



**ПРИЛОЖЕНИЕ НА СОЛАРИЗАЦИЯТА ЗА КОНТРОЛ НА ФИТОФТОРОВИ ПАТОГЕНИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА ОВОЩЕН ПОСАДЪЧЕН МАТЕРИАЛ
APPLICATION OF SOLARIZATION FOR THE CONTROL OF PHYTOPHTHORA PATHOGENS
IN ROOTSTOCK PRODUCTION**

**Марияна Накова*, Младен Найденов
Mariana Nakova*, Mladen Naydenov**

Аграрен университет - Пловдив
Agricultural University - Plovdiv

*E-mail: mariananakova@gmail.com

Резюме

В България през летните месеци, юли-август, в нередки случаи и в началото на септември, слънчевата радиация е висока. Сумарните стойности на радиацията достигат 754,2-796,1 MJ/m², а в южните райони на страната даже и до 838,8 MJ/m². Максимални са стойностите на слънчевото греене в часовете от 11:00 до 16:00. Затова летният период е подходящ за провеждане на соларизация (Лингова, 1995). При наблюденията, проведени за месеците юли-август, в периода от 1993 до 1999 г. с компютъризирана метеорологична система EnviroCaster (Neogen, Michigan, USA) са регистрирани максимални температури на въздуха между 35 и 37°C и 39-41°C в района на Пловдив. Репродуктивните възпроизводства на фитопфторовите патогени (мицел, ооспори, хламидоспори, конидии) се запазват основно в почвата и соларизацията се явява перспективен/ефикасен метод за контрол. Проведените експерименти (2008-2009 г.) показват продължително задържане на температурата над 30-35°C, като в интервала от 11 до 16 часа тя се повишава и достига 35-39°C. Ерадикативният ефект върху размножителните органи на фитопфторите се повишава и вследствие на натрупване на акумулативни температури в слоя от 5 до 20 cm дълбочина. На 5 cm сумата от часове с температура над 30°C е 253,43 часа (10,61 дни), а над 35°C е 51 часа (2,1 дни); на 10 cm сумата от часове с температура над 30°C съответно е 401,26 часа (16,72 дни) и над 35°C – 125,58 часа (5,27 дни); на 20 cm над 30°C се натрупват 416 часа (17,4 дни), а над 35°C – 15,9 часа (0,66 дни).

Abstract

Solar radiation is high in Bulgaria during summer: in July and August, and quite often at the beginning of September. The total amount of radiation can reach 754.2 – 796.1 MJ/m², and in Southern Bulgaria – even 838.8 MJ/m². The maximum values of solar radiation are usually registered between 11 am and 4pm. For that reason the summer season is suitable for solarization (Lingova, 1995). The observations carried out during the months of July and August, in the period from 1993 to 1999, registered maximum air temperatures of 35-37°C, up to 39-41°C for the region of Plovdiv (EnviroCaster meteorological station, Neogen, USA). The reproduction structures of *Phytophthora* pathogens (sporangia, oospores, chlamidospores, and mycelia) can survive in the soil and solarization is a perspective/effective method for their control. Experiments carried out during 2008-2009 registered temperatures above 30-35°C for long periods, and, what is more, it used to rise up to 35-39°C between 11 am and 4 pm. The eradication effect on *Phytophthora* structures is even enhanced, due to the accumulative effect of the temperatures in the 5–20 cm soil layer. For the 5 cm layer, the amount of hours with temperatures above 30°C was 253.43 Degree-hours (10.61 days), and above 35°C – 51 Degree-hours (2.1 days); for the 10 cm layer the amount of hours with temperatures above 30°C, was 401.26 Degree-hours (16.72 days) respectively and above 35°C – 125.58 Degree-hours (5.27 days); for the 20 cm, above 30°C – 416 Degree-hours (17.4 days) were accumulated and above 35°C – 15.9 Degree-hours (0.66 days).

Ключови думи: соларизация, фитопфорови патогени.

Key words: solarization, *Phytophthora* pathogens.

ВЪВЕДЕНИЕ

В специалната литература паразитните гъби от род *Phytophthora* се цитират като силно деструктивни за растителното царство и причинители на епидемии, предизвикали икономически и социален срив в обществото (Steinhausen, 1979; Erwin and Ribeiro, 1996; Jung et al., 2011). Тяхна важна характеристика се явява многообразието от форми за съществуване, за възпроизводство (полови и безполови), разпространение и запазване, което ги прави високопластични и адаптивни към екологичните условия и растителното многообразие в екосистемите. Те притежават полицикличност и перманентно образуване на инокулум, което им осигурява огромен размножителен потенциал (Gregory, 1983; Erwin and Ribeiro, 1996). Фитофторите паразитни гъби имат и специфични биологични, културални и физиологични характеристики, които не са познати при другите класове от Царството на гъбите (Gregory, 1983; Zentmyer, 1983; Griffith et al., 1992; Erwin and Ribeiro, 1996 и други).

