

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ И ПОВРЕДИ ОТ ИНВАЗИВНИЯ ПАТОГЕН *DIPLODIA SAPINEA* ПО *PINUS NIGRA* ARN. В БЪЛГАРИЯ

Сианна Хлебарска*, Маргарита Георгиева

Институт за гората – Българска академия на науките, София

ВЪВЕДЕНИЕ

Diplodia sapinea (Fr.) Fuckel (син. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton) е един от най-важните патогени, причиняващ значими повреди по видовете от род *Pinus* в Северна Америка, Африка, Австралия и Нова Зеландия (Smith et al., 1996). Патогенът е установен и по други иглолистни видове от род *Abies*, *Arucaria*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Sequoiadendron* и др., но най-сериозни са повредите по видовете от род *Pinus*. *D. sapinea* се смята за изключително опасен патоген и има широко разпространение в умерените гори, особено в създадени култури от един дървесен вид, разположени на места, характеризиращи се с висока влажност през вегетационния период и ниски температури през лятото (Gibbs, 1984). В България за първи път патогенът е констатиран през 1989 г. върху леторасли от *Pinus nigra* Arn. в горски култури, създадени в североизточната част на страната – Регионални дирекции по горите (РДГ) Шумен и Варна (Петков, 1990). През следващите десетилетия болестта се разпространява на нови територии, причинявайки влошаване на здравословното състояние на дърветата, предимно в културите от черен бор (Роснев, Петков, 1986; Роснев и др., 2008). *D. sapinea* е наблюдаван и върху други представители на род *Pinus* в страната – *P. sylvestris* L., *P. radiata* D. Don, *P. strobus* L., *P. ponderosa* Douglas ex P. Laws & C. Laws и *Cedrus* sp. (Роснев, Петков, 1993; Петков, 2000; Семева и др., 2009). Измежду всички констатирани гостоприемници, *P. nigra* и *P. radiata* проявяват най-висока чувствителност към заболяването.

Повредите се проявяват в широк спектър от симптоми: загиване на младите леторасли, формиране на некрози по клонките и стъблата, наличие на плодни тела върху шишарковите люспи, пъпки и едногодишни иглици, посиняване на дървесината, гниене на кореновата шийка и корените на младите поници и фиданки (Eldridge, 1961).

През последните пет години, *D. sapinea* се е разпространил върху големи площи с чувствителни гостоприемници в страната (зрели дървета в гъсти насаждения), предимно на територията на Южна България (Добрева и др., 2016). Основната причина за масовото разпространение в тези райони са наличие на

неблагоприятни абиотични и биотични въздействия: продължителен период на засушаване през вегетационните сезони на 2012-2013 г., повреди от мъкър сняг, градушка и вятър, силно намножаване на корояди, които са смятани за основни преносители на заболяването и др.

Целта на настоящето изследване е да се представят резултати от извършена оценка на разпространението и степента на повредите, причинени от *D. sarinea* върху борова насаждения на територията на Южна България.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

При извършеното проучване, в периода 2017-2018 г. на територията на Южна България са заложили двадесет пробни площи, включващи 40 пробни дървета (Табл. 1). Извършена е оценка на степента на обезлистване и оцветяване (покафеняване) на иглиците, жизнено състояние на летораслите, клоните и стъблата, и наличие на повреди от насекоми вредители. Оценка е извършена по методиката на международната кооперативна програма “Гори” (Eichhorn et al., 2010), като са отчетени общо 680 дървета от черен бор и 120 дървета от бял бор. От всяка пробна площ са събрани материали и отнесени в Лабораторията по фитопатология при Институт за гората, където са извършени лабораторни изследвания и изолиране на мицелна култура от патогена. Приложени са фитопатологични методи - макроскопски и микроскопски, за определяне на морфологичните особености на патогена и извършване на изолации на мицелни култури.

Изолациите на патогена е извършена върху изкуствена хранителна среда (M253-500G Malt Agar) с добавена танинова киселина за нормализиране на pH на средата. От събраните клонки с инфектирани леторасли са отрязани цилиндрични парчета с дължина 4-5 mm, взети от границата на здравата и инфектираната част, които са стерилизирани за 1 min в 96% етилов алкохол, 3 min в 4% разтвор на натриев хипохлорид и 30 sek в 96% етилов алкохол. Заложените проби са поставени за една седмица на тъмно в термостат при температура от 22 °C.

