

ЦЕНКО ВЪЧЕВ*¹, ЕЛЕНА ЦОЛОВА**², СВЕТЛА МАНЕВА*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров“, София

**Институт по земеделие, Кюстендил

¹E-mail: vatchevtzenko@yahoo.com

Влияние на торенето и напояването върху кореновото и базично гниене по ремонтантния малинов сорт *Люлин*

The Effect of Fertilization and Irrigation on Root and Crown Rot of Remontant Raspberry Cultivar Lyulin

T. Vatchev*¹, E. Tsoleva**², S. Maneva*

*N. Poushkarov Institute of Soil Sciences, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

**Institute of Agriculture, Kyustendil, Bulgaria

Abstract

Three-year field experiment was carried out between 1999 and 2001 to evaluate the effects of different rates of NPK fertilization and irrigation regime on root and crown rot of remontant raspberry cultivar *Lyulin*. Various soilborne pathogens including oomycetes *Phytophthora citricola*, *Phytophthora* spp. and *Pythium* spp. along with fungal species *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* and *Fusarium* spp. all obtained from roots and basal stems of symptomatic plants were found associated with root and crown rot disease complex of raspberry. The incidence of cane death was reduced by 94.2% and 90.6%, respectively when plants were fertilized annually with optimum NPK 60: 90: 0 kg/ha + 80% irrigation rate or NPK 90: 18: 4 kg/ha + 100% irrigation rate. In comparison, disease incidence was significantly higher (13.8% and 16.2%) in untreated (unfertilized) control plots with 60% irrigation rate and in plots the received an excessive NPK 120: 270: 80 fertilizers kg/ha and 120% irrigation rate, respectively.

Key words: raspberry, fertilization, irrigation, soilborne pathogens, root and crown rot

През последните 10-12 години по малините (*Rubus idaeus* L.) в България се наблюдава заболяване със значим икономически ефект и неспецифична симптоматика. По време на активна вегетация и плододаване на малиновите насаждения значителен процент от растенията в тях проявяват симптоми на увяхване на връхните части на летораслите, гниене в основата на стъблата и корените. В резултат, част от летораслите изсъхват, а в последствие – цели растения закържавяват и отмират. Заболяването води до преждевременно загиване на отделни малинови насаждения или съкращаване на периода за ефективна

експлоатация на други. В по-слабо засегнатите, поради редуцирания брой плододавачи храсти, се налага ежегодно презасаждане с нов посадъчен материал или здрави издънки. Преждевременното загиване засяга и двата сортотипа малини, разпространени у нас – един път плододавачи и ремонтантни (два пъти плододавачи), и се очертава като най-сериозният технологичен проблем за малинопроизводството у нас. Наши предварителни проучвания показват, че в етиологията на патологичното явление участва широк набор от почвено-преносими патогенни гъби и оомицети, индивидуалната роля на които

засега остава неизяснена (Въчев и Цолова, непубликувани данни). У нас и в чужбина различни видове оомицетни организми от род *Phytophthora* са сред най-разпространените причинители на кореново и базично гниене по малината (Duncan, 1990; Ilieva et al., 1995; Kenedy and Duncan, 1995; Lattore and Wilcox, 1996; Abad et al., 2008; Hoash-Erhardt et al., 2008; Pattison et al., 2004; 2005; Pinkerton et al., 2009; Wilcox & Latorre, 2002). Същевременно *Pythium* spp. и *Rhizoctonia* spp. (Black et al., 2003; Pinkerton et al., 2002), и редица представители от род *Fusarium* (Valiuškaitė et al., 2008) са съобщавани като видове, асоциирани с прояви на гниене по корените и основата на стъблата, крайният резултат от което е увяхване на растенията и преждевременно загиване на малиновите насаждения. Сред причинителите на трахеомикозно увяхване на малината е видът *Verticillium dahliae* Kleb. (Fiola & Swariz, 1994). В нашата страна като причинители на кореново и базично гниене по малината са съобщени два вида от род *Phytophthora* – *P. citricola* Sawada и *P. citrophthora* (Smith & Smith) Leonian (Ilieva et al., 1995) и видове от род *Fusarium* (Захаријева, 1989). Атанасов (1934) посочва вида *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier като причинител на вертицилийно увяхване по малината у нас.