Най-типичен техен белег е, че клетъчните им стени са съставени от целулоза, β -глюкани и не съдържат хитин (Bartnicki-Garcia, 1969, 1970; Wang and Bartnicki-Garcia, 1973). Това предопределя избора на средства за контрол. Heitefus (1989) и Griffith et al. (1992) съобщават, че видовете фитофтори не проявяват чувствителност към стеролинхибиращите фунгициди. Наличието на диплоидна фаза и полицикличност им предоставя възможност да развиват голямо число популации, което е предпоставка за придобиване на бърза резистентност към фунгицидните средства (Davidse et al., 1981, 1988; Davidse and De Waard, 1984), както и за образуването на нови раси, които заразяват растения, притежаващи устойчивост. Fry (1977), като анализира химичния метод, развива стратегията, че химичните средства за контрол са необходими, но трябва да се интегрират с други методи.

Gabriel и Cook (1990) препоръчват комплексен подход за контрол, който включва физични, биологични и културални мерки.

Жизненият цикъл на фитофторите паразити е свързан с растенията и почвата. Основният източник на инокулум (ооспори, хламидоспори, мицел) се запазва в почвената среда. Затова оздравяването на последната е важно профилактично звено в борбата с патогените и основно при производството на посадъчен материал.

Перспективен метод за изчистване на почвата се очертава соларизацията. В България през летните месеци слънчевата радиация е

висока: сумарните стойности достигат от 754,2 до 796,1 MJ/m², а в южните региони – даже и до 838,8 MJ/m². Максимални са стойностите на слънчевото греене в часовете от 11:00 до 16:00. Времето за соларизация е най-походящо през юли и август (Лингова, 1995). При наблюденията, проведени в периода 1993-1999 г. в района на Пловдив, с компютъризирана метеорологична система EnviroCaster (Neogen, Michigan, USA) през месеците юли-август са регистрирани максимални температури на въздуха 35-37°C до 39-41°C.

Соларизацията е ефективна срещу голям брой почвообитаващи патогени, без да вреди на растенията (Katan, 1980, 1981, 1987; Mlagczuk, 1983; Szejnberg et al., 1987; Newhook, 1988; Jeffers, 1992; Wilcox, 1998; Gubler et al., 2009; Jung et al., 2008). Хидротермичният процес, провокиран при соларизацията, модифицира биотични и абиотични процеси в следсоларизационния период, които влияят както върху развитието на болестите, така и върху добива при растенията (Stapleton and DeVay, 1982, 1986; Katan, 1976, 1980, 1987). Соларизацията повишава максималните температури с 6.9°C на открито и само с 2°C на засенчените варианти. При соларизацията колонизацията на инокулума е нулева, докато при контролите е от 4 до 6 CFU/g почва. По данни на Lopez-Herrera и колеktiv (1997) при този процес средно температурата се повишава с от 7.4 до 9.7°C. При осемседмична продължителност се постига пълна инактивация на виталността на микроорганизмите, но резултатите зависят от дълбочината, на която се правят наблюденията (Katan, 1987; Lopez-Herrera, 1997). Например леталната температура за преживяване на *Phytophthora cinnamomi* е 35°C (Zentmyer, 1980).

Леталното въздействие върху патогена след 6-8-седмична соларизация се обяснява с акумулативния ефект на сублеталната температура в този период. Сумарният ефект на акумулираната сублетална температура – 35-36 °C, се получава на дълбочина от 15 до 30 cm след 15-20 дни. Пълна ерадикация на дълбочина 45-60 cm се реализира, когато соларизационният период продължи 5-8 седмици. Важна роля изпълнява акумулативният ефект на сублеталната температура (Lopez-Herrera et al., 1997). Например при триседмична соларизация при какао максималната часова температура се повишава до 33-36°C и виталност на *P. cinnamomi* не се открива на дълбочина до 45 cm на огряваните от слънцето места и до 30 cm на засенчените.

В Калифорния данни от опити със соларизация за оздравяване на почвата съобщават



Katan (1981) и Katan et al. (1976). При температура 44-45°C на 5 cm дълбочина и 36-45°C на 20 cm се елиминират *P. sacorum* и *P. cinnamomi*. Ооспорите преживяват 30 минути при 45°C на дълбочина 15 cm. *P. cinnamomi* запазва жизненост за 2 минути при 80°C (Barrett and Fawcett, 1922; Klotz et al., 1960). При соларизация и навлажняване в продължение на 24 часа ооспорите покълват и стават по-чувствителни на температурни въздействия и бързо губят виталност. Според Newhook (1988) така фибрилните коренчета се предпазват от инфекция. Доказано е, че при соларизация и добра агротехника се образуват нови фибрилни корени и растенията превъзможват болестта (Newhook, 1959; 1988).