Отделени от шишарките шишаркови люспи са стерилизирани по посочената технология. От тях са взети плодни тела, поставени върху изкуствена хранителна среда от воден агар. Заразените блюда са поставени за една седмица на тъмно в термостат при температура от 22 °C.

Зелени иглици от инфектираните клонки са автоклавираны в автоклав за 10 min при 120 °C и 1.2 atm. Стерилните иглици се добавят на 7-ия ден в блюдата с парчета от инфектираните клонки, за да спомогнат формирането на плодни тела от развилия се мицел на гъбата.

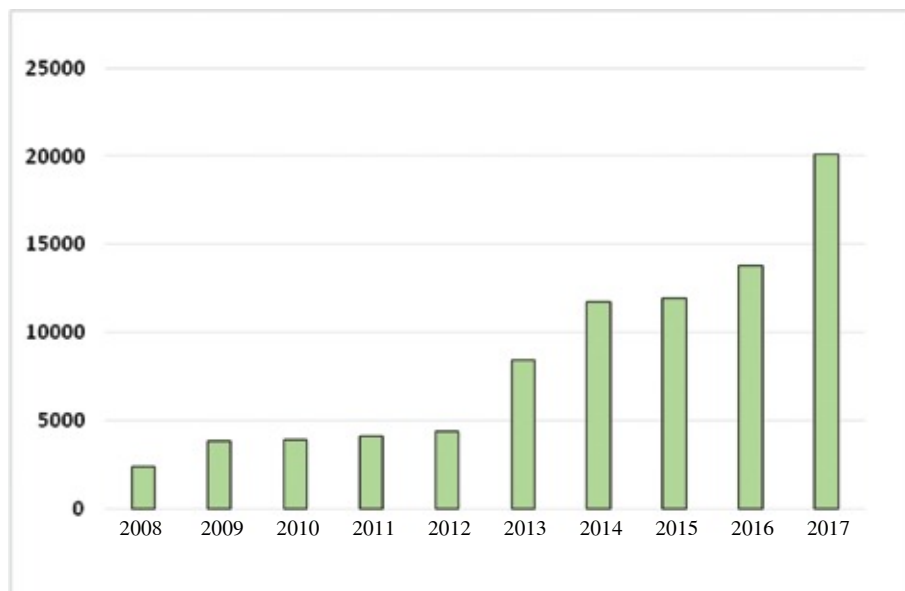
Таблица 1. Заложени постоянни пробни площи в насаждения от черен и бял бор на територията на осем Регионални дирекции по горите в Южна България

№	Опитна площ	Дървесен вид	Координати		Надм. в. (m)	Възраст (год.)
			Геогр. ш.	Геогр. д.		
РДГ Благоевград						
1	Гърмен	<i>Pinus nigra</i>	N 41.612330	E 23.809110	647	67
2	Петрич	<i>Pinus nigra</i>	N 41.371950	E 23.083520	320	50
3	Сандански	<i>Pinus nigra</i>	N 41.572500	E 23.287650	275	65
4	Цапарево	<i>Pinus nigra</i>	N 41.610000	E 23.099600	785	44
РДГ Бургас						
5	Бургас	<i>Pinus nigra</i>	N 42.423250	E 27.343525	14	50
6	Приморско	<i>Pinus nigra</i>	N 42.258153	E 27.696545	20	55
7	Малко Търново	<i>Pinus nigra</i>	N 41.981205	E 27.523105	380	60
РДГ Кърджали						
8	Кирково	<i>Pinus nigra</i>	N 41.310260	E 25.258700	677	45
9	Момчилград	<i>Pinus nigra</i>	N 41.472320	E 25.509680	455	50
10	Кърджали	<i>Pinus nigra</i>	N 41.645235	E 25.408254	280	55
11	Паничково	<i>Pinus nigra</i>	N 41.861060	E 25.161960	708	25
РДГ Кюстендил						
12	Кюстендил	<i>Pinus nigra</i>	N 42.263780	E 22.677940	720	59
РДГ Пловдив						
13	Карлово	<i>Pinus nigra</i>	N 42.643580	E 24.790240	500	64
14	Асеновград	<i>Pinus nigra</i>	N 42.017040	E 24.892490	170	45
РДГ Смолян						
15	Ардино	<i>Pinus nigra</i>	N 41.545408	E 24.944381	880	60
16	Светулка	<i>Pinus sylvestris</i>	N 41.560102	E 25.104158	780	60
17	Повет	<i>Pinus sylvestris</i>	N 41.654184	E 25.404729	750	50
РДГ София						
18	Горна баня	<i>Pinus nigra</i>	N 42.549310	E 23.212970	800	64
19	Бухово	<i>Pinus sylvestris</i>	N 42.255060	E 22.990610	700	53
РДГ Хасково						
20	Ивайловград	<i>Pinus nigra</i>	N 41.526105	E 26.117252	250	65

