни бывают подтоплены, уровень грунтовых вод находился в зоне расположения корней (от 0 до 40 см); корни бывают затоплены, уровень грунтовых вод был выше поверхности почвы.

С целью определения основных проблем насаждений, их качественных и количественных параметров проведено сплошное лесопатологическое обследование, состоящее из рекогносцировочного и детального. В ходе первого из них проведен сплошной пересчет деревьев, составлен список микобиоты и определен видовой состав патогенов. При детальном обследовании определены категории состояния деревьев по комплексу визуальных признаков (густоте кроны, цвету листьев (хвои), степени усыхания ветвей и др.) по 6-балльной шкале: 1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – сухостой текущего года, 6 – сухостой прошлых лет [Мозолевская и др., 1984].

Определение видовой принадлежности опёнка проведено по морфологическим признакам строения плодовых тел, точность определения проверена специалистами лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (О.В. Морозовой и С.В. Волобуевым). Современные латинские названия грибов приведены в соответствии с базой данных [Mycobank].

Для определения распространенности опёнка использована шкала по количеству обнаруженных плодовых тел или их групп: обнаружение 1 плодового тела или группы – «единично»; от 2 до 3 – «редко»; от 4 до 8 – «нередко»; от 9 до 14 – «часто»; от 15 и более – «очень часто». Для шляпочных грибов данную шкалу можно заменить процентом покрытия территории, что использовалось нами для составления картографического материала.

Площадь покрытия территории опёнком определялась по формуле

$$N = \left(\frac{k \cdot S_{kc}}{S_{\text{общ}}} \right) 100\%,$$

где k – количество находок опёнка определенного вида; S_{kc} – средняя площадь корневой системы, м^2 ; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь насаждения, м^2 .

Результаты исследования. Результаты лесопатологического обследования насаждений острова в 2017–2019 гг. показали, что наибольшее распространение имеют и наносят вред деревьям следующие дереворазрушающие грибы из группы опят: опёнок зимний (*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer), опёнок летний (*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer et A.H. Sm.) и опёнок осенний *Armillaria* spp. – собирательная группа агарикоидных базидиомицетов *Agaricomycetes* Doweld), а именно: опёнок луковичноногий (*Armillaria cepistipes* Velen.); опёнок толстоногий (*Armillaria lutea* Gillet); опёнок ссыхающийся (*Armillaria tabescens* (Scop.) Emel). В результате исследований, проведенных на данной территории в 2005 и 2006 гг., обнаружены: опёнок летний (нередко), опёнок осенний луковичноногий (нередко), опёнок осенний вздутоногий (толстоногий) (нередко) [Природа..., 2007].

Биологическими особенностями данной группы грибов является:

- образование ризоморф, которые с возрастом меняют окраску с нежно-желтой на черно-серую;
- долговременное сохранение инфекции (ризоморфы на корнях);
- плодовые тела образуют большое количество спор;

- высокая скорость прорастания спор;
- высокая скорость образования очага заболевания;
- присутствует активность в холодный период (конец осени – начало зимы и зимняя оттепель);
- снижение активности при температуре выше 25 °С, при 35 °С способность развиваться прекращается.

При исследовании макромицетов в 2005 и 2006 гг. плодовые тела опёнка осеннего зарегистрированы только на пнях [Природа..., 2007].

В ходе обследования насаждений в 2017–2019 гг. выявлен ряд проблем, основная из которых – угнетенное состояние деревьев в отдельных частях парка, что привело к поражению опёнком живых растений. Главным и основным признаком заражения является появление плодовых тел, а при их отсутствии о поражении дерева опёнком можно судить по наличию ризоморф. Отмечено, что плодовые тела появляются при поражении 50% корней дерева и напрямую зависят от погодного фактора. Одним из признаков поражения опёнком является усыхание кроны, степень которого зависит от поражения корневой системы. Существенная степень ажурности появляется при поражении 25% корней первого и второго порядка. При начальной стадии поражения корни начинают менять свой внешний вид, становясь вздутыми и легкоповреждаемыми; поэтому в очагах довольно часто отмечается вывал деревьев. В результате детального обследования определен средний балл состояния деревьев, который равен 2,6, что вызывает определенное беспокойство, так как у таких деревьев усохло 40% скелетных ветвей (ветви первого порядка).

