

## MOŻLIWOŚĆ BEZPOŚREDNIEGO DZIAŁANIA NAWOZU SOLFAN PK NA NIEKTÓRE PATOGENY ROŚLIN

### POSSIBILITY OF A DIRECT ACTION OF THE FERTILIZER SOLFAN PK AGAINST SOME PLANT PATHOGENS

**Adam T. Wojdyla**

Instytut Ogrodnictwa

ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

e-mail: Adam.Wojdyla@inhort.pl

#### Abstract

A study was conducted *in vitro* on the direct action of the fertilizer Solfan PK (48% potassium carbonate, 48% monopotassium phosphate), added in doses of 0, 100, 500, 1000, 3000 and 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  to potato dextrose agar (PDA), on the growth of pathogen cultures. The pathogens tested were: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, *Myrothecium roridum*, *Paraconiothyrium fuckelii*, *Pestalotia funerea*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora cinnamomi*, *P. cryptogea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*. It was shown that Solfan PK added to PDA medium in a dose of 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  completely inhibited the growth of the mycelium of *Phytophthora cinnamomi* and *P. cryptogea*. For the mycelium of *B. cinerea*, *P. fuckelii* and *S. sclerotiorum*, the extent of growth inhibition was more than 79%. On the other hand, the fertilizer used at concentrations of 100 and 500  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  was observed to stimulate the growth of cultures of most of the pathogens tested. The study also demonstrated that Solfan PK introduced into the medium at concentrations from 100 to 3000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  did not inhibit the germination of spores of *A. alternata*, *B. cinerea*, *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, and *M. roridum*. At the highest concentration of 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , inhibition of germination to the extent of a few percent was recorded. Of all the pathogens tested, only in the case of *Diplocarpon rosae* was the recorded inhibition of spore germination from 53% (100  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) to 100% (1000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  and above). By comparison, spraying rose shrubs with the fertilizer Solfan PK at a concentration of 0.5% resulted in the inhibition of germination of *D. rosae* spores to the extent of nearly 92% after 1 day, 79% after 7 days, and 49% after 14 days.

Key words: fertilizer, Solfan PK, direct action, inhibition, mycelium, spores

#### WSTĘP

Na rynku nie ma odpowiedniej liczby substancji aktywnych fungicydów przeznaczonych do ochrony roślin ozdobnych. Następstwem tego jest ograniczona liczba środków o różnych mechanizmach działania na patogeny, umożliwiających rotację stosowanych fungicydów w ochronie roślin. Sytua-

cja taka stwarza ogromne ryzyko powstawania odpornych patogenów na stosowane fungicydy. Podjęcie badań nad wykorzystaniem związków niebędących środkami ochrony wydaje się szczególnie interesujące w ochronie roślin ozdobnych. Nowe, niekonwencjonalne preparaty powinny odznaczać się odmiennym mechanizmem działania niż dotychczas stosowane fungicydy. W ostatnich latach w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach szczególnie obiecujące wyniki w ochronie roślin ozdobnych przed patogenami uzyskano stosując nalistnie nawóz Solfan PK. W przeprowadzonych badaniach wykazano wysoką skuteczność nawozu Solfan PK w ochronie roślin ozdobnych przed mączniakiem prawdziwym róży (*Podosphaera pannosa*), czarną plamistością róży (*Diplocarpon rosae*), rdzą malwy i wierzby (*Puccinia malvacearum*, *Melampsora epitea*) oraz szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) (Wojdyła i in. 2010a, b; 2011; 2013). Dotychczasowe dane literaturowe wskazują na hamujący wpływ składników nawozu Solfan PK na rozwój mączniaka prawdziwego w uprawach roślin ozdobnych i sadowniczych, powodowanego przez *Oidium mangiferae*, *Podosphaera pannosa*, *Uncinula necator* (Reuveni i Reuveni 1995; Wojdyła i in. 2009) oraz parcha jabłoni – *Venturia inaequalis* (Jamar i in. 2007; Kelderer i in. 2008). W ostatnich latach podejmowane są próby wyjaśnienia mechanizmów działania poszczególnych składników nawozu Solfan PK na rozwój patogenów (Mucharromah i Kuc 1991; Reuveni i in. 1998).