РЕЗУЛТАТИ

По данни на Лесозащитната информационна системата на Изпълнителната агенция по горите (<http://www.iag.bg/>) е проследена динамиката на съхнене на насажденията от бял и черен бор в България за периода 2008-2017 г. (Фиг. 1). За период 2008-2012 г. площта на засегнатите от гъбни патогени иглолистни насаждения варира от 2400 ha (2008 г.) до 4400 ha (2012 г.). От 2013 г. се очертава тенденция на бързо увеличение на засегнатите площи, предимно от бял и

черен бор, след продължителния период на засушаване през 2012-2013 г. За пет години, площта на инфектираните насаждения нараства близо пет пъти, като през 2017 г. над 20 000 ха иглолистни насаждения са засегнати от патогени. Най-сериозни повреди са отчетени в Южно-централната част на България – РДГ Кърджали, Пловдив, Стара Загора и Смолян, където периодите на засушаване през вегетационния сезон са обичайни явления.



Фигура 1. Площ на иглолистни гори (ха), засегнати от гъбни патогени през периода 2008-2017 г.

Проучванията, извършени в настоящето изследване на терен и при лабораторни условия, показват наличие на сериозни повреди както при отделните дървета, така и в целите насаждения. Наличие на сухи леторасли и млади клонки в различни части на короната са основният симптоматичен признак на заболяването с причинител *D. sapinea* (Фиг. 2 а; б). Плодни тела на патогена върху шишарките и младите леторасли са установени по всички оценявани дървета.

Степените на повреда на инфектираните дървета се променя през последните години с различна интензивност в зависимост от специфичните условия на околната среда на изследваните обекти. Състоянието на дърветата в ПП Горна Баня и Кюстендил е определено като най-добро, като степента на обезлистване и оцветяване на короните варира между 10 и 30%, като повреди, причинени от *D. sapinea* са слаби – плодни тела са намерени само върху двегодишни шишарки, но загиване на млади леторасли е наблюдавано по единични клонки върху 10% от дърветата. В ПП Горна баня са установени повреди от мокър

сняг от предишни години, което е причина за последвало заселване с насекомни вредители от род *Tomicus*. В ПП Кюстендил анализирани дърветата са в сравнително добро състояние, като 50% от тях са с повреди до 30%. Наблюдава се изреждане на короните в средната и долна част, дължащо се на развитието на патогена *Cyclaneusma niveum* (Persoon) Di Cosmo.

Здравословното състояние на дърветата в пробните площи, заложи в района на Източните Родопи (РДГ Кърджали, Хасково, Смолян и Ивайловград) е изключително влошено. В ПП Повет и Светулка (РДГ Смолян) съхнене на белия бор е обхванало всички наблюдавани дървета в пробната площ, която е част от горската култура, създадена на ерозионен стръмен терен. Водеща причина за влошеното състояние на културата са повредите от мокър сняг, настъпили през предишните години, което е предразположило дърветата към последвали нападения от корояди (*Ips acuminatus* Gyll.) и развитие на кореновата гъба (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Преобладаваща част от дърветата са с обезлистване от 70-100%. По отношение на оцветяването на останалата листна маса – до 80% от младите иглици и 50% от едногодишните са с кафеникав цвят, върху които е наблюдавана вторична инфекция с патогена *D. sapinea*. В по-малка степен, по иглиците са констатирани патогените *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall. и *L. seditiosum seditiosum* Minter, Staley & Millar, а по клонките - *Cenangium ferruginosum* (Fr.).

В лошо състояние е преобладаващата част от дърветата от черен бор в ПП Ардино (РДГ Смолян). Съхненето е обхванало всички дървета в пробната площ. Летораслите, клонките и шишарките са инфектирани от *D. sapinea*. Отчетено е изсъхване на иглици, които променят оцветяването на короната, както и загиване на леторастите и пъпките. Патогенът е обхванал младите иглици на новопоявилите се леторасли, които в края на вегетационния период са напълно сухи и мъртви, което е причина за настъпване на сериозни смущения в развитието на дърветата, структурата и състава на насажденията.