В почва, смесена с компост от органични материали (листа, торф, дървени стърготини), температурата се повишава до 60-70°C. Създават се и анаеробни условия (Hoitink and Fahy, 1986). В случая механизмът на действие е комплексен, т.е. отделят се токсични продукти и се развиват антагонисти от родовете *Trichoderma* и *Gliocladium*, които потискат патогенната флора. В такава среда се ограничава формирането на ооспори на *P. citricola* и зооспори на *P. dreschleri*. Органичната материя подобрява аерацията, а токсичен ефект върху патогените оказват амонякът и нитритите.

В България са провеждани изследвания за приложение на соларизацията за контрол на почвени патогени и нематоди при зеленчуковите култури (Нешев, 1997; Найденов, 2005; Самалиев, 2010).

Целта на изследването е да се проучи влиянието на соларизацията на почвата върху паразитните гъби от род *Phytophthora* при производство на овощен посадъчен материал.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Експериментът се проведе в периода 2008-2009 г. на алувиално-ливаден тип почва. През есента на 2008 г. почвата се инокулира чрез внасяне на ситно нарязана дървесина от заразни с фитопфтора (*Phytophthora sacorum*) тъкани. *Phytophthora sacorum* се използва като еталон при изпитване на устойчивостта на подложки към фитопфторите гъби (Aldwinckle, лична комуникация). С цел да се увеличи съдържанието на органична материя в почвата и да се подобри аерацията през декември 2008 г. в опитния участък беше внесена листна маса. През пролетта на 2009 г. се извършиха неколкостепенни обработки на почвата до привеждането ѝ в градинско състояние. Допълнителна инокулация на

експерименталната площ с 12-14-дневна култура от *P. sacorum* върху КДА се извърши в средата на март 2009 г. Към края на месеца в заразените участък бяха засадени ябълковите подложки М9, ММ106 и SP4, по 50 растения, като на 10 от тях в областта на кореновата шийка се направиха стерилни срезове. Здравният статус на почвата в началото и в края на експеримента се установяваше по следните методи:

- Една част от заразената почва се поставя в тарини и се навлажнява за 24 часа с дестилирана вода, като се покрива с 1-2 cm воден слой. В съдовете се поставят по пет ябълкови и лимониви плодове, предварително дезинфекцирани със спирт. Опитът е при контролирани условия - 22°C на тъмно. При поява на симптоми се извършва реизолация върху селективна среда (вариант baiting bioisay, Tsao, 1983; Leo et al., 1983, 1988, по Erwin and Ribeiro, 1996);

- Чрез реизолация от почвата върху плодове от ябълка и лимон, които се дезинфекцираха със спирт, се правят ямички с конусовидна форма и в тях се поставя почвен екстракт, и се запечатват с парафин. Плодовете се пренасят във влажна камера, на тъмно, при 22°C. След появата на симптоми болните тъкани се изолират върху селективна хранителна среда;

- Наблюдения се провеждаха и върху плодове, поставени на почвата и покрити с пръст.

В периода март-юни на 2009 г. всекидневно се провеждаха наблюдения за поява на симптоми по надземните части на растенията:

- Хлороза и увяхване на листата;

- Потиснат растеж, увяхване и некроза по връхните части;

- След изваждане на растенията се регистрираха симптомите по подземните части; корените: главен и странични разклонения; процент повредени корени от първи до четвърти разред; повреди по кореновата шийка и основата на стъблото; промени в оцветяването на кората, раковинни образувания и други.

Соларизацията се извърши в периода юли-септември 2009 г. Почвата в опитния участък се заля с вода и се покри с фино фолио (30 µm); термометрите се монтираха на 5, 10 и 20 cm дълбочина, както и на открито, за отчитане на температурата на въздуха. Те се свързаха с компютър с инсталиран в него софтуер за записване на информацията от дистанция на всяка минута.

Експериментът приключи към средата на септември (16.09.2009). За изследване се взеха почвени проби за съдържание на макро- и микро-

елементи, почвена микрофлора и за реизолация на фитопфорови патогени.

