

<https://doi.org/10.61308/GHGO4559>

Видов състав на причинителите на кореново и базично гниене по хидропонно отглеждани краставици в България

Иво Янашков*, Георги Пренгов, Ценко Въчев

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкарров”, отдел “Защита на растенията”, Костинброд, 2230, ул. „Панайот Волов” № 35, Селскостопанска академия, София, България

*E-mail: yanashkov@abv.bg

Резюме: Оранжерийните краставици, култивирани в хидропонни системи (каменна вата) са обект на нападение от гъбоподобни и гъбни причинители на кореново и базично гниене. В най-ранни фенофази болестта се развива под формата на „сечене” на разсада, а по-късно като гниене по корените и кореновата шийка, и светлокафяво оцветяване на проводящата система в основата на стъблата. Болните растения загиват най-често по време на плододаването. Резултатите от проведеното изследване показват, че сред най-широко разпространените патогени по хидропонно отглеждани краставици у нас са представители на род *Pythium* – 82% от фитопатогените, изолирани от симптомни краставични растения, отглеждани хидропонно върху каменна вата. Сред изолатите от този род преобладава група G на *Pythium* spp., съставляваща 55.0% от общия брой патогенни изолати, получени при обследване на производствени оранжерии в страната. Останалите изолати от род *Pythium* се отнасят към група F (5.6%), видовете *P. Ultimum* (13.5%) и *P. Aphanidermatum* (7.9%). Като причинител на гниене по корените и базите на краставичните растения е установен и видът *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Изолатите от този вид съставляват 18.0% от общия брой идентифицирани фитопатогени. Установените видове заразяват растенията самостоятелно или съвместно, като причиняват значителни икономически загуби при производството на оранжерийно отглеждани краставици.

Ключови думи: оранжерийни краставици; безпочвена система; каменна вата; коренови патогени; кореново и базично гниене

Species composition of root and basal rot pathogens of hydroponically grown cucumbers in Bulgaria

Ivo Yanashkov*, Georgi Prengov, Tzenko Vatchev

Institute of Soil Science, Agro-Technology and Plant Protection “Nikola Pushkarov”, Plant Protection Division, Department of Plant Protection, Kostinbrod, Agricultural academy, Sofia, Bulgaria

*E-mail: yanashkov@abv.bg

Citation: Yanashkov, I., Prengov, G., & Vatchev, Tz. (2024). Species composition of root and basal rot pathogens of hydroponically grown cucumbers in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(6) 73-83 (Bg).

Abstract: Various fungal and fungal-like pathogens cause crown and root rot of greenhouse cucumbers grown hydroponically in rockwool. The disease first appears as pre- and post-emergence damping-off and death of cucumber seedlings. Later in the season, the infection causes root and basal rot and pale-brown vascular discoloration in lower stems of older plants. Diseased plants wilt and prematurely die during the fruiting period. The results of the study showed that *Pythium* spp., were the most predominant plant pathogens, accounting for 82% of the pathogenic isolates obtained from symptomatic cucumber plants commercially grown in rockwool hydroponic systems. Among these, group G of *Pythium* spp. predominated, constituting 55.0% of the total

number of pathogenic isolates obtained during the survey of production greenhouses in the country. The remaining isolates of the genus *Pythium* belonged to group F (5.6%) or were identified as *P. Ultimum* (13.5%) and *P. Aphanidermatum* (7.9%). *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (FORC) has also been identified as the cause of root and basal stem rot of cucumber plants. The isolates of this species constituted 18.0% of the total number of identified plant pathogens. The established pathogens infected plants either individually or in combinations, causing significant economic losses in greenhouse cucumber production.

Keywords: greenhouse cucumbers; soilless culture; rockwool; root pathogens; root and basal rot

ВЪВЕДЕНИЕ

Гниенето по корените и базите на хидропонно отглеждани оранжерийни краставици в каменна вата се причинява от редица фитопатогенни видове, най-често представители на род *Pythium* (Vallance et al., 2011). Според van der Gaag & Wever (2005) каменната вата (rockwool) е сред най-кондусивните (благоприятни) за развитието на *Pythium* spp. субстрати за отглеждане на краставици. Сред най-разпространените причинители на болестта в хидропонните системи за оранжерийно производство на краставици е видът *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (Paulitz et al., 1992), включително при култивиране на растенията в каменна вата (Moulin et al., 1994; Mc Cullagh et al., 1996; Postma et al., 2001, 2005, 2009; Asran & Abd-Elsalam, 2020). Друг патоген от същия род е *Pythium ultimum* Trow, който по литературни данни е масово разпространен причинител на кореново и базично гниене по оранжерийни краставици, отглеждани в каменна вата (Cherif & Belanger, 1992; Sutton et al., 2006; Amaradasa et al., 2024). Sutton et al. (2006) съобщават и *Pythium dissotocum* Drechsler, като причинител на заболяването при култивиране на растения в каменна вата. Патогенният вид *Pythium intermedium* de Bary е установен първоначално по хидропонно отглеждани краставици в каменна вата от Stanghellini et al. (1988), а по-късно е съобщаван и по други култури от Moulin et al. (1994), Menzies et al. (1998; 2005), Sutton et al. (2006) и др. Menzies et al. (2005) и Punja et al. (2019) изолират патогенни за културата форми на *P. aphanidermatum*

