

УДК 630*443.3

ПОРАЖЕНИЕ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ АРМИЛЛАРИОЗНОЙ ГНИЛЬЮ В ПЕРИОД МАССОВОГО УСЫХАНИЯ

© 2023 г. А. А. Сазонов^{а, б, *}, В. Б. Звягинцев^б, Е. М. Зайцева^с^аБелгослес, ул. Железнодорожная, д. 27/1, Минск, 220089 Беларусь^бБелорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, д. 13а, Минск, 220006 Беларусь^сРеспубликанский институт высшей школы, ул. Московская, д. 15, Минск, 220007 Беларусь

*E-mail: lesopatolog@rambler.ru

Поступила в редакцию 28.01.2022 г.

После доработки 08.10.2022 г.

Принята к публикации 21.02.2023 г.

В период массового усыхания лесов дубовой формации армиллариозная гниль получила в них широкую распространенность, усугубляя состояние депрессии. Поражение насаждений белой заболонной гнилью корней, вызываемое грибами рода опенок (*Armillaria*), чаще выявлялось в Бугско-Полесском и Березинско-Предполесском лесорастительных районах. Встречаемость болезни в дубравах Беларуси увеличивается с повышением возраста древостоев и снижением их полноты. Чаще поражение армиллариозной гнилью наблюдается в пойменных дубравах, а также в наиболее богатых по почвенному плодородию суходольных типах леса. Доля дуба в составе древостоя не оказывает существенного влияния на распространенность болезни. В условиях массового ослабления дубовых лесов на территории Беларуси факультативные паразиты из рода опенок способны выступать в роли опасных вторичных патогенов, ускоряющих гибель ослабленных деревьев дуба. Их патогенность сохраняется и на севере республики, где негативная роль других патологических факторов в дубравах снижается. После завершения периода депрессии зафиксирован переход опенка от паразитического к преимущественно сапротрофному типу питания. Поражение дубрав армиллариозной гнилью может выступать одним из индикаторов состояния дубовой формации, указывая на прохождение фазы депрессии дубовых древостоев. Поэтому распространение очагов армиллариоза должно отслеживаться при проведении лесопатологических обследований и мониторинге состояния дубрав.

Ключевые слова: дуб черешчатый, опенок, массовое усыхание, депрессия дубовых лесов, дубравы Беларуси.

DOI: 10.31857/S0024114823050091, EDN: MXTTLJ

Поражение дубовых насаждений белой гнилью корней, вызываемой грибами рода опенок, давно упоминается в лесоводственной литературе как одна из причин их массового усыхания в Европе. В обзорной статье J.N. Gibbs и V.J.W. Greig (1997) дается анализ проблемы массовой гибели дубовых лесов, описанной еще в 20-х годах прошлого века Day (1927) и другими авторами (Falck, 1918, 1923; Yussifovitch, 1926; Osmaston, 1927; Robinson, 1927). Упоминаемое усыхание дубрав, происшедшее в Великобритании, Югославии (Славонии) и Германии, сопровождалось поражением деревьев опенком. Уже в этот период W.R. Day заметил, что: "...имеются разногласия между теми, кто считал опенок осенний одним из самых опасных факторов, связанных с усыханием, и теми, кто думал, что его основной функцией было убивать деревья, которые уже были безнадежно ослаблены".

А.Т. Вакин (1954) по наблюдениям в дубравах Воронежской обл. в 1940–1950-е гг. считал, что роль опенка в отмирании дубрав вторичная: он

нападает на физиологически ослабленные экземпляры и приводит их к гибели. С другой стороны, автор не сомневается в том, что многие из сухостойных деревьев могли бы оправиться после первичного ослабления, если бы ему не сопутствовало поражение корней белой гнилью. Здесь же исследователь приводит пример массовой гибели ослабленных листогрызущими насекомыми дубрав под влиянием опенка в Лобановском лесничестве Теллермановского лесхоза в 50-е гг. XX в.

Н.Н. Селочник и Н.К. Кондрашова (1989) на основании анализа литературы утверждают, что большинство отечественных и зарубежных авторов указывают на вторичную роль опенка в усыхании дубрав, считая, что он наносит окончательный удар ослабленным деревьям и ускоряет их отмирание. Позднее к этому же выводу приходит в своем обзоре F.M. Thomas (2008).

Последние исследования встречаемости различных видов опенка на дубах в Англии показывают

развитие на дубе черешчатом (*Quercus robur* L.) четырех представителей этого рода: опенка осеннего (*A. mellea* (Vahl. ex Fr.) P. Kumm.); опенка елового (темного) (*A. ostoyae* (Romagn.) Herink); опенка дубового (ссыхающегося) (*A. tabescens* (Scop. Ex Fr.)); опенка толстоногого (*A. gallica* Marxm. & Romagn.) (Denman et al., 2017). Опенок толстоногий был наиболее часто изолированным видом в этом исследовании, он встречался на деревьях разных стадий ослабления и, по-видимому, может быть основным патогеном. В некоторых случаях он был изолирован вместе с другими известными патогенами. Например, отдельные ослабленные или усыхающие деревья были также заселены коллибией веретеноногой (*Gymnopus fusipes* (Bull.) Gray) – известным агрессивным корневым патогеном дуба (Marçais et al., 1999). Вторым примером совместного инфицирования было обнаружение опенка толстоногого и опенка елового (темного), из которых последний известен как высоковирулентный вид на хвойных деревьях (Guillaumin, Legrand, 2013). По мнению британских исследователей (Denman et al., 2017), основной пробел в знаниях о патогенности видов опенка на дубе заключается в том, меняют ли они свои отношения с деревьями-хозяевами, и если да, то что вызывает наблюдаемые изменения в поведении грибов, и влияют ли взаимодействия с микроорганизмами на это поведение.

В Беларуси вредоносная деятельность опенка долгое время изучалась в насаждениях хвойных формаций (Федоров, 1984; Арнольбик, 1986; Бобко, 1986), а воздействие его на дубравы выпадало из поля зрения исследователей. Лишь в 90-х годах XX в. в литературе появляются первые упоминания об опенке как патогене дуба (Федоров, 1998), приводятся некоторые сведения о его встречаемости в дубравах и пораженности деревьев на отдельных участках.

