

УДК 630*443.3:630*414.22:630*411

А. В. Ярук, В. Б. Звягинцев

Белорусский государственный технологический университет

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ**

В работе приводится анализ результатов защитных обработок сеянцев и саженцев ясеня обыкновенного в лесных питомниках Беларуси за 2015–2016 гг. Испытано 7 биологических и 4 химических препарата.

Химические фунгициды, содержащие в составе пропиконазол, дифеноконазол и комплекс тебуконазола и дифеноконазола, проявили сходную биологическую эффективность на саженцах ясеня – от 70,6 до 75,1% в 2015 г. и от 63,7 до 72,5% в 2016 г. Наибольшее защитное действие препарата наблюдалось при трехкратной обработке методом опрыскивания в концентрациях 0,1 и 0,15% по препарату. По результатам исследований два препарата рекомендованы для использования против халарового некроза в лесных питомниках Беларуси.

Эффективность биологических фунгицидов в благоприятных условиях различалась, наилучший защитный эффект проявил биопрепарат, содержащий комплекс бактериальных культур и продуктов метаболизма *Bacillus thuringiensis* Berliner, *Bacillus subtilis* Ehrenberg (67,5%), что позволяет рекомендовать его к применению в лесных питомниках республики.

Выявлено, что интенсивность развития заболевания зависит от погодных условий текущего года. В жарких засушливых условиях заболевание развивается депрессивно, первые симптомы поражения появляются с запозданием, в результате чего необходима корректировка сроков проведения защитных обработок.

Ключевые слова: халаровый некроз, *Hymenoscyphus fraxineus*, ясень обыкновенный, *Fraxinus excelsior*, химический контроль, фунгициды, биоциды.

A. V. Yaruk, V. B. Zvyagintsev

Belarusian State Technological University

**EFFECTIVENESS OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL FUNGICIDES
IN CULTIVATION OF PLANTING MATERIAL
OF EUROPEAN ASH IN FOREST NURSERIES**

The results of protective treatments of seedlings and saplings of European ash in forest nurseries of Belarus in 2015–2016 are analyzed. 7 biological and 4 chemical fungicides are tested.

Chemical fungicides containing propiconazole, difenoconazole and complex of tebuconazole and difenoconazole showed similar biological efficacy on the seedlings of ash – from 70.6 to 75.1% in 2015 and 63.7 to 72.5% in 2016. The greatest protective effect of the chemical was observed with the triple treatment by spraying at fungicide concentrations 0.1 and 0.15%. According to the studies two chemicals are recommended for use against ash dieback in forest nurseries of Belarus.

The effectiveness of the biological agents in favorable conditions differed, the best protective effect in 2016 showed a biological product containing a complex of bacterial cultures (*Bacillus thuringiensis* Berliner, *Bacillus subtilis* Ehrenberg) and their metabolic products 67.5%, thus it can be recommended for use in forest nurseries of the republic.

It was found that the intensity of the disease depends on the weather conditions of the year. In hot dry conditions the disease develops in depressive way, and the first involvement symptoms appear late, resulting a necessity for correcting the time period of protective treatments.

Key words: ash dieback, *Hymenoscyphus fraxineus*, common ash, *Fraxinus excelsior*, chemical control, fungicides, biocides.

Введение. Халаровый некроз ясеня обыкновенного – новое для Европы инфекционное заболевание, вызываемое инвазивным высокоагрессивным аскомицетом *Hymenoscyphus fraxineus* (= *Chalara fraxinea* = *H. pseudoalbidus*) (T. Kowalski) Baral, Queloz. Впервые патоген был выявлен в 2006 г. в Польше [1], впоследствии симптомы поражения были зафиксированы

на территории большинства европейских стран [2–9]. Характерными симптомами заболевания являются некротическое поражение листовой пластинки и срединной жилки листа, образование язв на побегах текущего года, сливающихся и приводящих к отмиранию ветвей. На взрослых растениях болезнь приобретает хронический характер. У пораженных деревьев наблю-

дается изреженная крона, суховершинность, возможно формирование вторичной кроны множественными вновь отрастающими водяными побегами. При поражении молодых растений под пологом леса либо в питомнике заболевание может развиваться в острой форме, приводя к усыханию всей кроны и гибели целого растения за один-два вегетационных периода [1–3, 10–11].

На территории Беларуси заболевание было впервые зафиксировано Национальной сетью лесного мониторинга в 2003 г. [12], возбудитель был выделен в 2010 г. и идентифицирован методом ПЦР-анализа [13]. С 2003 по 2015 г. площадь ясеневых насаждений республики сократилась более чем на 50% [14]. В лесных насаждениях продолжается процесс интенсивного выпадения деревьев ясеня из состава древостоя.