и *Pythium irregulare* Buisman от безсимптомни корени на краставици в каменна вата. Като един от основните причинители на питийно кореново и базично гниене се посочва още видът *Pythium sylvaticum* (Favrin et al., 1988; Moulin et al., 1994; Punja et al., 2019). По-рядко съобщаван по краставици и други култури, отглеждани в безпочвени, хидропонни системи е видът *Pythium spinosum* Sawada (Gull et al., 2004). Сред най-агресивните видове *Pythium* spp., атакуващи краставичния разсад в каменна вата Herrero et al. (2003) съобщават широк кръг патогенни видове, сред които *P. aquatile* Höhnk, *P. coloratum* Vaartaja, *P. intermedium* de Bary, *P. mamillatum* Meurs, *P. middletonii* Sparrow, *P. paroecandrum* Drechler и др., но не откриват наличие на инфекция от *Phytophthora* spp. по корени и бази на краставици в каменна вата. По хидропонни краставици и други културни растения са установени редица хетероталични *Pythium* spp. (Gull et al., 2004), които формират изобилни зооспорангии без органи за полово размножаване – антериидии, оогонии и ооспори (Moulin et al., 1994; McCullagh et al., 1996; Zhao, 2000; Sutton et al., 2006). Тези патогени често не се определят до вид, а се групират в зависимост от формата на образуваните зооспорангии. По краставиците, отглеждани в каменна вата са съобщени *Pythium* sp. група F, формирани нишковидни (филаментозни) зооспорангии (Rafin & Tirilly, 1995; Sutton et al., 2006), *Pythium* sp. група G с кръгли (глобуларни) или с удължена форма, непролифериращи зооспорангии (Menzies et al., 2005), *Pythium* sp. Група SH, представителите на която образуват хифни подутини, наподобяващи зооспорангии,

но без зооспори в тях (van der Plaats-Niterink, 1981; Gull et al., 2004).

Наред с *Pythium* spp., като причинители на кореново и базично гниене по хидропонно отглеждани краставици се съобщават гъбоподобни видове от род *Phytophthora* (Thinggaard & Middelboe, 1989; Rafin & Tirilly, 1995; Rivas-García et al., 2020), отнасящи се към същото семейство *Pythiaceae* (раздел *Pythiales*, клас *Oomycetes*). Herrero et al. (2008) изолират *Phytophthora capsici* Leonian от оранжерийни краставици, отглеждани в каменна вата с прояви на кореново гниене. Като причинител на сечене по разсад – краставици, същият вид е обект на изследване, провеждано от Tran (2007). Представителите на двата рода *Pythium* и *Phytophthora* се разглеждат като организми, добре адаптирани към воден начин на живот, поради което се счита, че намират благоприятни условия за развитие в хидропонните системи, в т.ч. и в каменна вата (Postma et al., 2001; Postma et al., 2009; Vallance et al., 2011). В сравнение с род *Pythium*, обаче съобщенията в научната литература, отнасящи се до *Phytophthora* spp. по краставици, отглеждани в каменна вата са значително по-малобройни. Опити на Herrero et al. (2003) да изолират патогени от този род от хидропонно отглеждани растения не дават резултат.

Сред същинските гъбни патогени, причиняващи кореново и базично гниене, и преждевременно загиване на краставичните растения, отглеждани хидропонно, в т.ч. и в каменна вата е видът *Fusarium oxysporum* Schlechtend: Fr. f. sp. *radicis-cucumerinum* Vakalounakis (Punja & Parker, 2000; Chatterton et al., 2008; Zhou et al., 2017). Заболяването, причинявано при самостоятелно нападение от този вид е известно като Фузариинно кореново и стъблено гниене по краставици и други видове от сем. *Cucurbitaceae* (Vatchev, 2007; 2015). В хидропонните системи патогенът се среща самостоятелно или в смесени инфекции с видове от род *Pythium* (Rose et al., 2004; Punja et al., 2019). Paulitz (1997) приема, че оомицетни патогени (*Pythium* и *Phytophthora*) формират

комплекси с по-широк кръг гъбни патогени, като *Rhizoctonia* spp. и *Verticillium* spp., атакувайки съвместно растенията, отглеждани в безпочвени хидропонни системи.

От прегледа на литературните източници е видно, че независимо от възможностите, които контролираните условия на хидропонното производство предлагат, култивиранията растения от оранжерийни краставици в каменна вата са обект на нападение от коренови гъбоподобни и гъбни патогени. Целта на настоящото изследване беше да се актуализират наличните данни относно видовия състав и да се установи разпространението на гъбоподобни и гъбни патогени по хидропонно отглеждани краставици в България.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Време и обекти на обследване

Изследването беше проведено в периода от 2004 г. до 2023 г. За проучване на видовия състав и разпространението на гъбоподобни и гъбни патогени по хидропонно отглеждани краставици в каменна вата бяха обследвани производствени оранжерии в районите на с. Зверино, обл. Враца; гр. Петрич; гр. Симитли; гр. Стрелча и с. Трудовец, обл. София.