Отрицателният икономически ефект от проявите на загиване по малините се определя и от липсата на ефикасни методи и средства за борба, осигуряващи контрол над целия комплекс от патогенни видове, атакуващи корените и базите на растения. Отделни растителнозащитни мероприятия, като избор на подходящ предшественик (Bushway et al., 2008) или предкултивационно соларизиране на инфектираните почви (Pinkerton et al., 2002; 2009) са с доказана ефективност по отношение на почвенопреносими заболявания по културата. Липсват обаче ефективни средства, които биха могли да намерят приложение след разсаждане на постоянно място и по време на експлоатация на насажденията. Очакванията, че със специфичните резитби, чрез които ежегодно се отстраняват практически всички надземни части на растенията ще се осигури по-добра защита на ремонтантните сортове като Люлин, Heritage, Polana и др. от болести и неприятели, очевидно не се

оправдават напълно. Освен това при малината у нас липсват официално регистрирани химични фунгициди или биоагенти с ефект върху заболявания, атакуващи корените и основата на летораслите.

Редица научни публикации отразяват директното въздействие на земеделските практики върху популациите на патогените в почвата; налице е също така индиректно и комбинирано въздействие върху развитието и интензитета на заболяванията следствие от ефекти върху гостоприемника, или подходящи промени в биотичните и абиотични компоненти на почвената екосистема (MacDonald, 1994; Rush et al., 1997; Vatchev, 2004; Walters, 2009). Описаните в литературата случаи са конкретни (Bruehl, 1987), а очакваните въздействия от едно или друго агрономическо мероприятие могат да бъдат потвърдени единствено по експериментален, емпиричен път.

Целта на настоящото изследване беше да се проследи комбинираният ефект от прилагане на различни норми на напояване и торене с азот, фосфор, и калий (NPK) върху появите на преждевременно загиване на ремонтантния сорт Люлин.

Материал и методи

Време, място и условия на експериментиране

Изследването е проведено през периода 1999 – 2001 г. на опитното поле на отдел „Ягодоплодни култури“, Костинброд към Института по земеделие, Кюстендил в насаждение от ремонтантния малинов сорт Люлин. Насаждението е засадено (2,5 m x 0,5 m, 800 растения на декар) през 1994 г. върху Излужена Смолница с тежкоглинест механичен състав, троховидно-зърнеста структура, 80 cm хумусен слой, 3,7% съдържание на хумус в орния слой и рН (във вода) 6,9 – 7,1. Предшественик на малината е пшеница, последвана от черна угар в продължение на две календарни години. Предпосадъчно на базата на проведени почвени анализи и съобразно изискванията на малиновите растения (Иванов и др., 1999) са внесени карбамид, двоен суперфосфат и калиев сулфат. Установени стойности на подвижните форми на основните хранителни елементи непосредствено преди стартиране на експеримента: N 35,7 mg/1000 g почва,

P_2O_5 16,7 mg/100 g и K_2O 34 mg/100 g почва. Опитът е проведен по метода на дробните парцели в четири последователно разположени в реда повторения с по 20 растения във всяко повторение. Схемата включва три варианта на торене и напояване с по 80 растения във всеки вариант. Изпитвани са следните норми на торене и напояване: $N_0P_0K_0$ + 60% поливна норма, $N_6P_9K_0$ + 80% поливна норма, $N_9P_{18}K_4$ + 100% поливна норма и $N_{12}P_{27}K_8$ + 120% поливна норма. На базата на предварителни почвени и листни тестове и получени добиви от растенията като оптимални за развитие на малината в района на гр. Костинброд бяха установени дози на минерално торене – $N_6P_9K_0$ и $N_9P_{18}K_4$ в съчетание с 80 – 100% поливна норма (Иванов и др., 1999; Иванов, 2009). Ежегодно е извършвано двукратно подхранване на растенията – в началото на вегетационния период и след цъфтежа с 0, 6, 9 или 12 kg N на da под формата на амониева селитра, съответно по варианти. Поливният режим е поддържан капково посредством инсталация, разположена надпочвено. Всички останали мероприятия по отглеждане на опитната култура са съобразявани с разработената в отдел „Ягодоплодни култури“ технология (Иванов и др., 1999; Иванов, 2009).