В останалите пробни площи в района на Източните Родопи, най-често срещаният патоген по иглици и клонки е *D. sapinea*, наблюдаван основно върху дървета над 30-годишна възраст. Продължителният период на засушаване е основният фактор за разпространението му в района на РДГ Кърджали, Хасково и Ивайловград, повреждайки различни органи на заразените дървета, където се възпроизвежда, заразява нови дървета и постепенно се разпространява в съседни насаждения. Инфектираните дървета са с ниски растежни показатели, наличие на сухи иглици, които са променили цвета си до кафеникав. Стресът на борови дървета е понижил тяхната устойчивост и те са атакувани от насекомни вредители - корояди (Scolytidae), сечковци (Cerambycidae) и златки (Buprestidae). В тези райони са отчетени силни нападения от боровата процесия (*Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller) – основният повреждащ вредител в иглолистните насаждения в България.



Фигура 2. Симптоми на заболяването, причинено от *Diplodia sapinea* (а – сухи клони в короната на инфектирани дървета; б – инфектирани леторасли; в – плодни тела върху шишарки; г – мицелна култура с формиранни плодни тела върху иглиците)

В най-младото обследвано насаждение от черен бор в ПП Паничково (25 г.), отчетените повреди имат ясно изразен патологичен характер. Около 80% от дърветата имат повреди, обхващащи над 50% от короните. Наблюдава се съхнене на младите иглици и клонките, започващо от върха на летораслите, причинено от *D. sapinea*. По двегодишните иглици са наблюдавани сериозни повреди и симптоми на заболяването „червени петна по иглиците“, причинено от силноповреждащия инвазивен патоген – *Dothistroma septosporum* (Dorogin) Morelet. Короните на дърветата са силно изредени поради комплексното въздействие на двата патогена.

В пробните площи в Югозападна България (ПП Петрич, Сандански и Гоце Делчев), както и в най-източните части на страната (ПП Бургас), патогенът *D. sapinea* е засегнал дървета в средна степен на повреда, като короните са с обезлистване между 40 и 60%. Рядко се наблюдават съхнещи и напълно сухи дървета. В короните на дърветата се наблюдава съхнене на най-младите иглици, едногодишните леторасли и шишарки. Отчетено е и посиняване на дървесината в местата на инфекцията.

Наблюденията за наличие на плодни тела върху опадали шишарки е лесен способ за диагностициране наличието на инфекция с *D. sapinea* (фиг. 2в). Поради тази причина, от всички изследвани пробни площи са събрани шишарки за извършване на лабораторни изследвания (Фиг. 2 в). От направените опити за изолация на мицел върху воден агар, успешни изолации са извършени само при 5% от заложените проби, което показва, че изолациите директно от плодни тела от шишаркови люспи е трудно, съпроводено е с висок процент на замърсяване с други патогени, намиращи се епифитно върху шишарките. За разлика от този метод, всички опити за изолиране на мицелни култури от инфектираните леторасли са успешни. Първоначално развилия се мицел е със светлосив цвят на третия ден, а след седем дни придобива тъмносив цвят (Фиг. 2 г). На 14-я ден след поставянето им, върху тях е отчетена поява на светли плодни тела с размери 1-2 mm и наличие на елиптични, едноклетъчни конидиоспори в тях, кафеникаво оцветени, с размери 26-32 x 10-16 μm .

ДИСКУСИЯ

Dilodia sapinea е слаб паразит, който се развива предимно в тъкани с високо съдържание на хранителни вещества, като мезофил, камбий и флоем на отслабени от абиотични и биотични фактори дървета (Capretti et al., 2013). В България биологията и екологичните изисквания на *D. sapinea* са изследвани от Петков върху инфектирани дървета от черен бор (1990, 1992, 2000).

Най-често плодните тела на гъбата – пикнидии, се формират в основата на мъртвите иглици и люспи на двегодишни шишарки. При влажни условия пикнидиите освобождават голямо количество елипсовидни, безцветни на първо време конидии, а по-късно те добиват тъмнокафяв цвят и една, рядко две септи. Узря-

ването на плодните тела и освобождаването на конидиите настъпва през втората половина на април и продължават до края на май - началото на юни, което съвпада с периода на формиране на нови леторасли на дърветата (Петков, 1992). Разпространението на конидиите се осъществява чрез вятър, дъждовни капки или транспортиране на заразени растителни части. От заразените дървета, където патогенът постига репродукцията си, инфекцията достига до нови дървета и постепенно се разпространява до съседните насаждения.