Обследване и събиране на проби от растения

За констатиране на евентуални патологични изменения по култивиранията краставични растения, бяха провеждани обходи по дължината на всеки отделен шед на съответния оранжерийен блок. Отчитано беше наличието и отбелязвано местоположението на увяхващи, трайно увехнали и загиващи краставични растения, често с видими прояви на гниене в основата на стъблото. Част от болните растения, а така също отделни безсимптомни, видимо здрави растения, бяха внимателно изваждани от каменната вата с по-голямата част от кореновата им система. Събраните растения бяха поставяни в самостоятелни, надписани полиетиленови пликкове и транс-

портирани до лаборатория. Така събраните растителни проби бяха съхранявани кратко-трайно в хладилник при температура 4°C или анализирани веднага.

Симптоми на заболяване.

Симптомите, формирани по болни растения на терен и по събраните растителни проби бяха надлежно описвани. Отбелязвани бяха прояви на гниене в основата на стъблата и корените на растенията, промени в оцветяването, мацерация на нападателните тъкани и реакции – увяхване и изсъхване по стъблата и листната маса. За индуциране на развитието на вероятен гъбен или гъбоподобен причинител, части от основата на стъблата и корените на нападнати краставични растения бяха повърхностно промивани с чешмяна вода и поставяни на влажна камера за 24 часа при 26 °C на тъмно. Влажната камера се състоеше от стерилизирано Петриево блюдо с два листа стерилизирана, мокра филтърна хартия (Sinclair & Dhingra, 1995).

Изолиране и идентифициране на гъбни и гъбоподобни организми.

Тъкани от корените и стъблата на видимо болни и безсимптомни растения бяха промивани на чешмяна вода за 2 часа и повърхностно стерилизирани за 1-2 минути в 0.1% натриев хипохлорид (NaClO), след което потапяни за кратко в стерилна дестилирана вода. След подсушаване със стерилизирана филтърна хартия, от зоните между видимо болни и здрави тъкани бяха изрязвани малки късчета (до 2 mm) и поставяни върху овесен агар (ОА) в Петриеви блюда (90 mm). Следваше инкубиране при 26°C на тъмно за 7-10 дни и периодично проследяване на развитието на гъбен мицел в блюдата. Формираните гъбни колонии бяха прехвърляни поотделно върху стерилни агарови среди и инкубирани по идентичен начин. Получените чисти гъбни изолати бяха съхранявани върху ОА в епруветки при 4-5°C в хладилник (Gams et al., 1975; Mehrotra & Aggarwal, 2003).

Идентификацията на всички получени изолати беше направена на база на културалните и морфологични особености при развитие на патогените върху ОА или КДА. Видовете от род *Pythium* бяха идентифицирани, чрез подготвяне на водни култури на изолатите. Методът включваше изрязване на агарови блокчета (5 mm в диаметър) от чиста култура на съответния изолат върху овесен агар и поставяне в Петриеви блюда със стерилна дестилирана вода и листа на житна трева, нарязани на части с дължина 2.5 - 3 cm. Листата бяха предварително стерилизирани чрез варене в дестилирана вода за 10 min. Подготвените по този начин блюда бяха инкубирани при лабораторни условия (20°C за 24 - 48 часа), след което се наблюдаваше под светлинен микроскоп за образуване на характерните структури на *Pythium* spp. – спорангии, антеридии, оогонии и ооспори (Ilieva et al., 1995; Yanashkov, 2018). Груповата принадлежност на изолатите от род *Pythium* беше определяна на базата на морфологични особености – форма на зооспорангиите, в съответствие с критерии, описани от van der Plaats-Niterink (1981). За наблюдения на получените изолати бяха изготвяни микроскопски препарати. Наблюденията бяха извършвани посредством микроскоп Olympus BX60F5 с увеличение x 800. Изолираните гъби и гъбоподобни оомицети бяха идентифицирани на базата на морфологични характеристики на мицела и репродуктивните структури, описани в следните определители и публикувани: Booth (1971, 1977), Nelson et al. (1983), Marasas et al. (1984), Ellis & Ellis (1997) и Leslie & Summerell (2006) за *F. oxysporum*; Vakalounakis (1996) и Vakalounakis & Chalkias (2004) за *F. oxysporum* f. sp. *radiciscucumerinum*; Kröber (1985), Waterhouse (1968) и Rai et al. (2020) за *Pythium* spp.

Патогенитет на изолираните гъби и гъбоподобни организми.