Для эффективного восстановления ясеневых насаждений и предотвращения дальнейшего распространения заболевания европейскими учеными разрабатывается ряд защитных мероприятий. Одним из путей сохранения популяции этой ценной лесообразующей породы является активное выращивание посадочного материала и повышение площадей создаваемых лесных культур [15]. Для защиты сеянцев и саженцев ясеня обыкновенного в лесных питомниках необходим подбор эффективных средств защиты растений. Европейские научные коллективы анализируют влияние химических фунгицидов различных классов на распространность и развитие заболевания [16, 17]. Вместе с тем ведется поиск экологически безопас-

ных биологических средств защиты. Проводится отбор эндофитов ясеня обыкновенного, обладающих антагонистической активностью против *H. fraxineus* и не вирулентных по отношению к растению-хозяину. Предположительно данными качествами обладают некоторые штаммы грибов из родов *Venturia* и *Phomopsis* [18–21]. Анализируется возможность использования микровирусов для контроля развития заболевания [22].

Работы по выявлению эффективных против халарового некроза средств защиты в условиях Беларуси не проводились. В связи с этим наша задача состояла в скрининге химических и биологических фунгицидов, зарегистрированных в Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, проявившими эффективность против *H. fraxineus in vitro* [23], с различными действующими веществами в полевых условиях.

Материалы и методы исследования. Для изучения влияния защитных препаратов на развитие халарового некроза ясеня использовали четыре фунгицида класса триазолов, не запрещенных для применения в соответствии с требованиями международной схемы Лесного попечительского совета (FSC), и семь биологических препаратов (табл. 1). Препаративная форма химических фунгицидов – концентрат эмульсии, биологических – жидкость. В качестве эталона использовали препарат Азимут, КЭ, эффективный против пятнистостей листьев в лесных питомниках. Контроль – не обработанные препаратами.

Таблица 1

Перечень препаратов, применяемых для защитных испытаний

Название препарата	Производитель, страна происхождения	Действующие вещества	Концентрация, %	Расход рабочей жидкости, л/га	Год применения
Фунгициды					
Абсолют, КЭ	ООО «Франдеса», РБ	Пропиконазол, 250 г/л	0,05	500	2015–2016
Догода, КЭ	ООО «Франдеса», РБ	Тебуконазол, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л	0,10 0,15		
Раёк, КЭ,	ЗАО Фирма «Август», РФ	Дифеноконазол, 250 г/л	0,05	500	2015–2016
Азимут, КЭ	ООО «Франдеса», РБ	Тебуконазол, 125 г/л + триадимефон, 100 г/л	0,10 0,15		
Биопрепараты					
Биопестицид Бетапротектин, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», УО «Гродненский государственный аграрный университет», РБ	Титр жизнеспособных спор не менее 1 млрд/мл (<i>Bacillus amylo-liquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> БИМ В-439 Д)	2	450	2015–2016
Биопестицид Экогрин, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РУП «Институт защиты растений», РБ	Титр не менее $1 \cdot 10^9$ жизнеспособных клеток/г (<i>Pseudomonas aurantiaca</i> , штамм БИМ В-446Д)	2	450	2015

Окончание табл. 1

Название препарата	Производитель, страна происхождения	Действующие вещества	Концентрация, %	Расход рабочей жидкости, л/га	Год применения
Фитопротектин, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РБ	Титр (4–7) · 10 ⁹ спор/мл (споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i> , штамм БИМ В-334 Д)	5	450	2015–2016
Биопестицид Фрутин, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РУП «Институт защиты растений», РБ	Титр жизнеспособных спор 5–8 млрд/мл (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм БИМ В-262)			2016
Биопестицид Бактосол, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РБ	Титр не менее 0,1 млрд/мл (клетки, споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i> БИМ В-732 Д)	2	300	2016
Биопестицид Ксантрел, Ж	ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РБ	Титр жизнеспособных спор 0,1 млрд/см ³ (спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин бактерий <i>Bacillus thuringiensis</i> БИМ В-711 Д, споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i> БИМ В-712 Д)		300	2016
Биопрепарат Фунгилекс, Ж	РУП «Институт защиты растений», РБ	Титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор/мл (<i>Trichoderma</i> sp. D-11)	1	500	2016

Испытания проводили в 2015–2016 гг. в лесных питомниках на сеянцах и саженцах ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в 2–3-кратной повторности с интервалом в две недели. Площадь опытных участков – 1 м² (одна лента), расстояние между участками – 1 м. Рабочий раствор приготавливали непосредственно перед обработкой, которую проводили ручным опрыскивателем. Схема экспериментов представлена в табл. 2.