Симптоми на заболяване

По време на вегетацията, по варианти и повторения, са провеждани наблюдения на опитното насаждение за установяване на симптоми, индикиращи нападение от почвени патогенни гъби. Отчитани са прояви на увяхване, некрози и гниене в основата на стъблата на летораслите. Кореновата система на отделни симптоматични растения беше частично разкривана и е проследявано наличието на некротични зони по главината и корените. Проби от всички нападнати части на растения с типични симптоми са събирани и пренасяни в лаборатория за провеждане на фитопатологичен анализ и диагностициране на заболяването.

Етиология на заболяването и асоциирани патогенни гъби

За установяване на евентуален причинител 3 – 5 mm от некротиралите тъкани са промивани на течаща вода за около $\frac{1}{2}$ – 1 час, повърхностно стерилизирани в 70% етанол за около 1 – 2 min, двукратно промивани в стерилна дес-

тилирана вода, подсушавани между два слоя стерилизирана филтърна хартия и поставяни в петриеве блюда с предварително разлят овесен (ОА) или воден (ВА) агар. Блюдата са инкубирани при 25 – 26 °С. Части от гъбните колонии, развиващи се от късчетата растителна тъкан са прехвърляни върху чиста агарова среда и съхранявани в епруветки с „полегнал“ ОА. Получените изолати са идентифицирани на базата на културални и морфологични особености съгласно критериите за съответния род и вид, както следва: *Phytophthora* spp. – Waterhouse (1963; 1970), Newhook et al. (1978), Stamps et al. (1990); *Pythium* spp. – Kröber (1985), Waterhouse (1968), Ванев и др. (1993); *Rhizoctonia* spp. – Sneh et al. (1991); *Verticillium* spp. – Hawksworth & Talboys (1970), McKeen & Thorpe (1971); *Fusarium* – Boot (1971; 1977), Nelson et al. (1983); *Sphaceloma* spp. и *Botrytis* spp. – Ellis & Ellis (1997).

Патогенитет на установените видове

Способността на представителни изолати от всеки вид да предизвиква заболяване по малината беше доказана чрез инокултиране с чисти агарови култури на зелени резници (40 – 50 cm) от леторасли на сорт Люлин. Инокулирането е осъществявано на мястото на отчекнат лист с последващо привързване на зоната на инокулиране с безцветно тиксо. За да се поддържат свежи, основите на инокулираните и неинокулирани (контролни) леторасли са потапяни във вода и инкубирани при лабораторни условия в продължение на 21 дни. По развитието на некроза по тъканите или покафеняване на проводящата система на стъблото (*Verticillium dahliae*) около мястото на инокулиране и изсъхване на върхните части се съдеше за патогенитетните свойства на отделните изолати.

Динамика на заболяването по варианти и години

За установяване на ефектите от прилагане на различни норми на торене и напояване върху проявите на болестта ежегодно във всяко повторение са маркирани по 50 леторасли от централната част на съответния ред на опитното насаждение. Така за всеки вариант маркираните и наблюдавани леторасли бяха по 200 на година. Периодично през период от 21 дни по повторения е отчитан броят на трайно увехналите и загинали леторасли. За интен-

зитета на заболяването във всяко повторение и вариант се съдеше по разпространението на болните леторасли – процентното съотношение на болните към общия брой отчетени малинови леторасли.

По разпространението на болестта, изчислено като осреднен процент болни и загиващи леторасли във всяко отделно повторение и вариант, в сравнение с контролния, нетретиран вариант, се съдеше за ефекта на съответното третиране – торене и напояване върху проявите на болестта. Ефективността ($E_{\%}$) на всяко третиране е калкулирана по формулата на Абботт (Abbott, 1925), както следва:

$E_{\%} = [1 - (X/Y)] * 100$, където X съответства на разпространението на болестта (%) във вариант с третиране, а Y – в нетретираната контрола.

Статистически анализ на резултатите

Получените експериментални данни са анализирани след статистическа обработка по стандартен метод за вариационен анализ и по метода на Duncan, използващи *F*-тест за оценка на значимостта на анализа и *t*-тест за значимост на разликите при нива на достоверност при $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$ (Gardiner, 1997). Всички анализи са извършвани с програмен продукт, разработен в Институт за защита на растенията, Костинброд (Манева, 2007). Експерименталните данни от отделните повторения на всеки вариант са анализирани поотделно за установяване на хомогенност на резултатите, след което – обединени и анализирани съвместно по години.