Способността на получените изолати да причиняват заболяване беше изпитана върху дългоплодни краставици, същия сорт, от който бяха изолирани – Бон Канале (Rijk Zwaden,

Нидерландия). За целта стандартни, неизползвани матраци от каменна вата (100 x 20 x 10 cm, съответно дължина x ширина x височина) бяха разполагани върху бетонен плот в експериментална стъклена оранжерия в отдел „Защита на растенията“. За култивиране на растенията в тях бяха прилагани стандартни процедури по отглеждане на краставични растения („Росела“ ЕООД). След насищане на матраците до 100% влагоемност с предварително подготвен хранителен разтвор („Росела“ ЕООД) за 48 часа, по едно краставично семе беше посявано в каменната вата на местата, обозначени с фабрични отвори в полиетилен, покриващ безпочвения субстрат. Растенията бяха отглеждани до фаза втори същински лист и инокулирани с патоген. Чисти култури на представителни изолати от *Pythium* spp. И *Fusarium oxysporum* бяха култивирани, съответно за пет и седем дни върху ОА в 90 mm Петриеви блюда при 26 °C в термостат. Когато културите изпълваха блюдата в към всяко блюдо бяха добавяни по 50 ml стерилна дестилирана вода. С помощта на стерилен скалпел колонията на съответния изолат беше внимателно изстъргвана от повърхността на хранителната среда и размесвана до получаване на хомогенна мицелно-спорова суспензия. Съдържанието на едно блюдо беше внасяно в каменната вата около основата на стъблото и корените на едно от опитните растения. По този начин бяха инокулирани по три растения за всеки изпитван изолат. За контрола служеха краставични растения, полети с 50 ml чиста вода. Инокулираните и неинокулирани растения бяха отглеждани в продължение на 30 дни, като ежедневно се следеше за прояви на заболяване и други патологични изменения по тях.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Симптоми на заболяване.

Първият видим симптом на изследваното заболяване по оранжерийни краставици, отглеждани в каменна вата беше временно

увяхване на засегнатите растения през горещата част на деня. Първоначално растенията се възстановяваха след надлежно засенчване на оранжерията и/или със залеза на слънцето. Много скоро обаче, такива растения показваха симптоми на трайно, необратимо увяхване, изсъхваха и загиваха. При преглед на корените, кореновата шийка и основата на стъблото се установяваше гниене, което първоначално започваше като отделни некротични петна и сектори, след което – по трайно увехналите и загиващи растения, обхващаше по-голямата част от корените или цялата коренова система, както и базите на симптомните растения (Фигура 1). Така наблюдаваните от нас симптоми съответстваха напълно на публикувани в научната литература описания на кореново и базично гниене по краставици в каменна вата (Cherif & Belanger, 1992; Sutton et al., 2006; Postma et al., 2009). Друга характерна особеност за симптоматиката на болните растения бе, че по корените, разположени по повърхността на каменната вата, както и по част от тези във вътрешността на субстрата често се наблюдаваше керемидено червено оцветяване.

По растения в разсадна фаза беше наблюдавана проява на меко гниене, водещо до пре-



Фигура 1. Кореново и базично гниене по оранжерийни краставици с причинител *Pythium* spp.

Figure 1. Root and lower stem rot on greenhouse cucumbers caused by *Pythium* spp.

чупване на стъблото и загиване на растението. Повредата наподобяваше характерното „сечене” на разсада. Последващият фитопатологичен анализ установи присъствие на *Fusarium oxysporum* в повредените и мацерирани тъкани. Тази нетипична проява - „сечене” високо на стъблото, може да се обясни с по-ранно заразяване, вероятно в основата на стъблото, последвано от бърз растеж на растението (Фигура 2).



Фигура 2. Кореново и базично гниене по оранжерийни краставици с причинител *Fusarium oxysporum*

Figure 2. Root and lower stem rot on greenhouse cucumbers caused by *Fusarium oxysporum*

Изолиране и идентифициране на гъбни и гъбоподобни организми.

При проведените фитопатологични (микробиологични) анализи на тъкани от корените и основата на видимо болни краставични растения с прояви на увяхване, кореново и базично гниене бяха получени общо 89 изолата на гъби (с нишковиден, многоклетъчен, септиран мицел) и гъбоподобни организми (с едноклетъчен, несептиран мицел). Седемдесет и три от получените изолати бяха отнесени към род *Pythium*, група G (55.0 %), 5 към група F (5.6 %), 12 към вид *P. ultimum* (13.5 %), 7 към вид *P. Aphanidermatum* (7.9%), а останалите 16 (18.0 %) към вид *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Таблица 1). Всички изолирани представители на вида *F. oxysporum* бяха изолирани от една производствена оранжерия в Страната, тази в гр. Симитли.

Изолатите от род *Pythium* Pringshem, сем. *Pythiaceae*, клас *Oomycota* образуваха колонии от плътен, въздушен, памуковиден мицел, който слягаше по характерен начин върху повърхността на хранителната среда. Микроскопски наблюдения на биологичен материал от агарови и водни култури на част от получените изолати разкриваха наличие на закръглени или нишковидни зооспорангии. Не беше наблюдавано формиране на органи за полово размножаване – антеридии, оогонии и ооспори, което показва, че тази част от получените изолати от корени и бази на хи-

Таблица 1. Структура на видовия състав на установени патогенни видове по хидропонно отглеждани оранжерийни краставици в България

Table 1. Community structure of fungal and fungal-like pathogens on hydroponically grown greenhouse cucumbers in Bulgaria

№	Вид патоген/ Pathogenic species	Брой получени изолати/ Number of isolates obtained	% получени изолати от съответния род/ % of isolates assigned to the respective genus	% от общия брой получени изолати/ % of the total number of isolates
1	<i>P. aphanidermatum</i>	7	9.6	7.9
2	<i>P. ultimum</i>	12	16.4	13.5
3	<i>Pythium</i> spp. Group F	5	6.9	5.6
4	<i>Pythium</i> spp. Group G	49	67.1	55.0
5	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-cucumerinum</i>	16	100	18.0