До конца XX в. в условиях Беларуси возбудителем белой заболонной гнили корней хвойных и лиственных пород считался один полиморфный вид под названием опенок осенний (*Armillaria mellea* (Fr.) Karst.) (Федоров, 2004). Но в последнее время этот вид рассматривают как группу близких между собой видов рода опенок. В мире выделено около 40 видов данного рода, из них в Европе известно 7 видов, четыре из которых обнаружены в Беларуси (Звягинцев, 2003): опенок северный (*A. borealis* Marxm. & Korhonen); опенок еловый (темный); опенок луковичноногий (*A. cepistipes* Velen.); опенок толстоногий. Все эти виды встречаются на дубе черешчатом в условиях республики, но их роль в ослаблении и усыхании дубовых древостоев может отличаться. Если в лесных культурах дуба 30–50 лет зараженные армиллариозной гнилью деревья располагаются одиночно или мелкими группами по 2–3 шт. и относятся, как правило, к низшим классам роста,

т.е. поражаются преимущественно угнетенные растения, на таких участках доминировали слабопатогенные опенок луковичноногий и опенок толстоногий. Когда в тех же насаждениях наряду с диффузным наблюдался очаговый характер отмирания, выражающийся в поражении армиллариозом хорошо развитых деревьев высших классов роста, причиной отмирания таких деревьев были высокопатогенные опенок северный и опенок еловый (темный) (Звягинцев, 2004).

В отличие от формаций сосновых и еловых лесов (Арнольбик, 1986; Бобко, 1986), подробных данных о встречаемости армиллариозной гнили в дубовых древостоях республики до настоящего времени не имелось. В дубравах Европы роль опенка в отмирании деревьев дуба может существенно меняться в периоды ослабления и массового усыхания дубовых лесов. В то же время последние исследования развития армиллариоза в белорусских дубравах проводились в 1999–2002 гг. (Звягинцев, 2003, 2004), т.е. до начала периода массового усыхания дуба 2003–2008 гг. (Сазонов, 2009).

Таким образом, целями данной работы являлось выявление пораженности дубрав Беларуси грибами рода опенок во время депрессии 2003–2008 гг. и в период последующего восстановления насаждений, а также установление роли армиллариоза в синдроме массового усыхания дуба.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Оценка состояния дубрав проводилась в процессе экспедиционного лесопатологического обследования спелых, приспевающих и частично средневозрастных дубовых древостоев в 33 лесхозах Беларуси в период 2006–2008 гг. на площади 67433.5 га. При этом обследованием было охвачено 5 из имеющихся 7 лесорастительных районов республики. Степень поражения дубрав армиллариозной гнилью устанавливалась по доле деревьев в древостое (всех категорий состояния – от I до VI), имеющих признаки поражения опенком: характерную белую заболонную гниль с черными разделительными линиями (рис. 1), пленки грибицы, или ризоморфы, под корой, в редких случаях – плодовые тела гриба. На старых жизнеспособных деревьях дуба поражение опенком часто наблюдалось в виде скрытых сухобочин, распространяющихся от корневой шейки вверх по стволу до высоты в 6–10 м. Внешних признаков поражения такие деревья часто не имели, и сухобочины обнаруживались только при выстукивании ствола по характерному звуку. Позднее, если поражение было локализовано, кора в месте сухобочины отпадает, обнажая разрушающуюся заболонку с признаками армиллариозной гнили и ризоморфами опенка. Слабой считалась степень поражения при количестве пораженных деревьев в древостое до 10%, средней – 11–40%, сильной –



Рис. 1. Армиллариозная гниль корней дуба (Витебский л-з, 07.10.2008). Фото А.А. Сазонов.

41% и более. Очагами армиллариозной гнили считались участки, пораженные в средней и сильной степени, где наряду с сухостойными происходило развитие опенка на живых деревьях.

В данной работе использовалась классификация типов леса и районирование лесной растительности Беларуси И.Д. Юркевича и В.С. Гельмана (1965). Встречаемость армиллариозной гнили в дубовых насаждениях различных возрастных групп, типов леса, полноты и состава древостоя рассчитывали для каждого лесорастительного района как отношение площади пораженных насаждений к общей площади обследованных дубрав с соответствующей лесоводственной характеристикой. При оценке встречаемости болезни площадь насаждений слабой, средней и сильной степени поражения армиллариозом суммировалась. Динамика пораженности дубрав заболеванием изучалась на 11 пробных площадях, заложенных в период с 2001 по 2015 гг., на каждой из которых за время исследований выполнено от одного до четырех переучетов. Рекогносцировочное обследование, закладка пробных площадей и оценка лесоводственных и лесопатологических характеристик насаждений на них производились с использованием общепринятых в лесоустройстве и лесозащите методов (Справочник ..., 1980; Мозолевская и др., 1984; ОСТ 56-69-83, 1984; Устойчивое ..., 2006). Для хранения и обработки данных рекогносцировочного обследования и стационарных объектов применялись специально разработанные для этих целей в РУП «Белго-

лес» базы данных (Сазонов, 2008). Статистическая обработка сгруппированных данных рекогносцировочного обследования проводилась в пакете IBM SPSS Statistics. Вначале выборочные значения встречаемости армиллариозной гнили по каждому из выбранных лесоводственных критериев проверялись на принадлежность нормальному распределению посредством одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова. Проверка показала, что во всех случаях распределение не является нормальным. Далее различия встречаемости армиллариоза в зависимости от лесоводственного фактора устанавливались при помощи критерия Краскела-Уоллиса (Зайцев, 1984). Все выводы сделаны для критического уровня значимости 0.05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении лесопатологического обследования поражение дубрав армиллариозной гнилью выявлено на 22 520.4 га, что составляет 33.4% обследованных насаждений (табл. 1). Это заболевание оказалось достаточно распространенным среди неблагоприятных биотических факторов, уступая лишь стволным гнилям и инфекционному усыханию ветвей (Сазонов, 2009). Очаговое поражение белой корневой гнилью отмечено на площади 3593.4 га (5.6% обследованной), а древо-стой, пораженные в сильной степени, выявлены на площади 240.1 га.

Таблица 1. Пораженность дубрав Беларуси армиллариозной гнилью (2006–2008 гг.)