По результатам обследования рассчитывали биологическую эффективность (БЭ) действия

препаратов с поправкой на контроль по формуле

$$БЭ = \frac{К - О}{К} \cdot 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность; К – развитие (пораженность) болезни в контроле (без обработки); О – развитие (пораженность) болезни в испытываемом варианте после обработки [24].

Погодные условия в период проведения эксперимента отслеживали по данным Белгидромета (www.pogoda.by).

Таблица 2

Схема проведения полевых испытаний химических и биологических фунгицидов в 2015–2016 гг.

Год	Место проведения испытаний	Вид посадочного материала	Год посева или посадки	Количество обработок	Количество повторностей	Дата первой обработки	Дата итогового учета
2015	ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз»	Сеянцы	2011	1–3	3	02.07.15	27.08.15
	ГЛХУ «Логойский лесхоз»	Сеянцы	2011, посадка на пень осенью 2014	2–3	2	08.07.15	01.09.15
	ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз»	Сеянцы	2013	2–3	3	07.07.15	11.09.15
	ГЛХУ «Любанский лесхоз»	Саженцы	Посев – 2011, посадка – 2013	2–3	2	10.07.15	03.09.15
2016	ГЛХУ «Любанский лесхоз»	Саженцы	Посев – 2011, посадка – 2013	2–3	2	29.06.16	09.09.16
	ГЛХУ «Полоцкий лесхоз»	Сеянцы	Посев – 2015	2–3	3	08.07.16	26.09.16

Результаты и обсуждение. По данным Белгидромета, 2015 г. характеризовался жарким и засушливым вегетационным периодом. В июне и июле средняя температура на территории центральной и южной части республики (в Логойском, Ганцевичском и Любанском районах) на 1–2°C, в августе – на 3°C превысила месячную норму. При этом количество выпавших на данных территориях осадков оказалось значительно ниже нормы (50–75% от нормы в июне и июле, 1–25% в августе). Заболевание развивалось депрессивно, первые симптомы отмечались с существенным запозданием. Вместе с тем был нарушен водный режим растений – в лесных питомниках данных районов не проводились регулярные поливы. В Витебской области наблюдалось наименьшее отклонение климатических условий от нормы как по температурным показателям (норма в июне–июле и +2° в августе), так и по выпавшим на этой территории осадкам (норма в июле, 25–50% месячной нормы в июне и августе). Учитывая менее экстремальные погодные условия на севере страны и наличие систематических поливов в питомнике ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», полученные данные использовались для статистической обработки.

В 2016 г. дефицит осадков в июне (в среднем 75% от нормы) компенсировался обильными дождями (1–2,5 месячной нормы) и повышенной (на 1–3°) температурой в июле, что позволяет использовать полученные данные для анализа.

По результатам двухлетних испытаний наилучшая биологическая эффективность химических пестицидов наблюдалась при трехкратной обработке в концентрациях 0,1 и 0,15% по препарату (рис. 1, 2).

Эталонный препарат Азимут, КЭ (зарегистрирован в Беларуси против мучнистой росы и пятнистостей на листовых породах в 2014 г.) показал наименьшую эффективность как в 2015 (51,5%), так и в 2016 г. (35,1 и 56,0% в Полоцком и Любанском лесхозах соответственно). Эффективность трех других препаратов оказалась значительно выше – от 70,6 до 75,1% в 2015 г., 41,6–42,3 и 63,7–72,5% в 2016 г. (Полоцкий и

Любанский лесхозы соответственно). На однолетних сеянцах защитное действие фунгицидов проявилось незначительно (с поправкой на контрольные необработанные участки), что может быть связано с их общей невысокой пораженностью некрозом. По результатам испытаний препараты Абсолют, КЭ и Догода, КЭ, содержащие пропиконазол и комплекс фунгицидов тебуконазол и дифеноконазол соответственно, были внесены в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь для защиты ясеня обыкновенного в питомниках от халарового некроза.