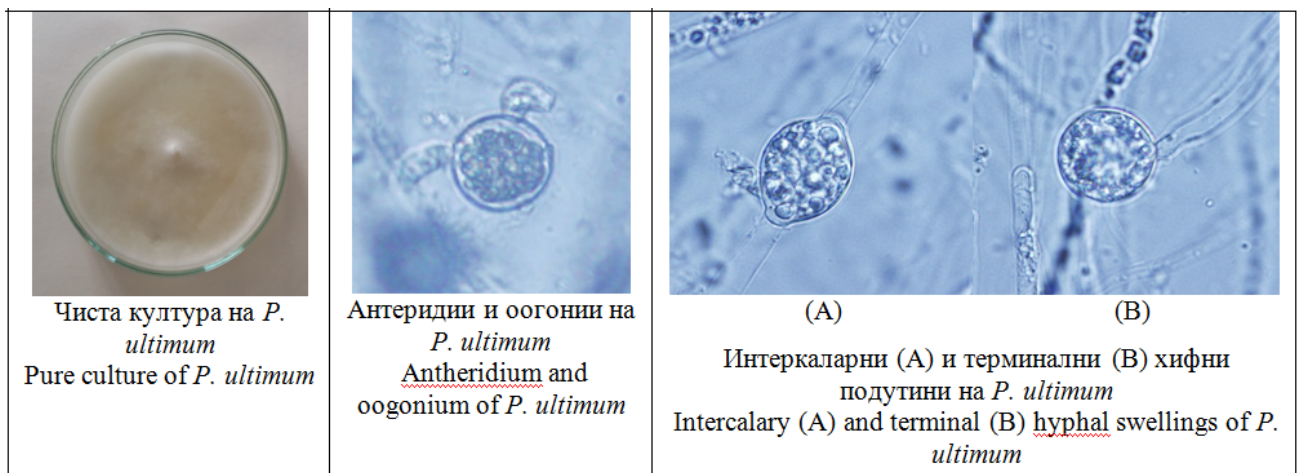
дропонно отглеждани краставици са хомоталични. В съответствие с критериите на vander Plaats-Niterink (1981) тези наши изолати бяха определени като отнасящи се към група G (globular) или Group F (filamentous) на *Pythium* spp. Считаме, че фактическата невъзможност за по-конкретна таксономична идентификация (до вид) на тази част от представителите на род *Pythium* в настоящото изследване и други научни изследвания (Sutton et al., 2006) не би могла да повлияе негативно върху производствената практика. Борбата с този род патогени обикновено се осъществява с използване на едни и същи методи, и чрез прилагане на идентични средства, независимо от видовата и групова принадлежност на причинителя или причинителите (Asranand Abd-Elsalam, 2020; Rai et al., 2020).

Изолатите от вид *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp формираха предимно терминални, по-рядко интеркаларни, издути спорангии. При стайна температура се образуваха зооспори. Оогонии и антеридии се формираха изобилно както върху агарови среди, така и във водни култури. Оогониите бяха терминални, кълбовидни, гладки, 15-31 μm в диаметър. Образуваха се цилиндрични до закръглени, терминални или интеркаларни, раздвоени или единични антеридии с диаметър 10-17 μm . Антеридиалните клетки бяха широко

прикрепени към оогониума. Образуваните ооспори бяха кълбовидни, гладки и аплеротични, 12-26 μm в диаметър.

Изолатите от вид *P. ultimum* Trow образуваха кръгли хифни подутини, най-често интеркаларни, с диаметър 15-26 μm . Върху агарови хранителни среди се формираха закръглени или бъчвовидни, терминални или интеркаларни спорангии, с размери 13-25 μm . Те прорастаха с кълн, без освобождаване на зооспори. Този вид е хомоталичен. При подготвяне на водни култури на изолатите се формираха сферични, най-често терминални оогонии с гладка повърхност и диаметър 17-25 μm . Образуваните антеридии бяха издути, извити, възникваха под оогония и го докосваха с остър връх. Формираните след полов процес ооспори бяха сферични, гладки и аплеротични, с диаметър 16-20 μm (Фигура 3).

При развитие на агарови хранителни среди изолатите от вид *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen, сем. *Nectriaceae*, клас *Sordariomycetes* образуваха първоначално бял въздушен мицел, който с времето се уплътняваше и върху колонията се формираха типични зърнести структури (1-2 mm). Развити върху ОА изолатите от този вид оцветяваха средата в розово-оранжево или бледо розово-червено, по-рядко до виолетово. Гъбите продуцираха многоброй-