Лесорастительный район	Площадь обследованных дубрав, га	Площадь пораженных дубрав, га/%	Распределение по степени поражения, га/% *		
			слабая	средняя	сильная
I. Подзона дубово-темнохвойных лесов (северная)					
Западно-Двинский (1334.5–0.43)**	1071.2	<u>189.5</u> 17.7	<u>97.8</u> 51.6	<u>51.1</u> 27.0	<u>40.6</u> 21.4
Оршанско-Могилевский (986.3–3.05)	17298.9	<u>3454.3</u> 20.0	<u>2683.6</u> 71.7	<u>676.1</u> 19.6	<u>94.6</u> 2.7
Итого по подзоне I	18370.1	<u>3643.8</u> 19.8	<u>2781.4</u> 76.3	<u>727.2</u> 20.0	<u>135.2</u> 3.7
II. Подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов (центральная)					
Березинско-Предполесский (992.8–3.04)	3547.5	<u>1700.1</u> 47.9	<u>1315.9</u> 77.4	<u>384.2</u> 22.6	–
III. Подзона широколиственно-сосновых лесов (южная)					
Бугско-Полесский (802.5–4.64)	6708.8	<u>3446.7</u> 51.4	<u>3392.1</u> 98.4	<u>53.6</u> 1.6	<u>1.0</u> –
Полесско-Приднепровский (1519.3–8.27)	38807.1	<u>13729.8</u> 35.4	<u>11437.6</u> 83.3	<u>2188.3</u> 15.9	<u>103.9</u> 0.8
Итого по подзоне III	45515.9	<u>17176.5</u> 37.7	<u>14829.7</u> 86.3	<u>2241.9</u> 13.1	<u>104.9</u> 0.6
Всего по подзонам I–III	64433.5	<u>22520.4</u> 33.4	<u>18927.0</u> 84.0	<u>3353.3</u> 14.9	<u>240.1</u> 1.1

Примечание. * – в процентах от площади пораженных насаждений; ** – (покрытая лесом площадь лесорастительного района, тыс. га – доля дубрав, %).

Встречаемость армиллариозной гнили дуба в различных регионах республики существенно отличается. В меньшей степени поражены дубравы северной лесорастительной подзоны дубово-темнохвойных лесов. При продвижении в юго-западном направлении встречаемость данной патологии возрастает, достигая максимума в Бугско-Полесском лесорастительном районе (51.4%). Следует обратить внимание также и на высокую встречаемость болезни в Березинско-Предполесском лесорастительном районе (47.9%), в то время как в наиболее богатом дубравами Полесско-Приднепровском лесорастительном районе доля насаждений, пораженных армиллариозом, существенно ниже.

Можно предположить повышение агрессивности опенка в дубравах северных регионов республики. Так, образование очагов армиллариоза в Бугско-Полесском лесорастительном районе отмечено только в 1.6% пораженных опенком насаждений. Но доля очагового развития болезни в общем объеме пораженных корневыми гнилями дубрав возрастает при продвижении к северо-восточным регионам республики, достигая максимума в Западно-Двинском лесорастительном районе (48.4%). Это означает что, несмотря на низкую встречаемость, связанную с лучшим состоянием

дубрав на севере Беларуси, роль опенка в гибели дуба здесь возрастает, и он становится одним из ведущих вторичных факторов, приводящих дубрава к усыханию.

Встречаемость армиллариозной гнили тесно связана с лесоводственными параметрами насаждения. Одной из важнейших характеристик, влияющей на пораженность лесов различными патогенами, является средний возраст древостоя. Современные спелые и перестойные белорусские дубравы, которые подвергались усыханию в 2003–2008 гг., сформировались, как правило, после сплошнолесосечных или выборочных (приисковых) рубок, проведенных во второй половине XIX–начале XX вв. (Лосицкий, 1952). Их возрастная структура может существенно отличаться: от преимущественно одновозрастных суходольных дубрав до имеющих несколько возрастных поколений пойменных насаждений. В условиях Беларуси при таксации леса эти поколения, как правило, не выделяются. Дубравы, имеющие возраст до 100 лет, чаще всего в таксационном описании показаны как одно поколение дуба, хотя возрастной спектр сопутствующих пород в них может быть довольно разнообразен.

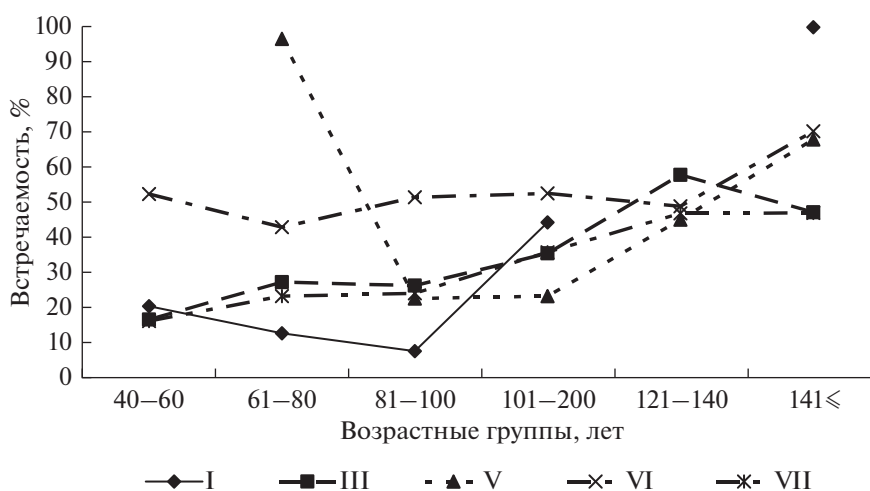


Рис. 2. Встречаемость армиллариозной гнили в дубравах различного возраста (2006–2008 гг.) Здесь и на рис. 3–5 нумерация лесорастительных районов следующая: I – Западно-Двинский; III – Оршанско-Могилевский; V – Березинско-Предполесский; VI – Бугско-Полесский; VII – Полесско-Приднепровский.

Анализируя встречаемость армиллариозной гнили в дубравах различного возраста (рис. 2, табл. 2), можно отметить, что в целом по республике влияние возраста дубового древостоя на встречаемость армиллариоза достоверно, с тенденцией возрастания относительного количества пораженных насаждений с увеличением среднего возраста древостоя.