На территории парка выявлено 36 очагов опёнка, прежде всего, в местах с избыточным увлажнением почв. Плодовые тела и ризоморфы опёнка встречались как на пнях, так и на живых деревьях (рис. 1).

Процент суммарного покрытия площади опёнком составил 7,5%: опёнок зимний – 0,9%, опёнок летний – 0,4%, опёнок луковиченосный – 1,3%, опёнок толстоногий – 4,0%, опёнок ссыхающийся – 1% [Брянцева, 2018]. При этом наблюдался диффузный характер поражения и отмирания деревьев (до 8 деревьев в «окнах» диаметром или протяженностью вдоль береговой линии 10–15 м).

Поражение новых деревьев опёнком, как правило, происходит через корневую систему, реже – через раны на стволах деревьев.

Опенок относится к аэрогенным грибам, наиболее эффективно заражение осуществляется при влажности субстрата от 80% и влажности воздуха 50–70%. Для успешного развития мицелия важен также уровень кислотности почвы или субстрата. При показателях выше рН = 8 рост ризоморф прекращается, при рН = 2,5–2,8 рост замедляется.



Рис. 1. Плодовые тела опёнка луковичного у комля лиственницы

Fig. 1. The fruiting bodies of the *Armillaria cepistipes* at the larch butt

Гидрологический режим на территории острова, безусловно, сильно влияет на состояние насаждений в целом. Наличие такой площади водных объектов (более 18 га) и само их расположение влечет за собой появление проблем с регуляцией стока и подтоплением внутренних береговых линий. На рис. 2 видно, что вода скапливается в микропонижениях, тем самым увеличивая нагрузку на корневую систему и вызывая ее повреждения.



Рис. 2. Участок временного подтопления территории парка (выдел 14)

Fig. 2. A temporary flooding site in the park (stratum 14)

Наиболее высокий уровень грунтовых вод наблюдается в мае, что связано с таянием снега в весенний период [Григорьева, Шурыгин, 2017]. Далее уровень грунтовых вод снижается до августа месяца за счет суммарного испарения. В сентябре при увеличении осадков и снижении эвапотранспирации наблюдается подъем грунтовых вод. Возможно повышение грунтовых вод из-за атмосферных осадков.

Встречаемость опёнка зависит от уровня грунтовых вод: на участках с не затопленными корнями опёнок встречается редко, с подтопленными корнями – часто и с затопленными корнями – очень часто.

Причины застоя воды на территории острова: уплотнение почвы в результате высокой рекреационной нагрузки; высокий уровень грунтовых вод; характеристики почвы (почва суглинистая и тяжелая); отсутствие ухода за сетью шлюзов и дренажной сетью. На все это влияет и расположение острова в восточной части Невской губы, где самый сильный эффект от ветрового нагона. Зимой деревья, располагающиеся вдоль внутренней береговой линии, находятся под постоянным воздействием ледяной корки, травмирующей их при колебании температуры.

При исследовании водного режима почв острова были выявлены участки мочажин, где уровень грунтовых вод после дождей находится на глубине 10–20 см, вызывая подтопление и затопление корней. На таких минеральных почвах вода бедна кислородом, его содержание составляет 0,6–1,0 мг/л или 4,8–8,4 % от нормального его содержания. Иногда растворенного кислорода нет вовсе в почвенной воде. После дождей концентрация растворенного кислорода достигает 2–6 мг/л, что составляет 17–54 % от максимально возможного содержания кислорода в воде. На следующий день после дождя концентрация кислорода в грунтовой воде снижается до 0,5–4,0 мг/л [Шурыгин, 2007]. Корни затапливаются водой бедной кислородом и от этого деревья страдают еще сильнее.