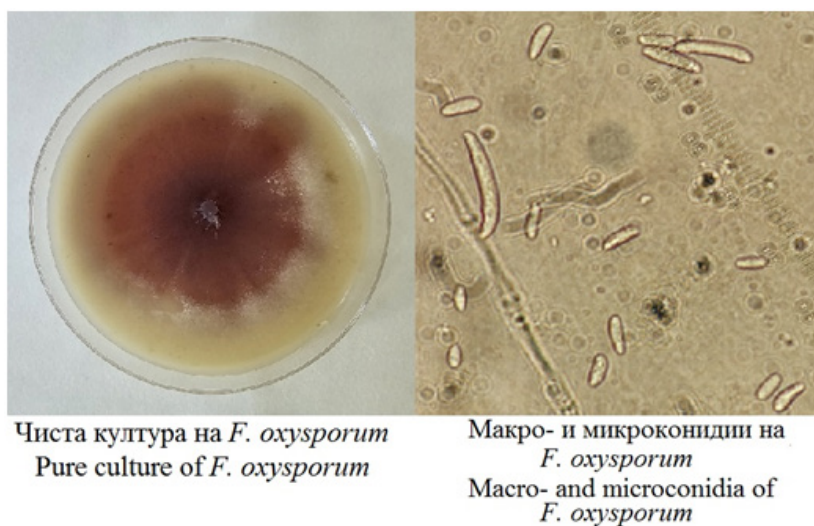
Фигура 3. Патогенен изолат на *Pythiumultimum*
 Figure 3. Pathogenic isolate of *Pythiumultimum*

ни хиалинни, едноклетъчни или двуклетъчни, овално-елипсоидни или цилиндрични, прави или извити микроконидии (1.6-3.1 μm x 5.1-9.3 μm). Макроконидии (4.0-5.1 μm x 34.3-56.3 μm) се формираха върху сравнително къси разклонения на въздушния мицел. Тези спори бяха безцветни, прави или сърповидно извити, равномерно стеснени в краищата. Върхната клетка не беше удължена, а основната се оформяше като т.нар. „краче“. Терминално или интеркаларно се образуваха гладки или грапави, безцветни хламидоспори с размери от 3.6 до 7.5 μm в диаметър, съответно в края или в клетките по дължината на хифите на мицела (Фигура 4). Наблюдаваните културални и морфологични особености на нашите изолати съответстваха на характеристиките на вида, представени от Marasas et al. (1984) и Leslie & Summerell (2006). Съдейки по културалните характеристики на изолатите от *Fusarium oxysporum* и на базата на проявите на заболяване – кореново, базично и стъблено гниене, които предизвикват, считаме, че се касае за f. sp. *radicis-cucumerinum* Vakalounakis на патогена. Същата е описана първоначално от Vakalounakis (1996), а по-късно от Punja & Parker (2000), Cercauskas et al. (2001), Vakalounakis & Chalkias (2004). В България, специализирана форма *radicis-*

cucumerinum на *F. Oxysporum* е съобщена за първи път от Vatchev (2007) по оранжерийни краставици, отглеждани в почва и компостиранни бали слама. Патогенът и причиняването от него Фузарийно кореново и стъблено гниене са масово разпространени по краставици и други култури от сем. *Cucurbitaceae*, отглеждани в геопонни оранжерии и на открито (Vatchev, 2015).

Патогенитет на изолираните гъби и гъбоподобни организми.

В проведените тест за патогенност с двата установени таксона, проявите на заболяване бяха установявани между осемнадесетия и тридесетия ден след инокулирането. Всички краставични растения, инокулирани с представителните изолати на *Pythium* spp. или *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* проявяваха силно изразено базично гниене в основата на стъблата и сравнително по-слабо кореново гниене. С поява и развитие на повредите по базите и корените, опитните растения увяхваха и по-голяма част от тях загинаха. Като цяло, наблюдаваните симптоми съответстваха на наблюдаваните по културата при производствени условия. От нападнатите части на растенията с проявена симптоматика бяха изолирани *Pythium* spp. или *F. Oxysporum*



Чиста култура на *F. oxysporum*
Pure culture of *F. oxysporum*

Макро- и микроконидии на
F. oxysporum
Macro- and microconidia of
F. oxysporum

Фигура 4. Патогенен изолат на *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*
Figure 4. Pathogenic isolate of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*

f. sp. *radicis-cucumerinum*, идентични на съответните изолати, използвани за инокулиране, с което бяха спазени постулатите на Кох за установяване на етиологията на заболяванията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите, представени в настоящата публикация показват, че гъбоподобни и гъбни организми – *Pythium* spp. и *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, нападат корените и базите на хидропонно отглеждани краставици в България. Разпространението на патогените е повсеместно в обследваните производствени оранжерии в страната. Отделните видове атакуват краставичните растения самостоятелно или съвместно. Предвид потенциалните загуби, вследствие на причиняваните заболявания по растенията е необходимо разработване на ефективни методи за контрол на вредата и повишаване на количеството и качеството на добивите от хидропонно отглеждани краставици.