Наблюдаваните напоследък силно разпространение и развитие на сериозни повреди, причинени от *D. sapinea*, се разви сравнително бързо – за период от пет години, вследствие на продължителните периоди без дъждове през вегетационните сезони на 2012-2013 г., причиняващи щети на близо 20 000 ha иглолистни насаждения. Настъпилото засушаване е довело до понижаване нивата на почвената влага и е създавало воден стрес в боровите насаждения, нарушавайки физиологичните процеси в тях. Дърветата също са отговорили на настъпилия стрес, като са намалили растежните показатели. Наблюдава се силно опадване на иглиците и формиране на необичайно висок брой шишарки. Първите симптоми на дървета, изпитали стрес в района на РДГ Кърджали са отчетени още през есента на 2013 г. (Добрева и др., 2016), като най-сериозни повреди от патогена *D. sapinea* са наблюдавани в периода 2014-2017 г.

Благоприятни условия на околната среда за масовото разпространение на болестта могат да бъдат намерени в места с висока влажност на въздуха - в близост до езера и потоци, затворени долини с обикновени мъгли (Петков, 1992). Тези условия на влага влияят върху растежа на леторастите и младите иглици, но също така благоприятстват растежа на плодните тела, освобождаването и покълването на конидиите, които увеличават възможността за заразяване на дърветата (Capretti et al., 2013). Температурата е друг важен фактор за околната среда, засягащ покълването на спорите. Конидиите на *D. sapinea* могат да се възпроизведат при широк температурен диапазон от 6 °C до 36 °C, най-благоприятни при 26-27 °C.

Патогенът *D. sapinea* се развива ендифитно и е смятан за слаб паразит, но при наличие на специфични условия е способен да колонизира в тъканите на стресирани, отслабени, наранени или умиращи дървета. В България, започналото наскоро увеличаване на териториите на засегнатите от този патоген насаждения, е резултат от настъпилите благоприятни условия - чувствителни и отслабнали гостоприемници и подходящи фактори на околната среда, които са допринесли за силното разпространение и повишаване на патогенността му. След като за първи път е установена инфекцията през 1989 г., площите на заразените борови дървета се увеличават през годините с различна интензивност в зависимост от специфичните условия на околната среда. *D. sapinea* е силно свързана с шишарките (Munck, Stanosz 2010), върху които може да съществува дълъг период от време, дори няколко десетилетия върху загиналите органи (Santini et al., 2008). Инфекцията на шишарките е специфично приспособяване на патогена, свързано

с неговото разпространение върху съседни територии (Munck et al., 2009).

Подходящите лесовъдски мероприятия, като навременно отглеждане на насажденията, могат да повлияят благоприятно здравния им статус и тяхното оцеляване. В силно инфектираните насаждения се препоръчва извеждането на санитарна сеч, като дърветата, които са източник на инфекцията трябва да бъдат премахнати. Кастренето на дърветата е препоръчително да се извършва в периоди, които са неблагоприятни за появата на инфекцията. В горските разсадници се препоръчва да се прилагат мед съдържащи фунгициди през периода на разпространение на спорите, премахване и изгаряне на заразените растения.