Węglan potasu, jeden ze składników nawozu, w środowisku wodnym przechodzi do formy wodorowęglanowej (Traynor 2009). Wodorowęglan potasu oraz fosforan potasowy (drugi składnik nawozu Solfan PK) wykazują bezpośrednie działanie na czynniki chorobotwórcze – powodują odwodnienie oraz silną deformację grzybni i zarodników (Reuveni i in. 1998; Wojdyła i in. 2010a). W chronionych roślinach użyte fosforany indukują systemiczną odporność na bakterie, grzyby i wirusy (Mucharromah i Kuc 1991). Mechanizm bezpośredniego i pośredniego działania Solfanu PK na patogeny może okazać się szczególnie istotny w zwalczaniu ras patogenów odpornych na stosowane fungicydy.

Celem badań było wykazanie bezpośredniego działania nawozu Solfan PK na niektóre patogeny roślin.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 2012–2013 prowadzono badania nad nawozem Solfan PK (48% węglanu potasowego, 48% fosforanu monopotasowego oraz dodatki wspomagające działanie). W warunkach *in vitro* oceniano wpływ nawozu Solfan PK, dodanego do pożywki glukozowo-ziemniaczanej (PDA) w dawce 0, 100, 500, 1000, 3000 lub 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , na wzrost grzybni patogenów pochodzących z różnych gatunków roślin. Badania obejmowały następujące pa-

togeny grzybowe: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Paraconiothyrium fuckelii*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, *Myrothecium roridum*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cryptogea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Mierzono średnicę kolonii badanego patogena i wyliczano jej powierzchnię w okresie 3–17 dni inkubacji w temperaturze 22 °C.

W kolejnych badaniach określano wpływ nawozu Solfan PK, zastosowanego do pożywki PDA, na kiełkowanie zarodników *A. alternata*, *B. cinerea*, *D. rosae*, *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, *M. roridum*. Po dodaniu badanego nawozu do pożywki i jej zestaleniu nanoszono kroplę zawiesiny zarodników i rozprowadzano ją po powierzchni szklaną bagietką. Zarodniki pozyskiwano z kilkunastodniowych kultur badanych patogenów rosnących na pożywce PDA. Po wprowadzeniu na pożywkę wody wraz z Tween 20 w stężeniu 0,01%, skalpelem zeszkrobywano zarodniki do zlewki, a następnie dodawano niewielką ilość wody. Zawiesinę zarodników dokładnie mieszano, a następnie sączono przez sterylną watę, aby usunąć resztki grzybni. Przy użyciu hemocytometru określano liczbę zarodników w zawieszynie, a przez uzupełnianie wody uzyskiwano zawiesinę o zawartości 100 tysięcy zarodników w 1 ml. Po 18 godzinach inkubacji w cieplarni, gdzie utrzymywano temperaturę 22 °C, liczono kiełkujące zarodniki przy użyciu mikroskopu.