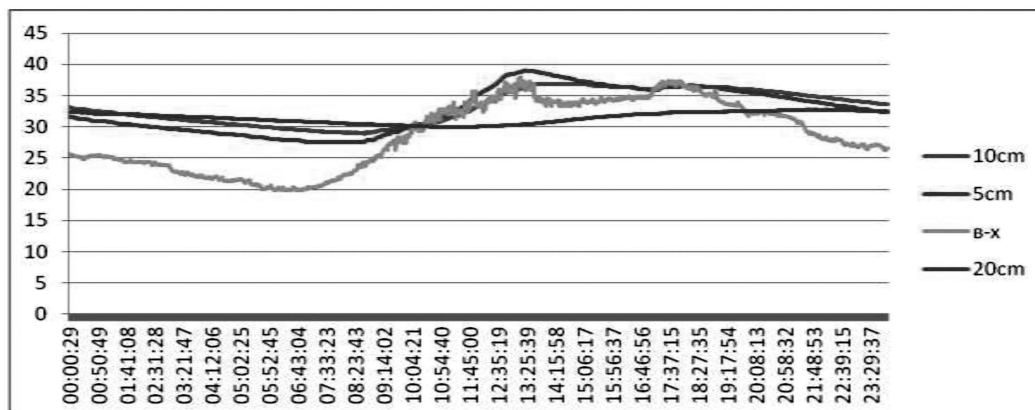
За контрола се използваше почва, неподложена на соларизация.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Многогодишните данни, регистрирани с компютъризирана метеорологична система EnviroCaster (Neogen, Michigan, USA), показват, че летните месеци юли-август (в нередки случаи

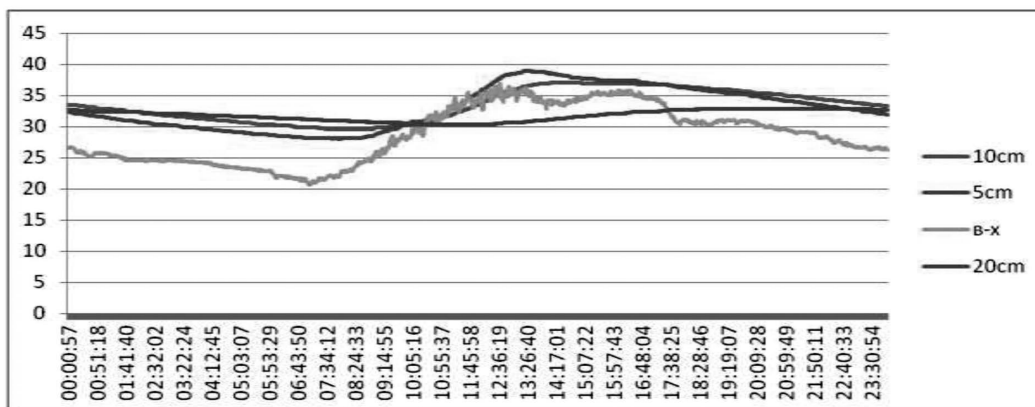
и първата половина на септември) за района на Пловдив се характеризират с екстремно високи температури, които за продължителни периоди се повишават до 35-37°C и даже до 39-41°C. Максималните стойности се задържат стабилно над 30-31°C.

По време на експеримента (юли-август-първата половина на септември 2009 г.) се отчетоха следните температурни стойности (фигури 1-5):



Фиг. 1. Изменение на температурата на въздуха и почвата на дълбочина 5, 10 и 20 cm през денонощието на 3.08.2009 г.

Fig. 1. Changes of air temperature and soil temperature, measured on 5, 10 and 20 cm depth, on 3 August 2009



Фиг. 2. Изменение на температурата на въздуха и почвата на дълбочина 5, 10 и 20 cm през денонощието на 4.08.2009 г.

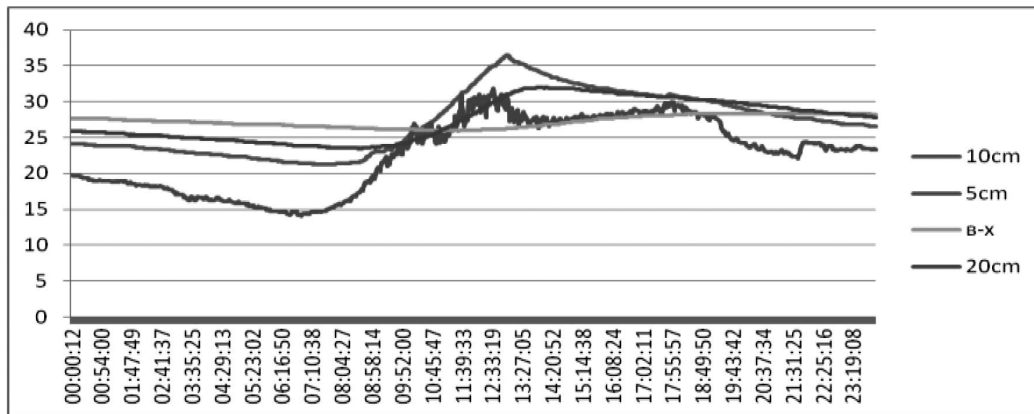
Fig. 2. Changes of air temperature and soil temperature, measured on 5, 10 and 20 cm depth, on 4 August 2009