Повышение встречаемости армиллариозной гнили с увеличением среднего возраста дубовых древостоев хорошо иллюстрирует известное явление снижения устойчивости деревьев к гнилевым патогенам по мере их старения. Кроме того, с увеличением возраста в насаждениях накапливается большая масса крупных древесных остатков на поверхности почвы, увеличивается количество корневых систем ослабленных и мертвых деревьев, которые, являясь субстратом для опенка, позволяют ему накапливать большую биомассу и повышать свою агрессивность по отношению к жизнеспособным деревьям. Так, при изучении армиллариозного поражения ясеневых насаждений Беларуси было выявлено, что скелетные корни деревьев всех категорий санитарного состояния покрыты плотной сетью ризоморф грибов рода опенки (Звягинцев, Сазонов, 2012). По данным Ю.Л. Смоляка (1979), в лесах Беларуси с улучшением почвенно-грунтовых условий возрастает масса ризоморф опенки в почве. В некоторых типах леса патоген накапливает до 100–150 кг ризоморф на 1 га, а их общая длина может превышать 200 км на 1 га. Эти инфекционные структуры ведут постоянный поиск так называемых “точек слабости” и осуществляют попытки внедрения в живые ткани корней дерева. Растения, которые не способны в полной мере поддерживать комплекс защитных реакций, инфицируются

патогеном. В то же время многие биохимические факторы активного иммунитета весьма энергозатратны, что при отражении множественных атак патогена способствует ослаблению растения-хозяина (Дьяков, Шкаликов, 2005).

Полнота древостоев является одним из динамичных лесоводственных показателей, который зависит не только от закономерностей роста насаждения, но и от патологических процессов и хозяйственной деятельности, сопровождающих развитие древостоя на всех этапах его формирования. В свою очередь, полнота, через которую можно количественно выразить степень сохранности лесной среды, оказывает влияние на распространение патологических процессов в насаждениях. Анализируя распространение армиллариозной гнили в дубравах различной полноты (рис. 3, табл. 2), можно сделать заключение, что в целом по республике влияние этого фактора на встречаемость армиллариоза в дубравах достоверно, и наблюдается тенденция повышения встречаемости корневых гнилей при снижении полноты

Таблица 2. Величины статистик и соответствующих значений критерия Краскела-Уоллиса для различных лесоводственных показателей

Наименование показателя	Группирующая переменная			
	1	2	3	4
Хи-квадрат	11.800	51.718	1.379	17.406
Кол-во степеней свободы	5	6	4	7
Значимость	0.038	0.000	0.848	0.015
Оценка влияния	Есть	Есть	Нет	Есть

Примечание. 1 – возрастная группа, 2 – полнота древостоя, 3 – доля дуба в составе древостоя, 4 – тип леса.

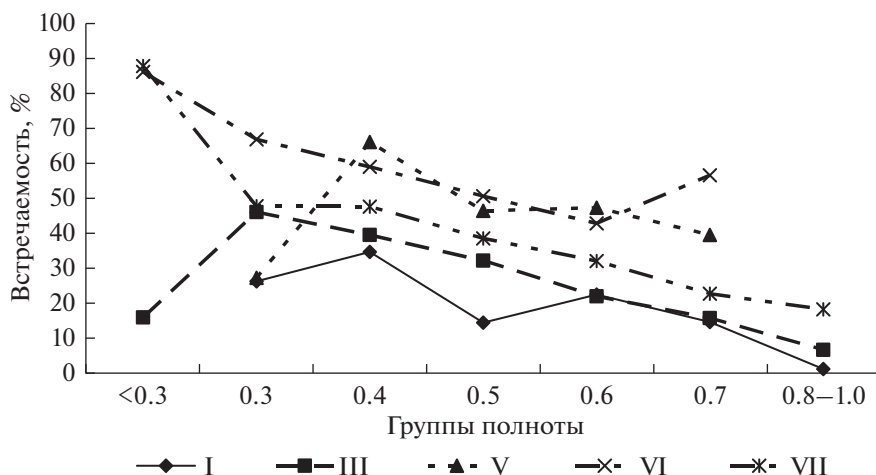


Рис. 3. Встречаемость армиллариозной гнили в дубравах различной полноты (2006–2008 гг.).

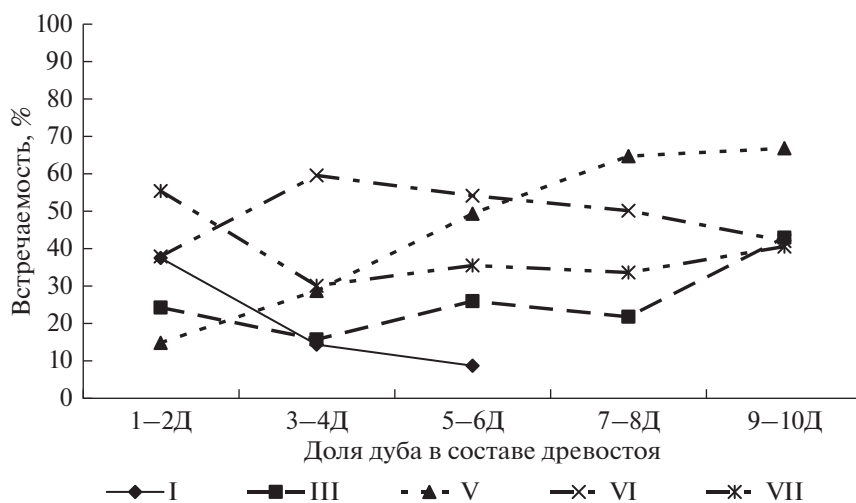


Рис. 4. Встречаемость армиллариозной гнили в дубравах с различным участием дуба в составе древостоя (2006–2008 гг.).

древостоев. Это может объясняться как известным явлением снижения полноты при увеличении возраста древостоев под воздействием хозяйственной деятельности, которое имеет место в дубравах республики (Гримашевич и др., 2010; Пучило, Шустова, 2010), так и непосредственным влиянием патологических процессов, приводящих к гибели части деревьев в очагах армиллариоза и снижению, таким образом, полноты древостоев. При этом накопление повышенного количества усыхающих и сухостойных деревьев стимулирует развитие корневых патогенов за счет увеличения массы питательного субстрата в почве.

Доля дуба в составе насаждения также является динамичным параметром, на который существенное влияние могут оказывать патологические процессы, приводящие к усыханию части деревьев и изменению коэффициента участия

главной породы в древостое. Но оценка воздействия этого фактора на поражение дубрав корневыми гнилями в целом по республике свидетельствует об отсутствии достоверного влияния доли дуба в составе древостоя на встречаемость армиллариоза (рис. 4, табл. 2). Поскольку различные виды опенка могут развиваться на широком спектре древесных растений, породный состав древостоев не оказывает существенного влияния на пораженность насаждений данным патологическим явлением.