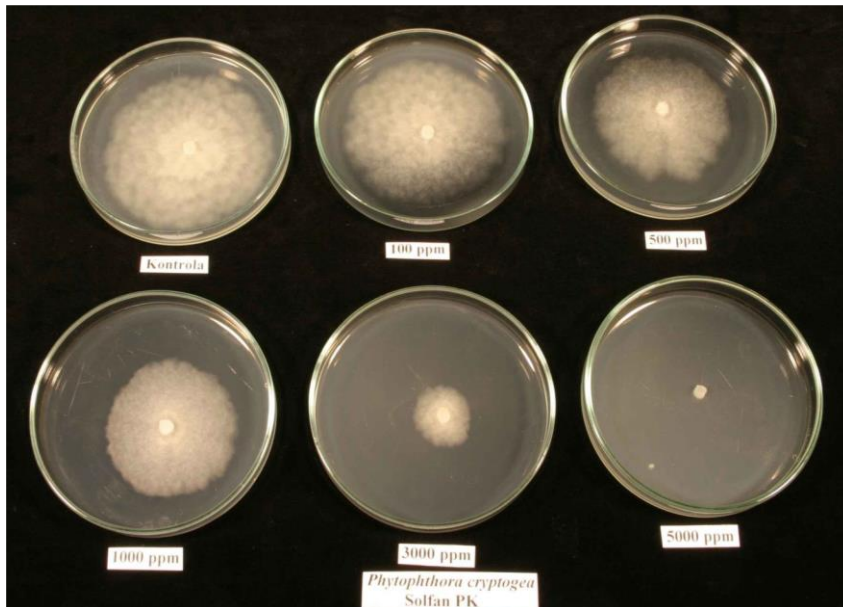
W następnym doświadczeniu przeprowadzonym w tunelu foliowym krzewy róż 'Red Berlin' z widocznymi objawami zarodnikowania grzyba *D. rosae* opryskiwano nawozem Solfan PK w stężeniu 0,5%. Jako standard zastosowano fungicyd Domark 100 EC w stężeniu 0,05%. Liście pobierano po 1, 7 oraz 14 dniach od opryskiwania roślin, a następnie po wprowadzeniu na powierzchnię plamy kropli wody skalpelem zeszkrobywano zarodniki do szalki Petriego na pożywkę PDA. Z każdej pojedynczej plamy zarodniki były zeszkrobywane tylko do jednej szalki. Kolejną kroplę wody wprowadzono na pożywkę, a następnie bagietką rozprowadzano zarodniki po powierzchni. Aby ograniczyć rozwój bakterii wprowadzano do pożywki róż bengalski w dawce 0,5 mg·dm<sup>-3</sup> oraz 80 000 jednostek penicyliny. Po 24 godzinach w 5 różnych miejscach na szalce w polu widzenia pod mikroskopem liczono 20 zarodników.

Doświadczenia w warunkach *in vitro* prowadzono na szalkach Petriego o średnicy 90 mm w 5 powtórzeniach. Powtórzenie stanowiła jedna szalka. W tunelu foliowym doświadczenie założono w układzie bloków losowych 5 krzewów w 4 powtórzeniach. Uzyskane dane opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnicy pomiędzy średnimi oceniono testem Duncana przy poziomie  $p = 0,05$ . Następnie dla poszczególnych obiektów obliczono procent ograniczenia powierzchni kultury lub liczby kiełkujących zarodników w stosunku do obiektu kontrolnego (niechronionego), posługując się uproszczonym wzorem Abbotta (1925).