Резултати и обсъждане

Симптоми на заболяване

При периодично провежданите обследвания на фитосанитарното състояние на опитното насаждение бяха констатирани симптоми на увяхване и засъхване на отделни леторасли и загиване на цели малинови храсти. В основата на увехналите леторасли бяха наблюдавани повреди, изразяващи се в кафяви и тъмнокафяви до сивкави некротични напетнявания, прерастващи в сухо гниене на тъканите. При пререз на нападнатите органи беше наблюдавано покафеняване на проводящата система и сърцевината. Вътрешното покафеняване на летораслите прогресираше от основата към върха на растението, често

предшествайки акропеталното нарастване на некротичните прояви, видими по повърхността на тъканите. Секторни некрози и гниене бяха констатирани по кореновата шийка и корените на болните растения. Наблюдаваните симптоми на заболяване по опитните растения изцяло съответстваха на установеното в редица производствени насаждения, разсадници и придворни градини в цялата страна при загиване на ремонтантни (Люлин, Heritage и др.) и плододаващи един път малинови сортове (Шопска алена, Български рубин) (Въчев и Цолова, непубликувани данни). Обикновено в литературата този тип симптоматика по малината се свързва с прояви на нападение от един (Duncan, 1990; Lattore and Wilcox, 1996; Valiuškaitė et al., 2008), рядко два гъбни таксона (Black et al., 2003).

Етиология на заболяването и асоциирани патогенни гъби

В резултат на проведените фитопатологични анализи на нападнати части от симптоматични растения по варианти бяха изолирани широк набор от патогенни гъби, отнасящи се към различни таксономични единици, в т. ч. *Pythium* spp., *Phytophthora citricola* Saw., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Verticillium dahliae* Kleb., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. & Hans., *F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc., *Fusarium* spp., *Sphaceloma necator* (Ellis & Everh.) Jenk. & Shear (*Gloesporium necator* E & E) и *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. (табл. 1).

Отделни видове и родове патогени бяха изолирани и от четирите варианта на опита за целия период на изследване. Не беше наблюдавана конкретна закономерност във видовия състав на патогените по варианти. При изкуствените инокулации на зелени резници от едногодишни леторасли на сорта Люлин с представителни изолати от всеки род беше наблюдавано формиране на некротични петна около мястото на инокулиране. Изолатите от вида *V. dahliae* предизвикваха локално покафеняване на проводящата система. Всички изпитани изолати причиняваха увяхване и загиване на летораслите над мястото на инокулиране. Реизолации, направени от болните тъкани на инокулирани леторасли потвърждаваха гъбното или оомицетно естество на получените инфекции; беше констатирана

Таблица 1. Видов състав на патогенните гъби и оомицети, асоциирани с проявите на кореново и базично гниене по ремонтантния сорт Люлин за периода 1999 – 2001 г.

Table 1. Species composition of the pathogenic fungi and oomycetes associated with root and crown rot of remontant raspberry cultivar Lyulin for the period 1999 – 2001

Видове патогени	Брой получени изолати по варианти			
	N ₀ P ₀ K ₀ + 60% поливна норма	N ₆ P ₉ K ₀ + 80% поливна норма	N ₉ P ₁₈ K ₄ + 100% поливна норма	N ₁₂ P ₂₇ K ₈ + 120% поливна норма
<i>Pythium</i> spp.	8	3	11	6
<i>Phytophthora</i> spp.	6	3	4	4
<i>P. citricola</i>	2	0	2	4
<i>Rhizoctonia solani</i>	0	1	0	5
<i>V. dahliae</i>	5	0	0	3
<i>F. avenaceum</i>	1	1	0	0
<i>F. oxysporum</i>	5	3	3	0
<i>F. culmorum</i>	2	0	0	0
<i>Fusarium</i> spp.	6	2	3	0
<i>S. necator</i>	4	1	0	3
<i>B. cinerea</i>	3	8	4	5

Таблица 2. Процентно съотношение на загиналите леторасли на малината от ремонтантния сорт Люлин при различни норми на торене по години

Table 2. Percentage of dead raspberry canes, cv. Lyulin at different rates of fertilization and irrigation per year

№	Третиране: торене + поливна норма	1999 г.	2000 г.	2001 г.	Средно за периода	Ниво на контрол** (%)
1.	N ₀ P ₀ K ₀ + 60%	10,5 a*	14,5 a	16,5 a	13,8 a	-
2.	N ₆ P ₉ K ₀ + 80%	0 b	2,5 b	0 b	0,8 b	94,2
3.	N ₉ P ₁₈ K ₄ + 100%	0 b	1,0 b	3,0 b	1,3 b	90,6
4.	N ₁₂ P ₂₇ K ₈ + 120%	13,0 a	18,0 a	17,5 a	16,2 a	-17,4***

Sd = 3,18; F = 4,04; LSD_{0,05} = 6,19.