Високите нива на патогенната активност на *D. sapinea* най-вероятно ще продължат да увреждат все по-големи площи от боровите насаждения в страната, ако условията на околната среда не се подобрят и не намалеят негативните въздействия от абиотични и биотични стресови фактори. Силното разпространение на патогена допринася за физиологичното отслабване на борови дървета, които стават по-податливи на нападение от агресивни ксилофаги и други гъбни патогени.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено с финансовата подкрепа на проект „Проучване на патогенността на комплекса от гъбни патогени, причиняващи повреди върху видове от род *Pinus* в Южна България, Договор ДФНП № 17-157/02.08.2017 г., финансиран по Програма за подпомагане на млади учени и докторанти на БАН – 2017 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Добрева, М., М. Георгиева, П. Дерменджиев, Р. Начев, В. Велинов, П. Терзиев, Г. Георгиев. 2017. Гъбни патогени по видове от род *Pinus* в района на Лесозащитна станция Пловдив през периода 2013-2016 г. Наука за гората, 16 (1), 103-116.
- Петков, П. 1990. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyco & Sutton – нова гъба, причиняваща повреди по черния бор (*Pinus nigra* Arn.). Горско стопанство, 10, 28-29.
- Петков, П. 1992. Въздействие на метеорологичните условия върху периода на покълване на спорите *Sphaeropsis sapinea* в България. В Сб.: Национална научна конференция по лесозащита, София, 25-30.
- Петков, П. 2000. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyco et Sutton и *Dothistroma pini* Hulbary по черния бор в България, Наука за гората, 2/3, 105-109.
- Роснев, Б., П. Петков. 1986. Патологични причини за влошаване на здравословното състояние на някои иглолистни култури в България. Горскостопанска наука, 3, 74-81.
- Роснев, Б., П. Петков, М. Георгиева. 2008. Мониторинг върху здравословното състояние на култури от черен бор (*Pinus nigra* Arn.) в Средна и Източна Стара планина. Наука за гората, 2, 3-14.
- Capretti, P, Santini, A, Solheim H. 2013. Branch and tip blight. In: Gonthier P. and Nicolotti G. (eds.) Infectious Forest Diseases, CAB International, 420-435.
- Eichhorn, J., Roskams P., Ferretti M., Mues V., Szepesi A., Durrant D. 2010. Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. 49 pp. Manual Part IV. In: Manual on methods and

- criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg.
- Eldridge, K.G. 1961. Significance of *Diplodia pinea* in plantations. *Review of Applied Mycology* 41: 339.
- Gibbs, J. 1984. *Brunchorstia* dieback in Europe. - In: Manion D.P. (ed.), *Proceedings of an International Symposium on Scleroderris Canker of Conifers*, Syracuse, USA, June 21–24, 1983. Martinus Nijhoff/ Dr.W. Junk Publishers, Hague, Netherlands, p. 32–41.
- Munck, I. A., Stanosz, G. R. 2010. Longevity of inoculum production by *Diplodia pinea* on red pine cones. *Forest Pathology*, 40, 58-63.
- Munck, I. A., Smith, D. R., Sickley, T., Stanosz, G. R. 2009. Site-related influences on cone-borne inoculum and asymptomatic persistence of *Diplodia* shoot blight fungi on or in mature red pines. *Forest Ecology and Management*, 257, 812-819.
- Sameva, E., Bakalova, G., Borisova, T. 2009. New data of anamorphic fungi on arboreal species in Vrana park, *Forestry ideas*, 1(37), 153-159.
- Santini, A., Pepori, A., Ghelardini, L., Capretti, P. 2008. Persistence of some pine pathogens in coarse woody debris and cones in a *Pinus pinea* forest. *Forest Ecology and Management*, 256, 502-506.
- Smith, H, Wingfield M.J., Crous P.W., Coutinho T.A. 1996. *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea endophytic* in *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. in South Africa. *South African Journal of Botany*, 62: 86-88.

DISTRIBUTION OF THE INVASIVE PATHOGEN *DIPLODIA SAPINEA* ON *PINUS* SPP. IN BULGARIA

Sianna Hlebarska*, Margarita Georgieva

Forest Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

SUMMARY

One of most important invasive pathogen *Diplodia sapinea* was established as a pine shoot disease agent on *Pinus* spp. in Bulgaria. In the period 2016-2018, it was investigated that *D. sapinea* is a widely distributed conifer pathogen in the country. One of the reasons of this aggressive spread was the consequence of the climate change and physiological stressors like drought, nutrient deficiency and hail damage that are the main factors for successful infection by *D. sapinea*. In 2017-2018, the occurrence of the pathogen was investigated on 680 *Pinus nigra* and 120 *P. sylvestris* trees in 20 permanent sampling plots established in South Bulgaria. Assessment of crown condition – defoliation and discoloration on sample trees was done. The fungus was detected on all visually infected needles, cones, shoots, seeds, buds and stems. The main insect species that were established as vectors of the pathogen were the bark beetles, which help the fungus to spread over long distances. In addition to shoot and needle disease, the pathogen caused stem canker, collar rot and sap stain, cones and seeds.

Keywords: *Diplodia sapinea*, shoot blight disease, distribution, *Pinus* spp.

*sianna_hlebarska@abv.bg