Результаты наших исследований соответствуют данным, полученным в условиях Западной Европы. Препараты на основе фунгицидов класса триазолов (карбендазима, хлороталонила, прохлораза, пропиконазола и тиабендазола) обладали высокой эффективностью против халарового некроза в концентрации менее 0,2 г/л [16, 17]. В ясеневых насаждениях Италии при введении препаратов методом инъекций эффективность тиабендазола составила 67,2% [16]. В Словении при исследовании влияния фунгицидов на формирование патогеном апотеций в лаборатории наиболее эффективным оказался фунгицид карбендазим в концентрации 1–10 мг/л [22].

В связи с высокой токсичностью химических фунгицидов для растений и окружающей среды необходимы также экологически безопасные биологические агенты, эффективные против возбудителя некроза и подавляющие развитие болезни. При проведении обработок в 2015 г. использование биологических препаратов оказалось малоэффективным, вероятно, в связи с неблагоприятными для развития биологического агента условиями. В 2016 г. наименее эффективные против халарового некроза препараты (Экогрин, Фрутин) исключили из эксперимента. Вместо них использовали Бактосол и Ксантрел, показавшие хорошие результаты в лабораторных условиях [25]. Кроме того, провели испытание препарата Фунгилекс, эффективного против заболеваний грибной этиологии в сельском хозяйстве. Результаты экспериментов отображены на рис. 3.

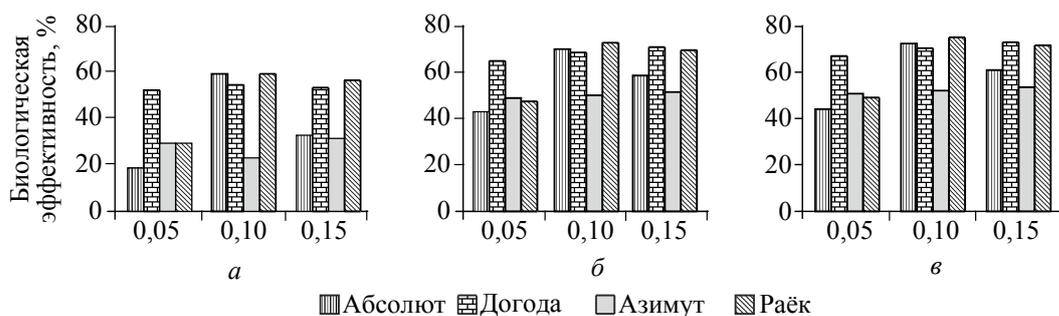


Рис. 1. Биологическая эффективность химических пестицидов, 2015 г. (ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз»): а – однократная обработка; б – двукратная обработка; в – трехкратная обработка

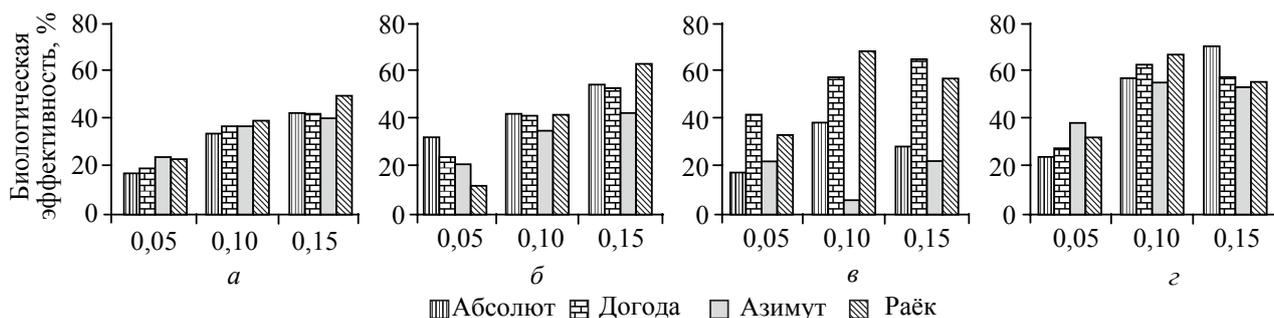


Рис. 2. Биологическая эффективность химических пестицидов, 2016 г.:

а – двукратная обработка, ГЛХУ «Полоцкий лесхоз»;
 б – трехкратная обработка, ГЛХУ «Полоцкий лесхоз»;
 в – двукратная обработка, ГЛХУ «Любанский лесхоз»;
 г – трехкратная обработка, ГЛХУ «Любанский лесхоз»