Тип леса является относительно стабильной характеристикой насаждения, определяется эдафическими условиями и породным составом древостоя, и патологические процессы только в случае их значительного развития могут повлиять на изменение данного показателя. При рассмотрении поражения армиллариозной гнилью дубрав

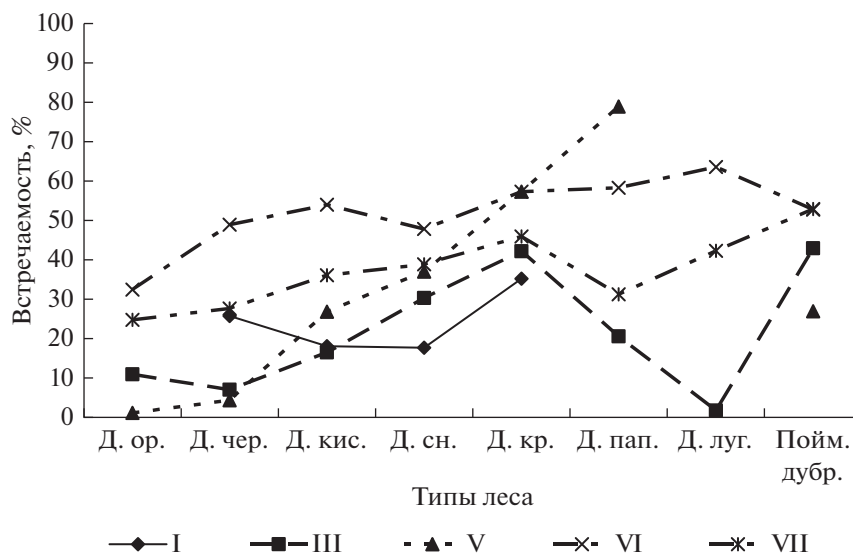


Рис. 5. Встречаемость армиллариозной гнили в дубравах различных типов леса (2006–2008 гг.).

различных типов леса (рис. 5, табл. 2) обращает на себя внимание более высокая пораженность пойменных насаждений (55.9%) по сравнению с суходольными (30.1%). В целом по республике влияние типа леса на встречаемость армиллариоза в дубравах достоверно, и ни один из обследованных суходольных типов леса не достигает уровня поражения пойменных насаждений.

Среди дубовых насаждений республики меньше всего поражены армиллариозом дубравы орляковые, произрастающие на относительно бедных и сухих почвах. По мере повышения плодородия и влажности почв наблюдается увеличение распространенности опенка в дубравах черничной и кисличной, а максимального распространения данная патология достигает в дубравах крапивной и луговиковой (злаковой). Как следует из приведенных данных, в большей степени страдают от поражения опенком насаждения, растущие на богатых почвах, а также в условиях неустойчивого гидрологического режима, подвергающиеся периодическому подтоплению или затоплению. По данным исследований В.М. Арнольбика (1986), проведенных в 80-х гг. прошлого века, в условиях свежей и влажной судубравы и дубравы дуб черешчатый характеризовался высокой устойчивостью к армиллариозу. В этих условиях и в период депрессии наблюдается наименьшая встречаемость патогена.

Пораженность дубовых древостоев армиллариозной гнилью изучалась также на пробных площадях, заложенных в дубравах, относящихся к Полесско-Приднепровскому и Березинско-Предполесскому лесорастительному районам. Характеристика этих насаждений приведена в табл. 3. На пробных площадях за период наблюдений выполнено от

одного до четырех перечетов, что позволяет оценить динамику пораженности армиллариозом дубовых древостоев за последние 20 лет (табл. 4).

Судя по данным пробных площадей, очаги армиллариоза с поражением опенком жизнеспособных деревьев I–IV категорий санитарного состояния образовывались в дубовых лесах в основном в период с 2002 по 2008 гг. Далее в этих же древостоях развитие опенка происходило только на сухостойных деревьях, либо признаки его развития исчезали. Исключением является только одна пробная площадь в Старобинском лесхозе (СТ-1-2010), где в 2010 г. было отмечено развитие армиллариозной гнили на усыхающих дубах. Таким образом, паразитическая стадия развития опенка на жизнеспособных деревьях соответствует во времени периоду массового усыхания дубрав Беларуси (2003–2008 гг.). С прекращением периода депрессии и оздоровлением дубовых древостоев опенки переходят к сапротрофному типу питания, что внешне выражается в отсутствии в дубовых древостоях признаков развития этого патогена на жизнеспособных деревьях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период массового усыхания 2003–2008 гг. насаждения дубовой формации повсеместно были поражены армиллариозной гнилью. Встречаемость заболевания в дубравах республики имеет выраженные географические и экологические особенности. Наиболее широко эта патология дуба представлена в Бугско-Полесском и Березинско-Предполесском лесорастительных районах, хотя наиболее массовое усыхание дубовых насаждений в период депрессии происходило в Полес-

Таблица 3. Лесоводственно-таксационная характеристика I яруса древостоев на пробных площадях на момент их закладки

Код ППП	Лесхоз	Состав	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Тип леса	Полнота	Запас, м ³ /га
МО-1-2001	Мозырский оп.	7Д2Б1С	50	18.7	20.6	I	Д. кис.	0.73	171
ЛЕ-1-2002	Лельчицкий	8Д2Б	60	17.3	17.9	II	Д. чер.	0.81	212
ЛЕ-2-2002	Лельчицкий	9Д1Б	50	17.4	15.4	I	Д. кис.	0.71	181
ЛЕ-3-2002	Лельчицкий	6Д2Б1Ос1С	90	22.0	26.3	III	Д. чер.	0.82	310
СВ-1-2006	Светлогорский	10Д	137	20.0	44.0	IV	Д. пр.-пм.	0.38	106
ХО-1-2006	Хойникский	10Д	105	25.4	40.0	II	Д. кис.	0.77	323
ГО-2-1-2010	Гомельский оп.	10Д	50	19.1	25.1	I	Д. кис.	0.60	173
ГО-2-2-2010	Гомельский оп.	7Д1Я1Г1Б	50	19.3	24.8	I	Д. кис.	0.72	204
СТ-1-2010	Старобинский	5Д1Кл1Г1Б1Олч	70	19.6	26.1	II	Д. кис.	0.65	192
ПР-1-2014	НП "Припятский"	10Д	120	25.8	53.2	III	Д. ол.-пм.	0.86	356
ХО-2-2015	Хойникский	10Д	55	21.7	24.5	I	Д. кис.	0.76	242