Встречались и участки вдоль берегов прудов на расстоянии 5–8 м от берега, где наблюдалось подтопление корневых систем за счёт обратной фильтрации воды из прудов по слоям почвы, состоящим из камня и щебня.

Корневая система деревьев преимущественно находится в верхнем слое почвы от 0 до 40–50 см, а по литературным данным биомасса ризоморф опёнка осеннего как раз сосредоточена на глубине от 0 до 80 см [Смоляк, 1987]. Из работ А.В. Веретенникова [Веретенников, 1985] известно, что затопление корней деревьев в период активного роста (в июне–августе) сроком более 4–5 дней приводит к их отмиранию вследствие недостатка кислорода. Дерево вынуждено тратить энергию роста на восста-

новление корней, что снижает прирост деревьев и приводит к их ослаблению и как следствие распространению опёнка и корневой гнили.

По результатам рекогносцировочного обследования составлена карта расположения наиболее крупных очагов опёнка (рис. 3). Анализ картографического материала наглядно показывает, что очаги развития опёнка расположены в местах избыточного увлажнения почв и в прибрежных зонах.



Рис. 3. Местоположение наиболее крупных очагов опёнка

Условные обозначения:





-  – зоны расположения очагов опёнка в местах подтопления;
-  – зоны расположения очагов опёнка в местах застоя воды

Fig. 3. Locations of the major foci of the pathogen

Symbols used:

-  – zones of location of the foci of the pathogen in the flooded areas
-  – zones of location of the foci of the pathogen in the areas with standing water

Выводы. Одной из основных проблем состояния зеленых насаждений Елагина острова в Санкт-Петербурге является поражение деревьев опёнком, что приводит к ветровалу и усыханию деревьев. Ухудшение водного режима почв приводит к подтоплению корневых систем деревьев, что, в свою очередь, способствует их ослаблению и, как следствие, распространению опёнка и корневой гнили, вызываемой им. Оздоровление насаждений острова должно включать не только фитосанитарные мероприятия, но и работы, направленные на улучшение условий произрастания деревьев.

Проблему подтопления территории можно решить несколькими способами. Во-первых, необходимо возобновить комплексный уход за сетью канав, шлюзов. Во-вторых, укрепить берега внутренних водоемов и расчи-

стить их дно. Укрепить берега можно влаголюбивыми породами кустарников, поскольку за ними легче ухаживать; при этом они будут служить естественной оградой, защищающей от вытаптывания. Все вышеуказанные мероприятия практически не поменяют исторический облик парка, но при этом выполняют защитные функции.

Библиографический список

Брянцева Ю.С., Варенцова Е.Ю. Влияние грибов из группы опят на насаждение центрального парка культуры и отдыха имени С.М. Кирова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. Третьей Междунар. науч.-техн. конф. Т. 1 / под ред. В.М. Гедьо. СПб.: СПбГЛТУ, 2018. С. 43–46.

Варенцова Е.Ю., Шурыгин С.Г., Поповичев Б.Г. Развитие вызванной опёнок корневой гнили в зависимости от водного режима в древесных насаждениях Елагина острова в Санкт-Петербурге // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева) : матер. Всерос. конф. с междунар. участием. Санкт-Петербург, 24–27 ноября 2020 г. / под ред. Д.Л. Мусолина, Н.И. Кириченко и А.В. Селиховкина. СПб.: СПбГЛТУ, 2020. С. 109–110. DOI: 10.21266/SPBFTU.2020.КАТАЕВ

Веретенников А.В. Метаболизм древесных растений в условиях корневой аноксии. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. 152 с.

Григорьева К.Ю., Шурыгин С.Г. Водный режим почв парка Есенина в Санкт-Петербурге // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2017. № 1. С. 69–71.