## WYNIKI I DISKUSJA

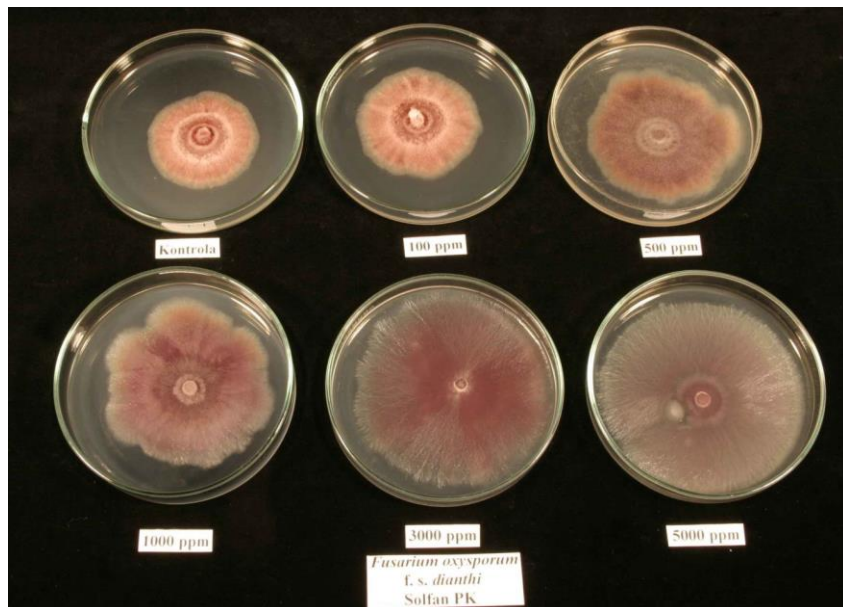
Badania nad wzrostem kultur testowanych patogenów wykazały, że Solfan PK w dawce  $5000 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  całkowicie hamował wzrost grzybni *P. cinnamomi* oraz *P. cryptogea* (fot. 1). W przypadku grzybni *B. cinerea*, *P. fuckelii* i *S. sclerotiorum* stwierdzono ponad 79% zahamowanie wzrostu. Nawóz Solfan PK w dawce  $100 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , oprócz *A. alternata*, *C. gloeosporioides*, *P. fuckelii* oraz *S. sclerotiorum*, stymulował wzrost grzybni pozostałych badanych gatunków (tab. 1, 2). W przypadku *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* w prawie każdym z badanych stężeń nawozu obserwowano lepszy wzrost grzybni. Większe dawki nawozu powodowały intensywniejszy wzrost grzybni tego patogena (fot. 2). Badania przeprowadzone przez innych autorów również wykazały wysoką skuteczność węglanu potasu i wodorowęglanu potasu w hamowaniu wzrostu kultur różnych patogenów. Palmer i in. (1997) w badaniach *in vitro* stwierdzili bardzo silne ograniczenie wzrostu *B. cinerea* po wprowadzeniu do pożywki węglanu potasu i wodorowęglanu potasu w ilości 25 mM. Jamar i in. (2007) wykazali, że dodanie do pożywki agarowo-maltozowej wodorowęglanu potasu w stężeniu 1000 ppm spowodowało 40%, a przy stężeniu 10000 ppm aż 89% zahamowanie wzrostu kultur *Venturia inaequalis*. Aharoni i in (1997) stwierdzili 50% zahamowanie wzrostu kolonii grzybów w obecności wodorowęglanu sodu w stężeniu: 0,3% dla *Rhizopus stolonifer*, 0,85% dla *A. alternata* oraz 1,35% dla *Fusarium* spp. W badaniach tych autorów wzrost grzybni *R. stolonifer* był całkowicie zahamowany przy stężeniu 0,5% wodorowęglanu sodu. W przypadku pozostałych badanych grzybów nawet stężenie nawozu na poziomie 3% nie spowodowało całkowitego zahamowania wzrostu grzybni. Wymienieni autorzy sugerują fungistatyczne, a nie fungicydalne działanie wodorowęglanu sodu. Badania Korzeniowskiego (2015) przeprowadzone w warunkach testów szklarniowych i polowych wskazują, że spośród badanych gatunków *Phytophthora* najtrudniejszymi do ograniczania były *P. cinnamomi* i *P. cryptogea*. Dlatego szczególnie cenne wydają się uzyskane wyniki wskazujące na całkowite zahamowanie wzrostu kultur *P. cinnamomi* oraz *P. cryptogea* przez nawóz Solfan PK.

Nawóz Solfan PK wprowadzany do pożywki w dawce od 100 do  $3000 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  nie miał wpływu na kiełkowanie zarodników *A. alternata*, *B. cinerea*, *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, *M. roridum* (tab. 2). Jedynie przy najwyższej dawce nawozu ( $5000 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) zanotowano kilkuprocentowe zahamowanie kiełkowania zarodników powyższych patogenów (tab. 2). Skuteczność nawozu Solfan PK, zastosowanego w dwóch najniższych dawkach, w hamowaniu kiełkowania zarodników *D. rosae* wahała się od 53% (w dawce  $100 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) do 87% (w dawce  $500 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ). Zastosowanie nawozu w dawkach 1000, 3000 i  $5000 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  całkowicie zahamowało kiełkowanie zarodników powyższego patogena (tab. 3).



Fot. 1. Wpływ różnych zawartości nawozu Solfan PK w pożywce na wzrost *Phytophthora cryptogea*

Photo 1. Influence of different dose of fertilizer Solfan PK added to potato-dextrose agar on the growth of *Phytophthora cryptogea*



Fot. 2. Wpływ różnych zawartości nawozu Solfan PK w pożywce na wzrost *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*

Photo 2. Influence of different dose of fertilizer Solfan PK added to potato-dextrose agar on the growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*

Tabela 1. Wpływ nawozu Solfan PK w pożywce glukozowo-ziemniaczanej na wzrost kultur patogenów; pole powierzchni w cm<sup>2</sup>Table 1. Influence of fertilizer Solfan PK added to potato-dextrose agar on the growth of pathogens; surface area in cm<sup>2</sup>