* Стойностите, обозначени с различни буквени символи са статистически различни при P < 0,001, съгласно теста за разпределение на Duncan.

** Ефективността на всяко приложено третиране е изчислена по формулата на Abbott на база разпространение на болестта.

*** Отрицателният знак изразява незначително по-силно развитие на заболяването от това в нетретираната контрола.

идентичност между инокулираните изолати и получените реизолати. Неинокулираните контроли оставаха видимо здрави до края на теста за патогенитет.

Установените от нас почвообитаващи патогенни гъби и оомицетни организми обикновено се разглеждат изолирано като причинители на отделни заболявания по малината (Захаријева, 1989; Иванов, 2009). Допълнителни проучвания ще бъдат необходими за изясня-

ване на цялостната етиология на загиването на културата и на ролята на отделните патогенни видове в патологичния процес. Видовете *Sphaceloma necator* (*Gloesporium necator*) и *Botrytis cinerea*, причинители съответно на антракноза и сиво гниене (Ellis & Ellis, 1997; Иванов, 2009) не са сред типичните представители на почвообитаващата патогенна микофлора по корените и базите на малината. Откриването на тези типични аерогенно пре-

носими видове по нападнати – увехнали и загинали малинови леторасли може да се отдаде на вторично развитие върху некротиралите тъкани (*Botrytis* spp.) или на самостоятелно развитие на патогените, допълващо наблюдаваната патологична картина. На базата на получените резултати присъствието на един или друг патологичен вид в нападнатите тъкани на растението не може да се свърже директно с ефекта от използване на една или друга норма на торене и напояване. Очевидно, видовият състав на патогените се определя на ниво гостоприемник и не зависи съществено от конкретните агротехнически практики, обект на експериментиране.

Динамика на заболяването по варианти и години

Отсъствие на заболяване или загиване на единични леторасли беше отчетено във вариантите с норми на торене $N_6P_9K_0$ и $N_9P_{18}K_4$, и поливни норми 80% и 100%, съответно № 2 и № 3 (табл. 2). При тези варианти за целия период на наблюдение увехналите и загинали леторасли варират между 0% и 3,0%. Така, средно за целия период чрез комбинираното въздействие на торене и напояване са постигнати нива на ефективност по отношение на загиването на малината, възлизащи на 94,2% и 90,6% инхибиране, или пълен контрол над болестта.

Значително по-силно загиване на отделни леторасли и цели растения (13,8% и 16,2%) средно за трите години на експеримента е констатирано съответно в нетретирания контрола (№ 1, без торене + 60% поливна норма) и във вариант № 4 с $N_{12}P_{27}K_8$ и 120% поливна норма (табл. 2). От двата варианта по-силно нападение е отчетено при третирания, където растенията са получавали двойно завишени норми спрямо оптималните за азот, тройно завишени за фосфор и излишък от калий. Между тези два варианта не са констатирани статистически доказани разлики в нападението през отделните години.

От получените резултати се вижда, че нор-

мите на торене и напояване оказват значително влияние върху интензитета на загиване на малината от сорт Люлин. Използването на оптимални или завишени, но близки до оптималните количества NPK в съчетание с оптимален поливен режим водят до значително редуциране на проявите на заболяване. При тези условия само единични леторасли на малината увяхват и изсъхват като резултат на нападение от почвени патогенни гъби и оомицети.