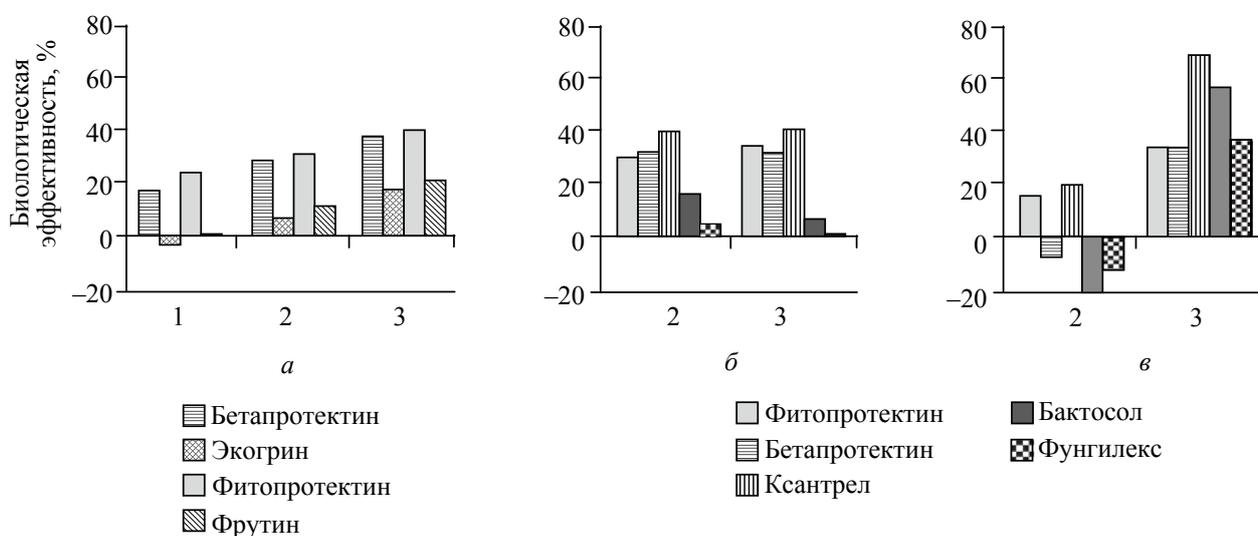


Рис. 3. Биологическая эффективность биологических пестицидов

при различной кратности обработок, 2015–2016 гг.:

а – ГЛХУ «Глубокский лесхоз», 2015 г.; б – ГЛХУ «Полоцкий лесхоз», 2016 г.;
 в – ГЛХУ «Любанский лесхоз», 2016 г.

Самой высокой биологической эффективностью против халарового некроза обладал препарат Ксантрел (67,5%), состоящий из комплекса бактериальных культур и продуктов их метаболизма. Для данного биофунгицида характерен широкий спектр антагонистического действия в отношении фитопатогенных грибов и энтомоцидная активность [26], в связи с чем он был зарегистрирован для защиты овощных культур от вредителей и болезней. Полученные нами данные позволяют рекомендовать его к использованию в питомниках учреждений лесного хозяйства.

Заключение. Проведенные исследования показали, что интенсивность развития заболевания тесно связана с погодными условиями текущего года – температурой и влажностью воздуха. Это обусловлено проникновением первичной инфекции патогена через листовую пластинку, прорастание спор на которой существенно зависит от внешних условий.

Наибольшую эффективность проявили препараты, содержащие тебуконазол и дифеноконазол, пропиконазол, дифеноконазол при трехкратной обработке методом опрыскивания. Защитный эффект сопоставим с результатами испытаний тиабендазола при введении методом инъекций, полученными исследователями Италии и Великобритании [16, 17]. Оптимальная концентрация химических пестицидов в рабочем растворе – 0,1–0,15% по препарату. На основании проведенных исследований препараты Догода, КЭ и Абсолют, КЭ рекомендованы к применению против халарового некроза в лесных питомниках.

Нами впервые были испытаны препараты на основе бактериальных культур против халарового некроза и доказана их эффективность. Наилучшие результаты показал препарат, состоящий из комплекса бактериальных культур (*Bacillus thuringiensis* Berliner, *Bacillus subtilis*

Ehrenberg) и продуктов их метаболизма, – в благоприятных условиях его эффективность близка к эффективности фунгицидов. На основании проведенных исследований данный биофунгицид может быть рекомендован к применению в лесных питомниках Беларуси.