- На дълбочина 5 cm в интервала от 12:00 до 14:00 часа температурата се повишава до 35-39 °C;

- На дълбочина до 10 cm след 12:00 часа температурата се повишава над 30°C, като в

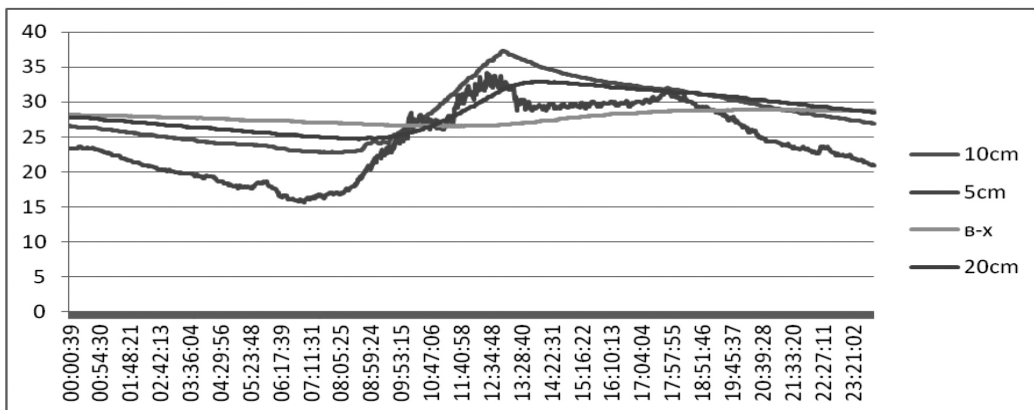
интервала от 14:00 до 20:00 часа се задържа около и над 35°C;

- На дълбочина 20 cm в дни с висока интензивност на слънчевата радиация в следобедните часове температурата се повишава над



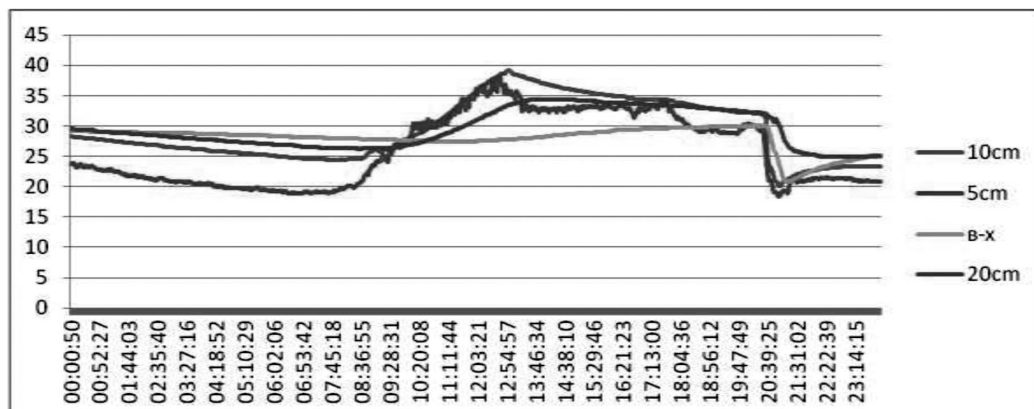
Фиг. 3. Изменение на температурата на въздуха и почвата на дълбочина 5, 10 и 20 cm през денонощието на 2.09.2009 г.

Fig. 3. Changes of air temperature and soil temperature, measured on 5, 10 and 20 cm depth, on 2 September 2009



Фиг. 4. Изменение на температурата на въздуха и почвата на дълбочина 5, 10 и 20 cm през денонощието на 3.09.2009 г.

Fig. 4. Changes of air temperature and soil temperature, measured on 5, 10 and 20 cm depth, on 3 September 2009



Фиг. 5. Изменение на температурата на въздуха и почвата на дълбочина 5, 10 и 20 cm през денонощието на 5.09.2009 г.

Fig. 5. Changes of air temperature and soil temperature, measured on 5, 10 and 20 cm depth, on 5 September 2009

30°C и повече градуса (35-36°C) и остава постоянна до ранните часове на следващия ден (5-6 часа сутринта).