Patogen Pathogen	Dawka nawozu; Dose of fertilizer (µg·ml <sup>-1</sup> )					
	100	500	1000	3000	5000	0
<i>Alternaria alternata</i>	15,14 a	24,13 c	28,00 d	30,43 e	20,11 b	20,23 b
<i>Botrytis cinerea</i>	52,71 d	49,73 d	34,43 c	24,03 b	4,77 a	47,16 d
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	32,99 d	30,19 c	28,75 c	24,81 b	20,60 a	33,92 d
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	23,44 a	19,36 a	31,75 b	57,42 c	57,22 c	20,60 a
<i>Myrothecium roridum</i>	41,07 c	31,08 ab	32,30 ab	28,33 a	28,41 a	34,66 b
<i>Paraconiothyrium fuckelli</i>	33,73 d	23,98 c	20,88 c	15,33 b	8,44 a	40,41 e
<i>Pestalotia funerea</i>	23,02 d	32,61 e	15,12 bc	7,74 a	10,70 ab	17,94 c
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	35,30 c	37,0 c	22,33 b	5,11 a	0,0 a	27,68 b
<i>Phytophthora cryptogea</i>	34,03 c	30,50 c	16,05 b	2,28 a	0,0 a	27,59 c
<i>Pythium ultimum</i>	63,62 e	59,49 d	51,54 c	36,09 b	26,68 a	58,37 d
<i>Rhizoctonia solani</i>	59,83 c	48,04 b	44,78 b	45,39 b	27,37 a	45,75 b
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	48,20 c	44,83 c	45,90 c	23,31 b	9,71 a	50,53 c

Średnie oznaczone tą samą literą w poszczególnych wierszach nie różnią się istotnie ( $p = 0,05$ ) według testu Duncana; Mean values marked with the same letter do not differ at the significance level  $p = 0.05$  according to the Duncan's test

Tabela 2. Wpływ nawozu Solfan PK w pożywce glukozowo-ziemniaczanej na procentowe zahamowanie wzrostu kultur patogenów

Table 2. Influence of fertilizer Solfan PK added to potato-dextrose agar on percent inhibition of the growth of pathogens

Patogen Pathogen	Dawka nawozu; Dose of fertilizer (µg·ml <sup>-1</sup> )				
	100	500	1000	3000	5000
<i>Alternaria alternata</i>	25,2	+19,3	+38,4	+50,4	0,59
<i>Botrytis cinerea</i>	+11,8	+5,4	27,0	49,1	89,9
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2,7	11,0	15,2	26,9	39,3
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	+13,8	6,0	+54,2	+178,8	+177,8
<i>Myrothecium roridum</i>	+18,5	10,3	6,8	18,2	18,0
<i>Paraconiothyrium fuckelli</i>	16,5	40,6	48,3	62,1	79,1
<i>Pestalotia funerea</i>	+28,3	+81,8	15,7	56,9	40,4
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	+27,5	+33,6	19,3	81,6	100
<i>Phytophthora cryptogea</i>	+23,3	+10,5	41,8	91,7	100
<i>Pythium ultimum</i>	+9,0	+1,9	11,7	38,2	54,3
<i>Rhizoctonia solani</i>	+30,8	+5,0	2,1	0,8	40,2
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	4,6	11,3	9,2	53,9	80,8

Uwaga: patrz Tabela 1; Note: see Table 1

Tabela 3. Wpływ nawozu Solfan PK w pożywce glukozowo-ziemniaczanej na kiełkowanie zarodników *Diplocarpon rosae*Table 3. Influence of fertilizer Solfan PK added to potato-dextrose agar on inhibition of spore germination of *Diplocarpon rosae*

Kombinacje Combination	Dawka Dose ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ )	Procent kiełkujących zarodników Percent of germinating spores	Procentowa skuteczność w hamowaniu kiełkowania zarodników Percentage inhibition of spore germination
Kontrola; Control	-	77,23 d	-
Solfan PK	100	36,24 c	53,1 c
Solfan PK	500	9,95 b	87,1 b
Solfan PK	1000	0,00 a	100 a
Solfan PK	3000	0,00 a	100 a
Solfan PK	5000	0,00 a	100 a

Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie ( $p = 0,05$ ) według testu Duncana; Mean values marked with the same letter for each column do not differ at the significance level ( $p = 0.05$  according to the Duncan's test)