Таблица 4. Динамика пораженности дубрав армиллариозной гнилью на пробных площадях

Код ППП	Год исследования	Общая пораженность, %	в т.ч. по категориям состояния деревьев дуба, %			
			III	IV	V	VI
МО-1-2001	2001	1.2	0	—	—	15.4
	2005	0	0	—	—	0
	2020	2.2	0	—	—	7.7
ЛЕ-1-2002	2002	13.5	0	66.7	83.3	100
	2005	12.3	0	0	0	61.3
	2008	2.1	5.9	—	—	3.9
	2020	1.1	0	0	—	5.6
ЛЕ-2-2002	2002	2.6	0	0	25.0	33.3
	2005	2.7	0	0	25.0	10.7
	2008	0.7	0	—	0	2.3
	2020	0	0	0	—	0
ЛЕ-3-2002	2002	3.7	*I—1.6; 16.7	—	—	25.0
	2005	6.3	*I—2.8; 10.0	0	100	40.0
	2008	0	0	—	—	0
	2020	0	0	—	—	0
СВ-1-2006	2006	34.3	*II—4.2; 3.4	100	—	89.2
	2008	7.6	*II—4.2; 0	—	100	14.7
	2014	0	0	—	—	0
	2019	2.3	0	0	0	100
ХО-1-2006	2006	15.2	14.3	—	—	92.9
	2015	10.8	0	0	100	87.5
ГО-2-1-2010	2010	38.4	—	—	—	93.5
	2014	2.4	0	0	100	0
ГО-2-2-2010	2010	45.8	0	—	—	85.7
	2014	0	0	—	0	—
СТ-1-2010	2010	1.8	0	67.0	100	0
ПР-1-2014	2014	1.0	0	—	—	8.3
ХО-2-2015	2015	7.2	0	—	100	100

Примечание. * — пораженность армиллариозной гнилью деревьев дуба I и II категорий санитарного состояния.

ско-Приднепровском лесорастительном районе (Сазонов, 2009). В подзоне дубово-темнохвойных лесов встречаемость этого явления резко снижается в связи с общим улучшением состояния дубовых древостоев, но роль опенка как вторичного патогена на фоне снижения активности ксилофагов здесь возрастает. Его распространению в дубравах республики содействуют повышение среднего возраста древостоев и снижение их полноты. Более широко поражение армиллариозной гнилью встречается в пойменных условиях и близких к ним, а также в наиболее богатых по почвенному плодородию типам леса (дубрава крапивная). Доля дуба в составе древостоя не оказывает существенного влияния на распространение армиллариозной гнили, вероятнее всего, по причине наличия в дубравах различных видов опенка, обладающих широким перечнем растений-хозяев.

В условиях массового ослабления дубовых лесов опенок на территории Беларуси способен выступать в роли опасного вторичного патогена, ускоряющего гибель деревьев под стрессом, вызванным другими факторами. Поэтому распространение очагов армиллариоза должно отслеживаться при проведении лесопатологических обследований и мониторинге состояния дубрав, и при их выявлении необходимо применять соответствующие меры по локализации и ликвидации этих очагов (например — выборочные санитарные рубки). В то же время после завершения периода депрессии армиллариозная гниль может формироваться преимущественно на мертвых деревьях дуба или отмерших частях жизнеспособных растений, что означает переход опенка от паразитического к преимущественно сапротрофному типу питания. В этом случае даже при наличии признаков развития армиллариоза на сухостойных деревьях такие участки леса не следует относить к очагам корневых гнилей. Таким образом, тип поражения дубрав армиллариозной гнилью может являться одним из индикаторов состояния дубовой формации, определяя текущую фазу ее развития: массовое поражение армиллариозом жизнеспособных деревьев дуба означает наступление периода депрессии, а отсутствие такого поражения — периода восстановления дубовых лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арнольбик В.М. Корневая гниль от опенка осеннего в еловых фитоценозах, обоснование и разработка защитных мероприятий в условиях БССР: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 Минск: БТИ, 1986. 207 с.

Бобко И.Н. Биоэкология опенка осеннего в сосновых насаждениях Белоруссии и пути ограничения его вредоносной деятельности: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11. Минск: БТИ, 1986. 233 с.

Вакин А.Т. Фитопатологическое состояние дубрав Теллермановского леса // Труды Института леса АН СССР. 1954. Т. XVI. С. 5–109.

Гримашевич В.В., Кузьменков М.В., Потапенко А.М., Левенкова О.В. Зонально-типологические особенности плакорных дубрав Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства. Сб. науч. тр. Института леса Национальной АН Беларуси. Вып. 70. Гомель, 2010. С. 12–26.

Дьяков Ю.Т., Шкаликов В.А. Иммуитет растений. М.: Колос, 2005. 190 с.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

Звягинцев В.Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11. Прилуки: Бел. ин-т защиты растений, 2003. 20 с.

Звягинцев В.Б. Вредоносность армиллариоза в лесных культурах дуба черешчатого // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. 2004. Вып. XII. С. 290–293.

Звягинцев В.Б., Сазонов А.А. Массовое усыхание ясеня обыкновенного в Беларуси // Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 3. М.; Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С. 159–178.

Лосицкий К.Б. Дубравы Белорусской ССР // Дубравы СССР. Т. IV. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1952. С. 3–72.

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

ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесостроительные. Методы закладки. М., 1984. 60 с.

Пучило А.В., Шустова С.Ю. Особенности формирования дубрав Беларуси и основные резервы повышения их продуктивности // Проблемы лесоведения и лесоводства. Вып. 70. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2010. С. 98–105.

Сазонов А.А. Применение баз данных при проведении рекогносцировочного лесопатологического обследования // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. 2008. Вып. XVI. С. 357–361.

Сазонов А.А. Оценка последствий массового усыхания дубовых лесов Беларуси 2003–2008 гг. // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. 2009. Вып. XVII. С. 304–307.

Селочник Н.Н., Кондрашова Н.К. Изучение распространенности опенка и его роли в усыхании дубрав Теллермановского лесничества // Состояние дубрав лесостепи. М.: Наука, 1989. С. 153–163.

Смоляк Ю.Л. Экология корневой губки и опенка осеннего при совместном развитии в хвойных насаждениях БССР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11. Л.: ЛТА, 1979. 20 с. Справочник таксатора / Под ред. В.С. Мирошников. Минск: Ураджай, 1980. 360 с.