Краткие методические указания по постановке и проведению опытно-мелиоративных исследований. М.: Сельхозгиз, 1951. С. 46–78.

Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.

Природа Елагина острова / под ред. Е.А. Волковой, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмова. СПб., 2007. 108 с.

Смоляк Ю.Л. Распределение и биомасса ризоморф опёнка осеннего в хвойных фитоценозах // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1987. С. 87–89.

Шурыгин С.Г. Режим кислорода, растворенного в почвенной воде // Лесное почвоведение: Итоги, проблемы, перспективы : тез. докл. Междунар. науч. конф. Сыктывкар.: Коми науч. центр УрО РАН, 2007. С. 206–207.

Mycobank.org. <http://www.mycobank.org> (Электронная база данных научных названий микологических таксонов): [электрон. ресурс].

References

Brief methodical instructions for setting up and carrying out trial-reclamative research. M.: Selkhozgiz, 1951, pp. 46–78. (In Russ.)

Bryantseva Yu.S., Varentsov E.Yu. The influence of mushrooms from the group is of honey agarics on the standing timber of the central park of culture and recreation named after S.M. Kirov. *Forests of Russia: politics, industry, science, education* : materials of the third international scientific and technical conference. Vol. 1 / Ed. V.M. Gedio. St. Petersburg: SPbGLTU, 2018, pp. 43–36. (In Russ.)

Grigorieva K.Y., Shurygin S.G. Water mode of the soils of the park Yesenina in St. Petersburg. *Actual issues in forestry*. SPb.: Publ. Politehn. University, 2017, no 1, pp. 69–71. (In Russ.)

Mozolevskaya E.G., Katayev O.A., Sokolova E.S. Methods of forest pathological survey of locus of stem pests and forest diseases. Moscow: Forest Industrial, 1984. 152 p. (In Russ.)

Mycobank.org. URL: <http://www.mycobank.org> (Electronic database of scientific names of mycological taxa) [Online resource]. (In Russ.)

Shurygin S.G. Rezhim kisloroda, rastvorennoho v pochvennoy vode. *Lesnoye pochvovedeniye: Itogi, problemy, perspektivy: tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Syktyvkar.: Komi Nauchnyy Tsentr UrO RAN, 2007, pp. 206–207. (In Russ.)

Smolyak Yu.L. Distribution and biomass of autumn mushroom rhizomorphs in coniferous phytocenoses. *Ecology and Forest Protection*. Leningrad: LTA, 1987, pp. 87–89. (In Russ.)

The nature of Elagin Island / Ed. E.A. Volkova, G.A. Isachenko, V.N.Khrantsova. St. Petersburg, 2007. 108 p. (In Russ.)

Varentsova E.Yu., Shurygin S.G., Popovichev B.G. The development of root rot caused by honey agarics depending on the water regime in the honey agarics of the Elagin Island in St. Petersburg. *Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems. The Kataev Memorial Readings – XI / Proceedings of the All-Russia conf. with international participation*. Saint Petersburg (Russia), November, 24–27, 2020 / D.L. Musolin, N.I. Kirichenko and A.V. Selikhovkin (Eds). St. Petersburg (Russia): SPbSFTU, 2020, pp. 109–110. DOI: 10.21266/SPBFTU.2020.KATAEV. (In Russ.)

Veretennikov A.V. Metabolism of woody plants in conditions of root anoxia. Voronezh: VSU, 1985. 152 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 21.01.2021

Варенцова Е.Ю., Шурыгин С.Г. Поражение древесных насаждений Елагина острова в Санкт-Петербурге грибными патогенами (Agaricomycetes Doweld) и влияние водного режима на их распространение // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 236. С. 152–162. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.236.152-162

Общее ослабление и усыхание деревьев в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга в последние годы вызывает серьезные опасения. Большая часть