Анализът на данните показва, че през летните месеци в продължителни интервали от време се задържат трайно високи температури на въздуха - над 30-35°C до 37-39°C (в нередки случаи и 40-41°C), които са горна граница за развитие на фитопфторите патогени. Ефектът на соларизацията се повишава и като резултат на акумулиране на температурите. Известно е, че при продължителност на соларизацията от 15 до 20 дни повечето фитопфторови видове с горна граница на развитие около 35-36°C губят виталност (Lopez-Herrera et al., 1997; Szejnberg et al., 1987 и други).

Механизмът на въздействие на соларизацията протича в следната последователност. В началния етап умерената температура - 16-28°C и високата влажност провокират развитието на всички размножителни форми на фитопфторите патогени. Летален ефект се получава при 35-36°C след 8-10 дни за патогени с температурен праг на развитие 35°C (Lopez-Herrera et al., 1997). При акумулирани температури 36-45°C ооспорите запазват жизненост само 30 минути на дълбочина 15-20 cm (Katan 1981; 1991). Ефектът от слънчевата радиация се повишава и в резултат на про-

тичаща хипоксия (Burgess et al., 1999).

Обобщените данни от експеримента са показателни, че през юли-август-началото на септември за продължителни периоди температурите се задържат над 30-33-35°C:

- на 5 cm сумата от часове с температура над 30°C е 253,43 часа (10,61 дни), а над 35°C е 51 часа (2,1 дни);

- на 10 cm сумата от часове с температура над 30°C съответно е 401,26 часа (16,72 дни) и над 35°C – 125,58 часа (5,27 дни);

- на 20 cm над 30°C се натрупват 416 часа (17,4 дни), а над 35°C – 15,9 часа (0,66 дни).

Тези температури, в съчетание с протичащите процеси на хипоксия и основно на акумулативните температури, водят до оздравяване на почвата от фитопфторите патогени.

В подкрепа на направените констатации са и резултатите от опитите с примамки (baiting bioassay):

- Контрола – от 10 ябълкови плода са заразени 6 броя (60%); от 10 лимониви плода са заразени 4 броя (40%).

- Соларизация – всички 10 ябълкови плода са здрави; 10 лимониви плода - здрави.

Резултатите от опитите с растения примамки преди соларизация са представени на таблица 1. Те са показателни за съществуването на

Таблица 1. Здравен статус на почвата преди соларизация
Table 1. Phytosanitary status of soil before solarization

Подложки Rootstocks	Външен хабитус Above ground symptoms	Повреди по всмукателните коренчета Symptoms on root hairs	Повреди по главния корен Symptoms on main root	Повреди в основата на стъблото Symptoms at the crown
MM106	потиснато развитие; силна хлороза и некроза по листата; развитие на системна инфекция	+++ (повредени над 50% от всмукателните коренчета)	+++ (Раковини от 0.2 до 4-5 cm)	++++ (раковини от 0.5 до 8 cm); развитие на системна инфекция
M9	потиснато развитие; хлороза и некроза по листата; развитие на системна инфекция	+++ (повредени над 50% от всмукателните коренчета)	+++ (Раковини от 0.2 до 4-5 cm)	+++ (раковини от 0.8 до 4.5 cm)
SP4	силно потиснато развитие; хлороза и некроза по петурата; системна инфекция - увяхване на вегетационния връх	+++ (повредени са от 70 до 80% от крайните разклонения)	+++ (раковини от 0.5 до 5-6 cm), засегнати до 10 % по разклоненията от 1-ви и 2-ри разред	раковини с размери от 0.2 до 2 cm и развитие на системна инфекция



висок инфекционен фон в почвата.

След извършената соларизация нейната ефективност е проверена с растения примамки. Данните показват:

- При варианта със соларизация подложките М9, ММ106, SP4 имат нормален външен хабитус на растенията. Не се наблюдават повреди по главния корен и разклоненията от 1-ви до 4-ти разред.

- При контрола:

1. Положка М9: Външен хабитус - потиснато развитие; системна инфекция, листопад и загиване на растенията; повреди по кореновите разклонения от 1-ви до 4-ти разред - + + + +; повреди по главния корен - +++; симптоми по стъблото - + + + +.

2. Подложка ММ106: Външен хабитус - нормален; развитие на системна инфекция, листопад, загиване на растенията; повреди по кореновите разклонения от 1-ви до 4-ти разред - + + + +; повреди по главния корен - +++; симптоми по стъблото - + + + +.

3. Подложка SP4: Външен хабитус - потиснато развитие; системна инфекция, листопад и отмиране на растенията; повреди по кореновите разклонения от 1-ви до 4-ти разред - + + + +; повреди по главния корен - +++.