ЛИТЕРАТУРА

- Amaradasa, B. S., Mei, C., He, Y., Chretien, R. L., Doss, M., Durham, T., & Lowman, S.** (2024). Biocontrol potential of endophytic *Pseudomonas* strain IALR1619 against two *Pythium* species in cucumber and hydroponic lettuce. *Plos one*, 19(2), e0298514.
- Asran, A. & Abd-Elsalam, K. A.** (2020). Top Three Plant Pathogenic *Pythium* Species. In: Rai, M., Abd-Elsalam, K.A., Ingle, A.P., (eds.) *Pythium: Diagnosis, Diseases and Management*. CRC Press, pp. 77-91.
- Booth, C.** (1971). The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Booth, C.** (1977). *Fusarium e Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Cercauskas, R. F., Brown, J., & Ferguson, G.** (2001). First report of stem and root rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. *Plant Disease*, 85(9), 1028-1028.
- Chatterton, S., Jayaraman, J., & Punja, Z. K.** (2008). Colonization of cucumber plants by the biocontrol fungus *Clonostachys rosea* f. *catenulate*. *Biological Control*, 46, pp. 267-278.
- Cherif, M., & Belanger, R. R.** (1992). Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on Long English Cucumber. *Plant Disease*, 76, pp. 1008-1011.
- Ellis, M. B., & Ellis, J. P.** (1997). *Microfungi on Land Plants: An Identification Handbook*, New Enlarged Edition. The Richmond Publisher Company Ltd, 868 p.
- Favrin, R. J., Rahe, J. E. & Mauza, B.** (1988). *Pythium* spp. associated with crown rot of cucumbers in British Columbia green houses. *Plant Disease*, 72, pp. 683-687.
- Gams, W., Aa H.A. van der, Plaats-Nitermik, A. J. van der, Samson, R. A., & Salpers J. A.** (1975). CBS course of Mycology. Institute of Royal Netherlands Academy of Science and Letters, 105 p.
- Gull, C., Labuschagne, N., & Botha, W. J.** (2004). *Pythium* species associated with wilt and root rot of hydroponically grown crops in South Africa. *African Plant Protection*, 10, pp. 109-116.
- Herrero, M. L., Brurberg, M. B., & Hermansen, A.** (2008). First report of crown and root rot caused by *Phytophthora capsici* on hydroponically grown cucumbers in Norway. Abstract, Published Online: 11 Jun 2008, <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-1138C>.
- Herrero, M. L., Hermansen A., & Elen, O. N.** (2003). Occurrence of *Pythium* spp. and *Phytophthora* spp. in Norwegian greenhouses and their pathogenicity on cucumber seedlings, *Journal of Phytopathology*, 151, pp. 36-41. doi:10.1046/j.1439-0434.2003.00676.x
- Ilieva, E., Arulappan, F., & Pieters, R.** (1995). *Phytophthora* root and crown of raspberry in Bulgaria. *European Journal of Plant Pathology*, 101, pp. 623-626.
- Kröber, H.** (1985). Erfahrungen mit *Phytophthora de Bary* und *Pythium Pringsheim*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 225, p. 176.
- Leslie, J. & Summerell, B.** (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, 388 p.
- Marasas, W. F. O., Nelson, P. E., & Toussoun, T. A.** (1984). *Toxigenic Fusarium Species Identity and Mycotoxicology*. University Park. Pennsylvania State University Press., 328 p.
- McCullagh, M., Utkhede, R., Menzies, J. G., Punja, Z. K., & Paulitz, T. C.** (1996). Evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria for biological control of *Pythium* root rot of cucumbers grown in rockwool and effects on yield. *European Journal of Plant Pathology*, 102, pp. 747-755. doi: 10.1007/bf01877149
- Mehrotra R. S., & Aggarwal, A.** (2003). *Plant Pathology*. Second edition. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited. New Delhi, 847 p.
- Menzies, J., Ehret, D., Barr, C., & Koch, C.** (1998). *Pythium* spp. Isolated from healthy roots of cucumber plants growing in hydroponic culture. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 20: 125.