Литература

1. Kowalski T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland // Forest Pathology. 2006. Vol. 36. P. 264–270.
2. Halmschlager E., Kirisits T. First report of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria // Plant Pathology. 2008. Vol. 57, no. 6. P. 1177.
3. Schumacher J., Wulf A., Leonhard S. First record of *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Germany – a new agent of ash decline // Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 2007. Vol. 59. P. 121–123.
4. First record of *Chalara fraxinea* in Finland and genetic variation among isolates sampled from Åland, mainland Finland, Estonia and Latvia / A. Rytönen [et al.] // Forest Pathology. 2011. Vol. 41, no. 3. P. 169–174.
5. Усыхание ясеня на территории памятника природы «Дудергофские высоты», вызванное грибом *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, и морфологические особенности его аскоспор / Д. А. Шабунин [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2012. № 1–2. С. 70–79.
6. Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway / V. Timmermann [et al.] // EPPO Bulletin. 2011. Vol. 41, no. 1. P. 14–20.
7. Szabo I. First report of *Chalara fraxinea* affecting common ash in Hungary // Plant Pathology. 2009. Vol. 58, no. 4. P. 797.
8. *Chalara fraxinea* is an invasive pathogen in France / C. Husson [et al.] // European Journal of Plant Pathology. 2011. Vol. 130, no. 3. P. 311–324.
9. Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus* / K. Davydenko [et al.] // Forest Pathology. 2013. Vol. 43, no. 6. P. 462–467.
10. Kowalski T., Czekał A. Disease symptoms and fungi on dying ash trees (*Fraxinus excelsior* L.) in Staszów Forest District stands // Forest Research Papers. 2010. Vol. 71, no. 4. P. 357–368.
11. Особенности развития и мониторинг халарового некроза в ясеневых насаждениях и лесных питомниках / В. Б. Звягинцев [и др.] // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Москва, 18–22 апр. 2016 г. / Федер. агентство науч. орг.; Ин-т леса им. В. Н. Сукачева Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. Красноярск, 2016. С. 83–84.
12. Звягинцев В. Б., Сазонов А. А. Массовое усыхание ясеня обыкновенного в лесах Беларуси // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–7 дек. 2005 г. / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь; Белорус. гос. техн. ун-т. Минск, 2005. С. 225–227.
13. Zvyagintsev V. B., Baranov O. Yu., Melnik L. F. Pathogenic fungal diseases of branches of the ash in the drying out plantations in Belarus // Fungi and lichens in the Baltics and Beyond: XVIII Symposium of the Baltic Mycologists and Lichenologists Lithuania, Dubingiai, September 19–23, 2011. P. 21.
14. Звягинцев В. Б., Шарандо А. В., Филиппович В. Н. Роль халарового некроза в процессе деградации ясенников Беларуси // Лесное и охотничье хоз-во. 2014. № 9. С. 8–11.
15. Штукин С. С., Шауро С. Г. Приоритетные типы лесных культур ясеня обыкновенного в условиях Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство. 2009. № 1. С. 17–22.
16. Dal Maso E., Cocking J., Montecchio L. Efficacy tests on commercial fungicides against ash dieback in vitro and by trunk injection // Urban Forestry & Urban Greening. 2014. Vol. 13, no. 4. P. 697–703.
17. Application of fungicides and urea for control of ash dieback / T. Hauptman [et al.] // Forest-Biogeosciences and Forestry. 2015. Vol. 8, no. 2. P. 165–171.
18. Fungal endophytes are involved in multiple balanced antagonisms / B. Schulz [et al.] // Curr. Sci. 2015. Vol. 109. P. 39–45.
19. Development of a biocontrol agents for ash dieback using fungal endophytes [Electronic resource] / B. Schulz [et al.] // *Chalara* in Europe: Reports on European Workshop Meeting on *Chalara* Cost Action FP 1103, Fraxback. Dubrovnik, 12–16th of April, 2015. URL: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr15.pdf (date of access: 18.11.2015).
20. Schlegel M., Queloz V. Are ash leaf endophytes endangered? [Electronic resource] // *Chalara* in Europe: Reports on European Workshop Meeting on *Chalara* Cost Action FP 1103, Fraxback. Dubrovnik, 12–16th of April, 2015. URL: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr15.pdf (date of access: 18.11.2015).

21. Haňáčková Z., Koukol O., Havrdova L. Endophytic fungi in *Fraxinus excelsior* shoots and their antagonistic activities against *Hymenoscyphus fraxineus* [Electronic resource] // *Chalara* in Europe: Reports on European Workshop Meeting on *Chalara* Cost Action FP 1103, Fraxback. Dubrovnik, 12–16th of April, 2015. URL: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr_15.pdf (date of access: 18.11.2015).