Устойчивое лесопользование и лесопользование. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь: ТКП 026–2006. Введ. 01.07.2006. Минск: Минлесхоз, 2006. 40 с.

Федоров Н.И. Корневые гнили хвойных пород. М.: Лесная промышленность, 1984. 161 с.

Федоров Н.И. Фитопатологическое состояние дубрав Беларуси // Дуб — порода третьего тысячелетия. Сб.

науч. тр. Института леса Национальной АН Беларуси. Гомель, 1998. Вып. 48. С. 301–303.

Федоров Н.И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.

Юркевич И.Д., Гельтман В.С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1965. 288 с.

Day W.R. The oak mildew *Microsphaera quercina* (Sch.W.) Burrill and *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel. in relation to the dying back of oak // *Forestry*. 1927. V. 1. № 1. P. 108–112.

Denman S., Barrett G., Kirk S.A., McDonald J.E., Coetzee M.P.A. Identification of *Armillaria* species on declined oak in Britain: implications for oak health // *Forestry*. 2017. V. 90. P. 148–161.
https://doi.org/10.1093/forestry/cpw054

Falck R. Eichenerkrankung in der Oberförsterei Lödderitz und in Westfalen // *Zeitschrift für Forst und Jagdwesen*. 1918. V. 50. P. 123–132.

Falck R. Über das Eichensterben im Regierungsbezirk Stralsund, nebst Beitrügen zur Biologie des Hallmaschs

und Eichenmehtaues // *Zeitschrift für Forst und Jagdwesen*. 1923. V. 55. P. 298–317.

Gibbs N.J., Greig B.J.W. Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L. // *Forestry*. 1997. V. 70. № 4. P. 399–406.

Guillaumin J.-J., Legrand P. *Armillaria* Root Rots // *Infectious Forest Diseases*. 2013. Part 8. P. 159–177.

Marçais B., Caël O., Delatour C. Measuring the impact of *Collybia fusipes* on the root system of oak trees // *Annals of Forest Science*. 1999. V. 56. P. 227–235.

Osmaston L.S. Mortality among oak // *Quarterly J. Forestry*. 1927. V. 21. P. 28–30.

Robinson R.L. Mortality among oak // *Quarterly J. Forestry*. 1927. V. 21. P. 25–27.

Thomas F.M. Recent advances in cause-effect research on oak decline in Europe // *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 2008. V. 3. № 037. P. 1–12.

Yussifovich M. Le dérissement du chêne dans les forêts de Slavonie, Yougoslavie // *Revue des Eaux et Forêts*. 1926. V. 64. P. 288–290.

Belarusian Oak Forests Afflicted with *Armillaria* Root Rot during Their Mass Desiccation

A. A. Sazonov^{1, 2, *}, V. B. Zvyagintsev², and E. M. Zaitseva³

¹RUE “Belgoses”, Zheleznodorozhnaya str., 27/1, Minsk, 220089 Belarus

²Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006 Belarus

³National Institute for Higher Education, Moskovskaya str., 15, Minsk, 220007 Belarus

*E-mail: lesopatolog@rambler.ru

During the period of the oak forests' mass desiccation, *Armillaria* root rot became widespread, exacerbating the state of depression. The infection of stands by white sapwood rot caused by fungi of the genus *Armillaria* was more often detected in Bug-Polesia and Berezina-Pre-Polesia forest growth areas. The incidence of the disease in the oak forests of Belarus increases with the raising of the stands age and the decrease in their density. More often, the affliction with *Armillaria* root rot occurs in floodplain oak forests, as well as in the dry lands forest types with the most fertile soils. The oak's proportion in the stand's composition does not significantly affect the occurrence of the infection. Under the conditions of massive weakening of the Belarusian oak forests, facultative parasites from the *Armillaria* genus can occur as dangerous secondary pathogens that accelerate the death of weakened oak trees. Their pathogenicity persists in the north of the republic, where the negative role of other pathological factors in oak forests decreases. After the end of the depression period, the transition of *Armillaria* from a parasitic to a predominantly saprotrophic strategy was recorded. The affliction of oak forests by *Armillaria* root rot can act as one of the oak formation's condition indicators, marking the depression phase in oak stands. Therefore, the spread of foci of *Armillaria* root rot should be monitored while conducting forest pathology surveys and monitoring the condition of oak forests.

Keywords: *Quercus robur*, *Armillaria*, mass desiccation, depression of oak forests, oak forests of Belarus.

REFERENCES

Arnol'vik V.M., *Kornevaya gnil' ot openka osennego v elovykh fitotsenozakh, obosnovanie i razrabotka zashchitnykh mero-priyatii v usloviyakh BSSR. Diss. kand. biol. nauk* (Root rot from agaric honey in spruce phytocenoses, justification and development of protective measures in the conditions of the BSSR. Candidate's biol. sci. thesis), Minsk, 1986, 207 p.

Bobko I.N., *Bioekologiya openka osennego v sosnovykh nazhdeniyakh Belorussii i puti ogranicheniya ego vredonosnoi deyatel'nosti. Diss. kand. biol. nauk* (Bioecology of *Armillaria mellea* in pine forests of Belarus and ways to limit its

harmful activity. Candidate's biol. sci. thesis), Minsk: 1986, 233 p.

Day W.R., The oak mildew *Microsphaera quercina* (Sch.W.) Burrill and *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel. in relation to the dying back of oak, *Forestry*, 1927, Vol. 1, No. 1, pp. 108–112.

Denman S., Barrett G., Kirk S.A., McDonald J.E., Coetzee M.P.A., Identification of *Armillaria* species on declined oak in Britain: implications for oak health, *Forestry*, 2017, Vol. 90, pp. 148–161.