- Menzies, J. G., Ehret, D. L., Koch, C., Hall, J. W., Seifert, K. A., Bissett, J., & Barr, D. J.** (2005). Fungi associated with roots of cucumber grown in different greenhouse root substrates. *Canadian Journal of Botany*, 83, pp. 80–92. doi: 0.1139/b04-153.
- Moulin, E., Lemanceau, P., & Alabouvette, C.** (1994). Pathogenicity of *Pythium* species on cucumber in peat-sand, rockwool, and hydroponics. *European Journal of Plant Pathology*, 100, pp. 3-17.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. & Marasas, W.F.O.** (1983). *Fusarium* Species: An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University Press, University Park, 193 p.
- Vakalounakis, D. J., & Chalkias, J.** (2004). Survival of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* soil. *Crop Protection*, 23(9), pp. 871-873.
- Paulitz, T.** (1997). Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic systems. *HortScience*, 32, pp. 193–96.
- Paulitz, T.C., Zhou, T., & Rankin, L.** (1992). Selection of rhizosphere bacteria for biological control of *Pythium aphanidermatum* on hydroponically grown cucumber. *Biological Control*, 2, pp. 226–237. doi: 10.1016/1049-9644(92)90063-j.
- Postma J., Bonants P. J. M., & van Os E.A.** (2001). Population dynamics of *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown in closed systems, Mededelingen - Universiteit Gent, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 66, pp. 47–59.
- Postma J., Geraats B. P. J., Pastoor R., & van Elsas J. D.** (2005). Characterization of the microbial community involved in the suppression of *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown on rockwool, *Phytopathology*, 95, pp. 808–818.
- Postma J., Stevens L. H., Wiegiers G. L., Davelaar E. & Nijhuis, E. H.** (2009). Biological control of *Pythium aphanidermatum* in cucumber with a combined application of *Lysobacter enzymogenes* strain 3.IT8 and chitosan, *Biological Control*, 48, pp. 301–309.
- Postma, J., Willemsen-de Klein, M. J. E. I. M., Rattink, H., & van Os, E. A.** (2001). Disease suppressive soilless culture systems: characterization of its microflora. *Acta Horticulturae*, 554, pp. 323–332. doi:10.17660/actahortic.2001.554.35
- Punja, Z. K., & Parker, M.** (2000). Development of *Fusarium* root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 22, pp. 349–363.
- Punja, Z.K., Tirajoh, A., Collyer, D., & Ni, L.** (2019). Efficacy of *Bacillus subtilis* strain QST 713 (Rhapsody) against four major diseases of greenhouse cucumbers. *Crop Protection*, p. 124, 104845. doi:10.1016/j.cropro.2019.104845.
- Rafin, C., & Tirilly, Y.** (1995). Characteristics and pathogenicity of *Pythium* ssp. associated with root rot of tomatoes in soilless culture in Brittany, France. *Plant Pathology*, 44, pp. 779-785.
- Rivas-García, T., González-Estrada, R. R., Chiquito-Contreras, R. G., Reyes-Pérez, J. J., González-Salas, U., Hernández-Montiel, L. G., & Murillo-Amador, B.** (2020). Biocontrol of Phytopathogens under Aquaponics Systems. *Water*, 12, 2021, 15 p. doi: 10.3390/w12072061.
- Rai, M., Abd-El salam, K.A., & Ingle, A.P.** (2020). *Pythium: Diagnosis, Diseases and Management*. CRC Press, 392 p.
- Rose, S., Yip, R., & Punja, Z. K.** (2004). Biological control of *Fusarium* and *Pythium* root rots on greenhouse cucumbers grown in rockwool. *Acta Horticulturae*, 635, pp. 73–78. doi: 10.17660/actahortic.2004.635.9
- Stanghellini, M. E., White, J. G., Tomlinson, J. A. & Clay, C.** (1988). Root rot of hydroponically grown cucumbers caused by zoospore-producing isolates of *Pythium intermedium*. *Plant Disease*, 72, pp. 358-359.
- Sinclair, J., & Dhingra, O.** (1995). *Basic Plant Pathology Methods*. CRC Press, 448 p.
- Sutton, J.C., Sopher, C.R., Owen-Going, T.N., Liu, W., Grodzinski, B., Hall, J.C., & Benchimol, R.L.** (2006). Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. *Summa Phytopathologica*, 32, pp. 307–321. doi: 10.1590/s0100-54052006000400001.
- Thinggaard, K., & Middelboe, A. L.** (1989). *Phytophthora* and *Pythium* in pot plant cultures grown on ebb and flow bench with recirculating nutrient solution. *Journal of Phytopathology*, 125, pp. 343-352.
- Tran, T. T. H.** (2007). Interactions between surfactant-producing *Pseudomonas* and *Phytophthora* spp. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 136 p.
- Vakalounakis, D. J.** 1996). Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. *Plant Dis.*, 80, pp. 313-316.
- Vakalounakis, D. J., & Chalkias, J.** (2004). Survival of *Fusarium oxysporum* f.sp.*radicis-cucumerinum* in soil. *Crop Protection*, 23, pp. 871-873.
- Vallance, J., Déniel, F., Floch, G., Guérin-Dubrana, L., Blancard, D., & Rey, P.** (2011). Pathogenic and beneficial microorganisms in soilless cultures. *Agronomy for Sustainable Development*, 31, pp. 191–203. doi:10.1051/agro/2010018.
- van der Gaag D. J., & Wever G.** (2005). Conduciveness of different soilless growing media to *Pythium* root and crown rot of cucumber under near-commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 112, pp. 31–41.
- van der Plaats-Niterink, A. J.** (1981). Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology*, 21, pp. 1-242.

- Vatchev, T. D.** (2007). First report of *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13, pp. 151-152.
- Vatchev, T. D.** (2015). *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber: aerial distribution of inoculum. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21, pp. 656-660.
- Waterhouse, G. M.** (1968) The genus *Pythium* Pringsheim. Diagnoses (or descriptions) and figures from the original papers. Commonwealth Mycological Institute, 100 p.
- Yanashkov, I. T.** (2018). Soilborne fungal pathogens of small grain cereal crops in Bulgaria: species composition and distribution, methods and means of control. Dissertation work, Sofia, 168 p.
- Zhao, Z.H., Kusakari, S.I., Okada, K., Miyazaki, A., & Osaka, T.** (2000). Control of *Pythium* root rot on hydroponically grown cucumbers with silver-coated cloth. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 64, pp. 1515–1518. doi:10.1271/bbb.64.1515.
- Zhou, J., Wang, M., Sun, Y., Gu, Z., Wang, R., Saydin, A., Shen, Q., & Guo, S.** (2017). Nitrate increased cucumber tolerance to *Fusarium* wilt by regulating fungal toxin production and distribution. *Toxins*, 9(3), 100. Doi.org/10.3390/toxins9030100.

Received: June, 26, 2024; Approved: September, 12, 2024; Published: December, 2024