Engelhard (1989) обобщава редица случаи, при които създаването на специфичен хранителен режим на растенията посредством макро- и микроелементи оказва положителен ефект върху устойчивостта на гостоприемника или стимулира развитието на конкретни групи почвени микроорганизми, потискащи развитието на патогените и причиняваните от тях заболявания. Липсата или прекомерното торене на растенията с NPK може да доведе до засилване на нападението от почвени патогени (Bruehl, 1987). Наличните в литературата данни за ефекти на минералното хранене и напояване върху заболявания по малината, причинени от почвени патогени са ограничени. Maloney et al. (2005) констатира липса на ефект от торене на малини с амониев нитрат по отношение на кореново гниене, причинено от *Phytophthora* spp. Заболяването, причинявано от *Phytophthora fragariae* var. *rubi* нанася значително по-сериозни щети при прилагане на чести поливки на културата (Heiberg, 1995). Duncan and Kennedy (1989) установяват аналогичен резултат – прекомерните поливки водят до по-силни прояви на загиване на малиновите растения след инфектиране на почвения субстрат с *Phytophthora megasperma* var. *megasperma*. Получените от нас резултати показват, че поддържането на оптимален за културата хранителен и воден режим би могло да ограничи проявите на загиване и вероятно да удължи периода на експлоатация на малиновите насаждения.

Изводи

Установен е комплекс от почвенопреносими патогенни гъби и оомицети, причиняващи кореново и базично гниене, увяхване и преждевременно загиване на ремонтантния малинов сорт Люлин. За разкриване на цялостната етиология на заболяването и ролята на всеки отделен вид в патологичния процес са необходими допълнителни изследвания.

Прилагането на оптимални норми на торене с NPK в комбинация с оптимален поливен ре-

жим за растенията значително редуцира проявите на загиване на малината. Мероприятието би могло да способства за удължаване на периода на стопанска експлоатация на малиновите насаждения в страната.

Литература

- Атанасов, Д.** 1934. Болести на културните растения. *Придворна печатница*, София, 626 с.
- Ванев, С., Е. Димитрова, Е. Илиева.** 1993. Гъбите в България, том 2: разред Peronosporales. Институт по ботаника, *БАН*, София, 195 с.
- Захаријева, Т.** 1989. Гъбни и бактериални болести по малината (с. 100-106). В: Иванов, А. (Ред.), Малина и къпина. *Земиздат*, София, 158 с.
- Иванов, А, Е. Цолова, Р. Янева, Е. Марков.** 1999. Изследвания върху възможностите за опазване на околната среда при интегрирано производство на малини. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, **2**: 687-695
- Иванов, А.** 2009. Биологично производство на плодове от някои овощни видове. *Дионис*, София, 255 с.
- Манева, С.** 2007. Математически модели в растителната защита. Дисертация. София, 201 с.
- Abad, Z. G., J. A. Abad, M. D. Coffey, P. V. Oudemans, W. A. Man in't Veld, H. de Gruyter, J. Cunningham, F. J. Louws.** 2008. *Phytophthora bisheria* sp. nov., a new species identified in isolates from the Rosaceous raspberry, rose and strawberry in three continents. *Mycologia*, **100**: 99-110
- Abbott, W. S.** 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, **18**: 265-267
- Black, B. L., H. J. Swartz, P. Millner, P. Steiner.** 2003. Pre-plant crop rotation and compost amendments for improving raspberry establishment. *Journal of the American Pomological Society* **57**: 149-156
- Booth, C.** 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, p. 237
- Booth, C.** 1977. *Fusarium* – Laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, p. 58
- Bruehl, G. W.** 1987. Soilborne plant pathogens. Macmillan Publishing Company, New York, p. 368
- Bushway, L., M. Pritts., D. Handley.** 2008. Raspberry and blackberry production guide: for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada. NRAES, Ithaca, New York, p. 167
- Duncan, J.** 1990. Phytophthora species attacking strawberries and raspberries. *Bulletin EPPO/OEPP*, **20**: 107-115
- Duncan, J. M., D. M. Kennedy.** 1989. The effect of waterlogging on Phytophthora root rot of red raspberry. *Plant Pathology*, **38**: 161-168
- Ellis, M. B. and J. P. Ellis.** 1997. Microfungi on land plants: an identification handbook, New enlarged edition, The Richmond Publisher Co. Ltd., p. 868
- Engelhard, A. W.** 1989. Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro- and microelements, ASP Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota, p. 217
- Fiola, J. A., H. J. Swariz.** 1994. Inheritance of tolerance to *Verticillium albo-atrum* in raspberry. *HortScience*, **29**: 1071-1073
- Hawksworth, D. L. and P. W. Talboys.** 1970. *Verticillium dahliae*. C.M.I. *Description of pathogenic fungi and bacteria* 256, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Heiberg, N.** 1995. Control of root rot of red raspberries caused by *Phytophthora fragariae* var. *rubi*. *Plant Pathology*, **44**: 153-159
- Hoash-Erhardt, W. K., P. P. Moore, G. E. Windom, P. R. Bristow.** 2008. Field and greenhouse response of red raspberry genotypes to root rot. *HortScience*, **43**: 1367-1370
- Ilieva, E., F. X. Arulappan and R. Pieters.** 1995. Phytophthora root and crown rot of raspberry in Bulgaria. *European Journal of Plant Pathology*, **101**: 623-626
- Kenedy, D., J. Duncan.** 1995. A papillate *Phytophthora* species with specificity to *Rubus*. *Mycological Research*, **99**: 57-68
- 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
- Lattore, B. and W. Wilcox.** 1996. Deteccion de *Phytophthora* spp. en arboles frutales por analisis inmunologicos. *Phytopathologia*, **31**: 202-206
- MacDonald, J. D.** 1994. The soil environment. In: Campbell, C. L., Benson, D. M. (eds.), Epidemiology and management of root diseases, p. 82-116. Springer-Verlag, 344 p.
- Maloney, K., P. Marvin, W. Wilcox, M. Kelly.** 2005. Suppression of Phytophthora root rot in red raspberries with cultural practices and soil amendments. *HortScience*, **40**: 1790-1795
- McKean, C. D. and H. J. Thorpe.** 1971. An adaptation of a moist chamber method for isolating and identifying *Verticillium* spp. *Canadian Journal of Microbiology*, **17**: 1139-1141
- Nelson, P. E., T. A. Toussoun, and W. F. O. Marasas.** 1983. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, University Park, 193 p.