Легенда: + + + + - масови повреди по кореновите разклонения от 1-ви до 4-ти разред; загинали от 50 до 75% от върховете на фибрилните коренчета;

+ + + - повреди по върха и дължината на главния корен - над 30% и над 75% по корените от 1-ви разред.

+ + + + + - раковини по стъблото от 0,5 до 6 см.

На основа на проучванията върху соларизацията на почвата може да се направят следните по-важни изводи:

- За условията на страната слънчевата радиация е висока и може да се използва за оздравяване на почвата от патогени от род *Phytophthora*. През юли и август, а в нередки случаи и в началото на септември, за продължителни периоди температурата се задържа над 30-35°C, а в интервала от 11:00 до 16:00 часа се повишава и достига 36-37-39-40°C.

- Ерадикативният ефект върху фитопфоровите патогени се увеличава и от натрупаването на акумулиращи температури в слоя от 5 до 20 см дълбочина.

LITERATURE

- Lingova, S.*, 1995. *Slancheva radiazia*. Publish-say-set-agri Ltd, Sofia, Bulgaria.
- Neshev, G.*, 1997. *Gabni bolesti po pipera*. Avtoreferat. Plovdiv, Bulgaria.
- Naidenov, Ml.*, 2005. *Ekologichen podhod za borba sreshtu niakoi pochveni patogeni*. Avtoreferat. Plovdiv, Bulgaria.
- Samaliev, H.*, 2010. *Vidov i rasov sastav na galovite nematodi ot rod po oranzeriini zelenchukovi kulturi i ekosaobrasni metodi za borba s tiach*. Avtoreferat. Plovdiv, Bulgaria.
- Barrett, J.T., & Fawcett H.S.*, 1922. *Withertip, tear-stain and control of brown rot*. *Calif. Citrogr.*, 7: 232-233, 254.
- Bartnicki-Garcia, S.*, 1969. *Cell wall differentiation in the Phycomycetes*. *Phytopathology*, 59: 1065-1071.
- Bartnicki-Garcia, S.*, 1970. *Cell wall composition and other biochemical markers in fungus phylogeny*. Pages 81-102 in: *Phytochemical phylogeny*. J.B.Harborne ed., Academic Press, London, 335 p.
- Burgess, T., Mc Comb J.A., Calquboun I., Hardy G.E.Stj.*, 1999. *Increased susceptibility of Eucalyptus marginata to stem infection by Phytophthora cinnamomi resulting from root hypoxia*. *Plant pathology*, Vol.48 (6): 797-806.
- Davidse, L.C., Gerritsma O.C.M., Hofman A.E.*, 1981. *Mode d'action du metalaxyl (Mode of action of metalaxyl)*. *Phytiatr. Phytopharm.*, 30: 235-244.
- Davidse, L.C., & De Waard M.A.*, 1984. *Systemic fungicides*. Pages 191-257 in: *Advances in plant pathology*, vol. 2. D.J. Ingram and P.H. Williams Eds., Academic press, New York, 303 p.
- Davidse, L.C., Gerritsma O.C.M., Ideler J., Pie K., Velthuis G. C. M.*, 1988. *Antifungal modes of action of metalaxyl, cyprofuram, benalaxyl and oxadixyl in phenylamide-sensitive and phenylamide-resistant strains of Phytophthora megasperma f.sp. medicaginis and Phytophthora infestans*. *Crop Prot.*, 7: 347-355.
- Erwin, D.C., & Ribeiro O.K.*, 1996. *Phytophthora disease worldwide*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA .
- Fry, W.E.*, 1977. *Management with chemicals*. Pages 213-238 in: *Plant disease*, vol. 1. How disease is Managed. J.G. Horsfall and E.B. Cowling, eds. Academic press, New York, 465 p.
- Gabriel, C.J., & Cook R.J.*, 1990. *Biological control - the need of a new scientific framework*. *BioScience*, 40: 204-207.
- Gregory, P.H.*, 1983. *Some major epidemics caused by Phytophthora*. Pages 271-278. In: *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Erwin DC, *Bartnicki-Garcia J.*, Tsao PH, eds.,