22. Schoebel C. N., Zoller S., Rigling D. Detection and genetic characterisation of a novel mycovirus in *Hymenoscyphus fraxineus*, the causal agent of ash dieback // *Infection, Genetics and Evolution*. 2014. Vol. 28. P. 78–86.

23. Скрининг средств защиты сеянцев ясеня обыкновенного от халарового некроза / А. В. Ярук [и др.] // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений». Минск – Прилуки, 17–19 мая 2016 г. / Науч.-практ. центр по земледелию; Ин-т защиты растений. Минск, 2016. С. 319–320.

24. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений». Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. 512 с.

25. Подавление роста колоний *Hymenoscyphus fraxineus* биофунгицидами / А. В. Ярук [и др.] // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Москва, 18–22 апр. 2016 г. / Федер. агентство науч. орг.; Ин-т леса им. В. Н. Сукачева Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. Красноярск, 2016. С. 272–273.

26. Биопрепараты и технологии их применения как основа экологизации систем защиты растений / Э. И. Коломиец [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / Ин-т микробиологии НАН Беларуси. Минск, 2013. Т. 5. С. 252–264.

References

1. Kowalski T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 2006, vol. 36, pp. 264–270.

2. Halmschlager E., Kirisits T. First report of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria. *Plant Pathology*, 2008, vol. 57, no. 6, p. 1177.

3. Schumacher J., Wulf A., Leonhard S. First record of *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Germany – a new agent of ash decline. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, 2007, vol. 59, pp. 121–123.

4. Rytönen A., Lilja A., Drenkhan R., Gaitnieks T., Hantula J. First record of *Chalara fraxinea* in Finland and genetic variation among isolates sampled from Åland, mainland Finland, Estonia and Latvia. *Forest Pathology*, 2011, vol. 41, no. 3, pp. 169–174.

5. Shabunin D. A., Semakova T. A., Davydenko E. V., Vasaitis R. Ash decline in nature monument “Dudergof heights”, caused by the fungus *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, and morphological features of its ascospores. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo hozyaystva* [Proceedings of the Saint-Petersburg Forestry Research Institute], 2012, no. 1–2, pp. 70–79 (In Russian).

6. Timmermann V., Borja I., Hietala A. M., Kirisits T., Solheim H. Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. *EPPO Bulletin*, 2011, vol. 41, no. 1, pp. 14–20.

7. Szabo I. First report of *Chalara fraxinea* affecting common ash in Hungary. *Plant Pathology*, 2009, vol. 58, no. 4, p. 797.

8. Husson C., Scala B., Caël O., Frey P., Feau N., Marçais B. *Chalara fraxinea* is an invasive pathogen in France. *European Journal of Plant Pathology*, 2011, vol. 130, no. 3, pp. 311–324.

9. Davydenko K., Vasaitis R., Stenlid J., Menkis A. Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Forest Pathology*, 2013, vol. 43, no. 6, pp. 462–467.

10. Kowalski T., Czekaj A. Disease symptoms and fungi on dying ash trees (*Fraxinus excelsior* L.) in Staszów Forest District stands. *Forest Research Papers*, 2010, vol. 71, no. 4, pp. 357–368.

11. Zvyagintsev V. B., Sazonov A. A., Yarus A. V., Avdejchik E. S. Aspects of development and monitoring of ash dieback in stands and forest nurseries. *Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem: Monitoring i biologicheskiye metody kontrolya vreditel'ey i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike* [Materials of All-Russian conference: Monitoring and biological control methods of woody plant pests and pathogens: from theory to practice]. Krasnoyarsk, 2016, pp. 83–84 (In Russian).

12. Zvyagintsev V. B., Sazonov A. A. Mass European ash decline in the forests of Belarus. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: Ustoychivoye razvitiye lesov i ratsional'noye*

ispol'zovaniye lesnykh resursov [Materials International Scientific and Practical Conference: Sustainable development of forests and sustainable forest management]. Minsk, 2005, pp. 225–227 (In Russian).

13. Zvyagintsev V. B., Baranov O. Yu., Melnik L. F. Pathogenic fungal diseases of branches of the ash in the drying out plantations in Belarus. *Fungi and lichens in the Baltics and Beyond: XVIII Symposium of the Baltic Mycologists and Lichenologists Lithuania*. Dubingiai, 2011, p. 21.

14. Zvyagintsev V. B., Sharando A. V., Filippovich V. N. The role of chalara necrosis in ash dieback in Belarus. *Lesnoye i okhotnich'e khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2014, no. 9, pp. 8–11 (In Russian).