- Newhook, F. J., G. M. Waterhouse and D. J. Stamps.** 1978. Tabular key to the species of *Phytophthora* deBary. *Mycological Papers* 143. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 20 p.
- Pattison, J. A., A. Cortney, C. A. Weber.** 2005. Evaluation of red raspberry cultivars for resistance to *Phytophthora* root rot. *Journal of American Pomological Society*, **59**: 50-56
- Pattison, J. A., W. F. Wilcox, C. A. Weber.** 2004. Assessing the resistance of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes to *Phytophthora fragariae* var. *rubi* in hydroponic culture. *HortScience*, **39**: 1553-1556
- Pinkerton, J. N., K. L. Ivors, P. W. Reeser, P. R. Bristow and G. E. Windom.** 2002. The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. *Plant Disease*, **86**: 645-651
- Pinkerton, J. N., P. R. Bristow, G. E. Windom, and T. W. Walters.** 2009. Soil solarization as a component of an integrated program for control of raspberry root rot. *Plant Disease*, **93**: 452-458
- Rush, C. M., G. Piccinni, and R. M. Harveson.** 1997. Agronomic measures. p. 243-282. In: Rechcigl, N. A. and J. E., Rechcigl (eds.), *Environmentally safe Approaches to crop disease control*, CRC Lewis Publishers, p. 386
- Sneh, B., L. Burpee, A. Ogoshi.** 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, p. 133
- Stamps, D. J., G. M. Waterhouse, F. J. Newhook, and G. S. Hall.** 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. *Mycological Papers* 162. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, p. 22
- Valiuškaitė, A., E. Survilienė, L. Raudonis.** 2008. Effect of Mycostop on *Fusarium* root-rot agents of raspberry. *Scientific Works*, Lithuanian Institute of Horticulture, **27**: 47-51
- Walters, D.** 2009. Managing crop disease through cultural practices (p. 7-28). In: Walters, D. (ed.) *Disease control in crops: Biological and environmentally-friendly approaches*. Willey-BlackWell, 265 p.
- Vatchev, T. D.** 2004. The impact of soil biota and crop management practices on soil-borne plant pathogens and diseases in agricultural systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **10**: 71-87
- Waterhouse, G. M.** 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers* 92, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, p. 22
- Waterhouse, G. M.** 1968. The genus *Pythium* Pringsheim. Diagnoses (or descriptions) and figures from the original papers. *Mycological Papers* 110, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, p. 71
- Waterhouse, G. M.** 1970. The taxonomy of *Phytophthora*. *Phytopathology*, **60**: 1141-1143
- Wilcox, W. F. and B. A. Latorre.** 2002. Identities and geographical distributions of *Phytophthora* spp. causing root rot of red raspberry in Chile. *Plant Disease*, **86**: 1357-1362