- American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA.
- Griffith, J.M., A.J. Davis, B.R. Grant, 1992. Target sites of fungicides to control Oomycetes. Pags 69-100. In: Target sites of fungicide action. Eds.: W. Köller, CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Gubler, W.D., Adaskaveg J.E., Day K.R., 2009. UC IPM Pest Management Guidelines: Plum. Phytophthora root and crown rot, UC-ANR Publication 3462; <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r611100611.html>
- Heitefus, R., 1989. Crop and plant protection: the practical foundations. Halsted press, New York, USA, 261.
- Hoitink, H.A.J., & Fahy P.C., 1986. Basis of the control of soil-born plant pathogens with compost. Annu. Rev. Phytopathology, 24: 93-114.
- Jeffers, S.N., 1992. Preplant root treatments to reduce the incidence of Phytophthora species on dormant apple rootstocks. Plant disease, 76: 12-19.
- Jung, T., Schumacher J., Leonhara S., Hartmann G., Cech T., Oszako T., Duda B., Szkuta G., Orlikowski L., 2008. Widespread Phytophthora infestations of nursery stock in Central Europe as major pathway of Phytophthora disease on forest and semi-natural ecosystems. (Paper presented at Third International Workshop on Phytophthora/Pythium and related genera - "Integration of Traditional and Modern Approaches for Investigating the Taxonomy and Evolution", Torino, Italy).
- Jung, T., Stukely M.J.C., Hardy G.E.St.J., White D., Paap T., Dunstan W.A., Burgess T.I., 2011. Multiple Phytophthora species from clade 6 associated with natural ecosystems in Australia: evolutionary and ecological implications. Pessonia 26: 13-39.
- Katan, J., Greenberger A., Alan H., Grinstein A., 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. Phytopathology, 66: 683-688
- Katan, J., 1980. Solar pasteurization of soil for disease control: status and prospectus. Plant disease, 64: 450-454.
- Katan, J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pest. Annual review of phytopathology, 19: 211-36.
- Katan, J., 1987. Soil solarization. In: Inno-vative approach to plant disease control, I. Chet eds., New York, Wiley inter science publication. [74-105].
- Katan, J., & De Vay J. E., 1991. Soil solarization. CRC Press, Boca Raton, Fla. 256.
- Klotz, L.J. & Wolfe de T.A., 1960. The production and use of zoospore suspension of Phytophthora spp. for investigations on diseases of citrus. Pl. Dis. Rep., 44: 572-573.
- Lopez-Herrera, C.J., Perez-Jimenez R.M., Basallote-Ureba M.J., Bonilla T. Zea., Melero-Vara J.M., 1997. Effect of soil solarization on the control of Phytophthora root rot in avocado. Plant pathology, Vol. 46 (3): 339-340.
- Mlagczuk, M., 1983. Microbial antagonism to Phytophthora. pp. 197-218, In: Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology. D.C. Erwin, S. Bartnicki-Garcia & P.H. Tsao (Eds.), APS, St. Paul, Minnesota, USA.
- Newhook, F.J., 1959. The association of Phytophthora spp. with mortality of Pinus radiata and other conifers. I. Symptoms and epidemiology on shelter belts. N.Z. J. Agric. Res. 2: 808-843.
- Newhook, F.J., 1988. Phytophthora prevention and cure. Growing Today (Dec./Jan.), 31-33.
- Stapleton, J.J. & DeVay J.E., 1982. Effect of soil solarization on populations of selected soil borne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. Phytopathology, 72: 323-326.
- Stapleton, J.J. & DeVay J.E., 1986. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. Crop Prot., 5: 190-198.
- Steinhausen, W.R., 1979. On the importance of plant pathogenic organisms assessed by literature studies. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz 86: 86-92.
- Sztejnberg, A., Freeman S., Chet I., Katan J., 1987. Control of Rosellinia necatrix in soil and in apple orchard by solarization and Trichoderma harzianum. Plant Disease, 71: 365-369.
- Tsao, P.H., 1983. Factors affecting isolation and quantification of Phytophthora from soil. Pages 219-236, In: Phytophthora: Its biology, taxonomy, ecology and pathology. D.C Erwin, S. Bartnicki-Garcia, P.H. Tsao Eds., APS, St. Paul, Minnesota, USA.
- Zentmyer, G.A., 1983. The world of Phytophthora. Pages 1-8, in: Phytophthora-its biology, taxonomy, ecology, and pathology. Erwin D.C., S. Bartnicki-Garcia and P.H. Tsao eds., APS, St. Paul, Minn., USA. (292 pp)
- Wang, M.C. & Bartnicki-Garcia S., 1973. Novel phosphoglucons from the cytoplasm of Phytophthora palmivora and their selective occurrence in certain life cycle stages. J. Biol. Chem., 248: 4112-4118.
- Wilcox, W.F. & Ellis M.A., 1998. Phytophthora root and crown rots of peach trees in the eastern Great Lakes region. Plant Dis., 73: 794-798.

Статията е приета на 30.07.2013 г.
Рецензент - проф. д-н Стойчо Каров
E-mail: profskarov_1933@abv.bg