особенно старовозрастных деревьев имеет механические повреждения стволов и корней, являющиеся воротами инфекции фитопатогенных организмов. Наиболее распространены дереворазрушающие грибы, вызывающие стволовые и корневые гнили, что приводит к уменьшению механической прочности древесины, возникновению ветровала и бурелома, пораженные деревья становятся угрозой для посетителей и материальных ценностей. Наибольший вред в насаждениях представляет опёнок (собирательная группа, принадлежащая к агарикоидным базидиомицетам). Целью данного исследования стало изучение причин поражения деревьев опёнком в насаждениях Елагина острова, выявление при этом влияния гидрологического режима на развитие патогена и разработка предложений по оздоровлению насаждений. Для выявления очагов опёнка и степени его влияния на состояние деревьев проведены рекогносцировочное и детальное обследования. Особое внимание уделено составлению и анализу картографического материала по расположению основных очагов патогена. На участках с различным уровнем грунтовых вод определена встречаемость опёнка. Выявлено, что развитие корневой гнили зависит и от подтопления корневых систем деревьев вследствие ухудшения водного режима почв Елагина острова. Очаги развития опёнка расположены в местах избыточного увлажнения почв и прибрежных зонах. Выяснены причины застоя воды на территории острова. Предложенные мероприятия по оздоровлению насаждений острова должны включать в себя не только фитосанитарные мероприятия, но и работы, направленные на улучшение условий произрастания деревьев, без изменения исторического облика парка.

Ключевые слова: древесные насаждения, корневая гниль, опёнок, категория состояния, уровень грунтовых вод, водный режим.

Varentsova E.Yu., Shurygin S.G. Damage to the tree stands of the Elagin Island of St. Petersburg (Russia) caused by fungal pathogens (Agaricomycetes Doweld) and the effect of water regime on their distribution. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2021, iss. 236, pp. 152–162 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.236.152-162

The general weakening and drying out of trees in the green stands of St. Petersburg in recent years has raised serious concerns. The majority of old-growth trees in particular has mechanical damages to the trunks and roots that are the gateways for the phytopathogen infection. The most common are wood-destroying fungi that cause stem and root rot, which leads to a decrease in the mechanical strength of wood that results in the occurrence of windblow and windbreak when the affected trees become a threat to visitors and the property. The greatest harm in stands is caused by the honey agarics, a collective fungi group belonging to agaricomycetes. The goal of the study is to examine the causes of tree damage by the honey agarics in the stands of Elagin Island, identification of the influence of the hydrological regime on the

development of the pathogen, and development of proposals for the improvement of standing timbers. To detect foci of the honey agarics and the degree of its influence on the condition of trees, exploratory and detailed surveys were carried out. Particular attention was paid to the compilation and analysis of the cartographic material on the location of the main foci of the pathogen. The occurrence of the honey agarics was recorded in the areas with different levels of ground water. It was found that development of the root rot also depends on the flooding of the trees' roots due to water regime deterioration in the soils of Elagin Island. The foci are located in the areas of excessive soil moisture and coastal zones. The reasons for the water stagnation on the island have been clarified. The proposed measures to improve the stands of the island should include not only phytosanitary measures but also efforts to improve the growing conditions of trees without changing the historical appearance of the park.

Key words: tree stands, root rot, honey agarics (*Agaricomycetes*), sanitary condition category, ground water levels, water regime.

ВАРЕНЦОВА Елена Юрьевна – доцент кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат биологических наук. SPIN-код: 9300-4162.

194021, пер. Институтский, д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия, E-mail: varentsova.elena@mail.ru

VARENTOVA Elena Yu. – PhD (Biology), Associate Professor of St. Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 9300-4162.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: varentsova.elena@mail.ru

ШУРЫГИН Сергей Геннадьевич – доцент кафедры почвоведения и лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 3735-9759.

194021, пер. Институтский, д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия, E-mail: serges3000@yandex.ru

SHURYGIN Sergej G. – PhD (Agriculture), Associate Professor of St. Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 3735-9759.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: serges3000@yandex.ru