15. Shtukin S. S., Shauro S. G. Priority types of forest crops of European under the conditions of Belarus. *Lesnoye i okhotnich'e khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2009, no. 1, pp. 17–22 (In Russian).

16. Dal Maso E., Cocking J., Montecchio L. Efficacy tests on commercial fungicides against ash dieback in vitro and by trunk injection. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 697–703.

17. Hauptman T., Celar F. A., De Groot M., Jurc D. Application of fungicides and urea for control of ash dieback. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 2015, vol. 8, no. 2, pp. 165–171.

18. Schulz B., Haas S., Junker C., Andrée N., Schobert M. Fungal endophytes are involved in multiple balanced antagonisms. *Curr. Sci*, 2015, vol. 109, pp. 39–45.

19. Schulz B., Junker C., Miller V., Andrée N., Citron Ch., Dickschat J. Development of a biocontrol agents for ash dieback using fungal endophytes [Electronic resource]. *Chalara in Europe: Reports on European Workshop Meeting on Chalara Cost Action FP 1103, Fraxback*. Dubrovnik, 12–16th of April, 2015. Available at: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr15.pdf (accessed 18.11.2015).

20. Schlegel M., Queloz V. Are ash leaf endophytes endangered? [Electronic resource]. *Chalara in Europe: Reports on European Workshop Meeting on Chalara Cost Action FP 1103, Fraxback*. Dubrovnik, 12–6th of April, 2015. Available at: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr15.pdf (accessed 18.11.2015).

21. Haňáčková Z., Koukol O., Havrdova L. Endophytic fungi in *Fraxinus excelsior* shoots and their antagonistic activities against *Hymenoscyphus fraxineus* [Electronic resource]. *Chalara in Europe: Reports on European Workshop Meeting on Chalara Cost Action FP 1103, Fraxback*. Dubrovnik, 12–6th of April, 2015. Available at: https://www.teagasc.ie/media/website/crops/forestry/Chalara_fraxback_meeting_dubrovnik_apr15.pdf (accessed 18.11.2015).

22. Schoebel C. N., Zoller S., Rigling D. Detection and genetic characterisation of a novel mycovirus in *Hymenoscyphus fraxineus*, the causal agent of ash dieback. *Infection, Genetics and Evolution*, 2014, vol. 28, pp. 78–86.

23. Yaruk A. V., Zvyagintsev V. B., Kolomiets E. I., Molchan O. V., Girilovich N. I. Screening of ash seedlings protecting agents against ash dieback. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoy 45-letiyu so dnya organizatsii RUP Institut zashchity rasteniy "Sostoyanie i perspektivy zashchity rasteniy"* [Materials of International Scientific and Practical Conference, dedicated 45th anniversary of the organization of RUE Institute of Plant Protection "State and perspectives of plant protection"]. Minsk, 2016, pp. 319–320 (In Russian).

24. *Metodicheskiye ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaystve* [Guidelines for the registration tests of fungicides in agriculture]. Nesvizh, Nesvizhskaya ukрупnennaya tipografiya imeni S. Budnogo, 2007, 512 p.

25. Yaruk A. V., Zvyagintsev V. B., Kolomiets E. I., Molchan O. V., Girilovich N. I. The suppression of *Hymenoscyphus fraxineus* colonies growth by biofungicides. *Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem: Monitoring i biologicheskiye metody kontrolya vreditel'ey i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike* [Materials of All-Russian conference: Monitoring and biological control methods of woody plant pests and pathogens: from theory to practice]. Krasnoyarsk, 2016, pp. 272–273 (In Russian).

26. Kolomiets E. I., Molchan O. V., Ananyeva I. N., Romanovskaya T. V., Rubel I. E., Berezhnaya A. V. Biopreparations and their application technologies as a basis for ecologization of plant protection systems. *Mikrobnyye biotekhnologii: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty: sbornik nauchnykh trudov* [Microbial biotechnology: fundamental and applied aspects: Proceedings of scientific papers]. Minsk, 2013, vol. 5, pp. 252–264 (In Russian).

Информация об авторах

Ярук Анна Владимировна – аспирант кафедры лесозащиты и древесиноведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: smile_04@mail.ru

Звягинцев Вячеслав Борисович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой лесозащиты и древесиноведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: mycolog@tut.by

Information about the authors

Yaruk Anna Vladimirovna – PhD student, the Department of Forest Protection and Wood Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: smile_04@mail.ru

Zvyagintsev Vyacheslav Borisovich – PhD (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Forest Protection and Wood Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mycolog@tut.by

Поступила 25.10.2016