DOI 10.1093/forestry/cpw054

- D'yakov Y.T., Shkalikov V.A., *Immunitet rastenii* (Plant immunity), Moscow: Kolos, 2005, 190 p.
- Falck R., Eichenerkrankung in der Oberförsterei Lödderitz und in Westfalen, *Zeitschrift für Forst und Jagdwesen*, 1918, Vol. 50, pp. 123–132.
- Falck R., Über das Eichensterben im Regierungsbezirk Stralsund, nebst Beitrügen zur Biologie des Hallmaschs und Eichemmehtaus, *Zeitschrift für Forst und Jagdwesen*, 1923, Vol. 55, pp. 298–317.
- Fedorov N.I., Fitopatologicheskoe sostoyanie dubrav Belarusi In: *Dub – poroda tret'ego tysyacheletiya* (Issues of Forest Science and Forestry. Collection of scientific Proc. of Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus), Gomel: 1998, Vol. 48, pp. 301–303.
- Fedorov N.I., *Kornevye gnili khvoinykh porod* (Root rot of conifers), Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, 161 p.
- Fedorov N.I., *Lesnaya fitopatologiya* (Forest phytopathology), Minsk: Izd-vo BGTU, 2004, 462 p.
- Gibbs N.J., Greig B.J.W., Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L., *Forestry*, 1997, Vol. 70, No. 4, pp. 399–406.
- Grimashevich V.V., Kuz'menkov M.V., Potapenko A.M., Levenkova O.V., Zonal'no-tipologicheskie osobennosti plakornykh dubrav Belarusi (Zonal and typological features of upland oak forests in Belarus), In: *Problemy lesovedeniya i lesovodstva* (Issues of forest science and forestry. Collection of scientific Proceedings of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus), Gomel, 2010, Vol. 70, pp. 12–26.
- Guillaumin J.-J., Legrand P., Armillaria Root Rots, *Infectious Forest Diseases*, 2013, Part 8, pp. 159–177.
- Lositskii K.B., Dubravy Belorusskoi SSR (Oak forests of the Byelorussian SSR), In: *Dubravy SSSR* (Oak forests of the USSR), Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, Vol. IV, pp. 3–72.
- Marçais B., Caël O., Delatour C., Measuring the impact of *Collybia fusipes* on the root system of oak trees, *Annals of Forest Science*, 1999, Vol. 56, pp. 227–235.
- Mozolevskaya E.G., Kataev O.A., Sokolova E.S., *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditel'ei i boleznei lesa* (Methods of forest pathological surveys in centers of mass outbursts of pests and diseases of forests), Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, 152 p.
- Osmaston L.S., Mortality among oak, *Quarterly Journal of Forestry*, 1927, Vol. 21, pp. 28–30.
- OST 56-69-83
- Puchilo A.V., Shustova S.Y., Osobennosti formirovaniya dubrav Belarusi i osnovnye rezervy povysheniya ikh produktivnosti (Features of the formation of oak forests in Belarus and the main reserves for increasing their productivity), In: *Problemy lesovedeniya i lesovodstva* (Issues of Forest Science and Forestry), Gomel: Institut lesa NAN Belarusi, 2010, Vol. 70, pp. 98–105.
- Robinson R.L., Mortality among oak, *Quarterly Journal of Forestry*, 1927, Vol. 21, pp. 25–27.
- Sazonov A.A., Otsenka posledstviya massovogo usykhaniya dubovykh lesov Belarusi 2003–2008 gg. (Assessment of the consequences of mass drying of oak forests in Belarus in 2003–2008), *Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe khozyaistvo*, 2009, Vol. XVII, pp. 304–307.
- Sazonov A.A., Primenenie baz dannykh pri provedenii rekonostsirovochnogo lesopatologicheskogo obsledovaniya (The use of databases in the course of reconnaissance forest pathological examination), *Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe khozyaistvo*, 2008, Vol. XVI, pp. 357–361.
- Selochnik N.N., Kondrashova N.K., Izuchenie rasprostranennosti openka i ego roli v usykhanii dubrav Tellermanovskogo lesnichestva (The study of the prevalence of agaric honey and its role in the drying out of the oak forests of the Tellerman forestry), In: *Sostoyanie dubrav lesostepi* (Condition of the oak forests of the forest-steppe), Moscow: Nauka, 1989, pp. 153–163.
- Smolyak Y.L., *Ekologiya kornevoi gubki i openka osenego pri sovместnom razviti v khvoinykh nasazhdeniyakh BSSR. Diss. kand. s.-kh. nauk* (Ecology of the annosus root rot and agaric honey with joint development in coniferous plantations of the BSSR. Extended abstract of Candidate's agric. sci. thesis), Leningrad: LTA, 1979, 20 p.
- Spravochnik taksatora* (Taxiator's handbook), Minsk: Uradzhai, 1980, 360 p.
- Thomas F.M., Recent advances in cause-effect research on oak decline in Europe, *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2008, Vol. 3, No. 037, pp. 1–12.
- Ustoichivoe lesoupravlenie i lesopol'zovanie. Sanitarnye pravila v lesakh Respubliki Belarus': TKP 026–2006. Vved. 01.07.2006* (Sustainable forest management and forest use. Sanitary rules in the forests of the Republic of Belarus: TKP 026–2006. Introduction 07.01.2006.), Minsk: Minleskhov, 2006, 40 p.
- Vakin A.T., Fitopatologicheskoe sostoyanie dubrav Tellermanovskogo lesa (Health of oak forests in Tellermanovskii woodlands), In: *Patologiya lesnykh porod i zashchita lesa* (Pathology of forest species and forest protection), Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1954, pp. 5–109.
- Yurkevich I.D., Gel'tman V.S., *Geografiya, tipologiya i raionirovanie lesnoi rastitel'nosti Belorussii* (Geography, typology and regionalization of forest vegetation in Belarus), Minsk: Nauka i tekhnika, 1965, 288 p.
- Yussifovich M., Le dérissement du chêne dans les forêts de Slavonie, Yougoslavie, *Revue des Eaux et Forêts*, 1926, Vol. 64, pp. 288–290.
- Zaitsev G.N., *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike* (Mathematical statistics and the experimental botany), Moscow: Nauka, 1984, 424 p.
- Zvyagintsev V.B., *Rasprostranennost', vredonosnost' gribov kompleksa Armillaria v lesakh Belarusi i obosnovanie lesozashchitnykh meropriyatii. Diss. kand. biol. nauk* (The prevalence, harmfulness of the fungi of the Armillaria complex in the forests of Belarus and the rationale for forest protection measures. Candidate's biol. sci. thesis), Priluki: Bel. in-t zashchity rastenii, 2003, 20 p.
- Zvyagintsev V.B., Sazonov A.A., Massovoe usykhание yaseniya obyknovennogo v Belarusi (Mass drying of ash in Belarus), In: *Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem* (Fungi communities of forest ecosystems), Moscow, Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAN, 2012, Vol. 3, pp. 159–178.
- Zvyagintsev V.B., Vredonosnost' armillarioza v lesnykh kul'turakh duba chereshchatogo (Harmfulness of armillariosis in forest cultures of pedunculate oak), *Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe khozyaistvo*, 2004, Vol. XII, pp. 290–293.