Opryskiwanie krzewów róż nawozem Solfan PK w stężeniu 0,5% powodowało zahamowanie kiełkowania zarodników *D. rosae* po jednym dniu o ok. 92%, po 7 dniach – 79%, a po 14 dniach – 49% (tab. 4). Dane literaturowe potwierdzają możliwość ograniczania kiełkowania sklerocji przez składniki nawozu Solfan PK. Punja i Grogan (1982) w badaniach na płytkach agarowych wykazali grzybobójcze działanie węglanu i wodorowęglanu amonu, potasu, litu i sodu na sklerocja *Sclerotium rolfsii*. Natomiast Arslan i in. (2006) wykazali całkowite zahamowanie kiełkowania zarodników rdzy *Uromyces appendiculatus* i *Puccinia triticina* po wprowadzeniu do pożywki PDA wodorowęglanu potasu w stężeniu 0,006 M lub węglanu potasu – 0,012 M dla *U. appendiculatus* oraz 0,004 M dla *P. triticina*. Opryskiwanie wodorowęglanem sodu w stężeniu 0,2% ogórka z objawami mączniaka prawdziwego (*Sphaerotheca fulginea*) spowodowało zahamowanie kiełkowania zarodników konidialnych w 80–100%, a także silne ograniczenie wzrostu grzybni (Homma i in. 1981). Mlikota Gabler i Smilanick (2001) w warunkach *in vitro* wykazali 95% zahamowanie kiełkowania zarodników *B. cinerea* przy zawartości w pożywce 17 mM węglanu potasu lub 58 mM wodorowęglanu potasu.

Przeprowadzone badania własne w warunkach *in vitro* wykazały bezpośrednie hamujące działanie nawozu Solfan PK na wzrost grzybni i kiełkowanie zarodników badanych gatunków patogenów.

Tabela 4. Wpływ opryskiwania krzewów róż na kiełkowanie zarodników *Diplocarpon rosae*  
 Table 4. Effect of spraying shrub roses on the germination of *Diplocarpon rosae* spores

Kombinacja Treatment	Stężenie Concentration (%)	Procent kiełkujących zarodników po dniach Percent of germinating spores after days			Procentowa skuteczność w hamowaniu kiełkowania zarodników po dniach Percentage inhibition of spore germination after days		
		1	7	14	1	7	14
Kontrola	-	82,48 c	72,48 c	74,73 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Domark 100 EC	0,05	0,0 a	4,74 a	18,92 a	100,0 a	93,5 a	74,7 a
Solfan PK	0,5	6,98 b	15,25 b	38,00 b	91,5 b	79,0 b	49,2 b

Uwaga: patrz Tabela 3; Note: see Table 3

#### WNIOSKI

1. Nawóz Solfan PK w pożywce glukozowo-ziemniaczanej w dawce 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  całkowicie hamował wzrost grzybni *P. cinnamomi* oraz *P. cryptogea*. W przypadku grzybni *B. cinerea*, *P. fuckelii* i *S. sclerotiorum* stwierdzono ponad 79% zahamowanie wzrostu kultur. Zastosowanie nawozu w dawce 100 i 500  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  stymulowało wzrost grzybni większości badanych patogenów.
2. Dodatek nawozu Solfan PK do pożywki na ogół nie miał wpływu na kiełkowanie zarodników *A. alternata*, *B. cinerea*, *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, *M. roridum*. Jedynie przy najwyższym stężeniu nawozu (5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) zanotowano kilkuprocentowe zahamowanie kiełkowania zarodników.
3. Skuteczność nawozu Solfan PK w hamowaniu kiełkowania zarodników *D. rosae* wynosiła 53% przy dawce nawozu w pożywce 100  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  oraz 87% przy dawce 500  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ . Przy dawce nawozu 1000, 3000 i 5000  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  nie stwierdzono kiełkowania zarodników tego patogena.
4. Oprysk krzewów róż nawozem Solfan PK w stężeniu 0,5% hamował kiełkowanie zarodników *D. rosae* w 92% po 1 dniu, 79% po 7 dniach oraz w 49% po 14 dniach.
5. Przeprowadzone badania wykazały bezpośrednie działanie nawozu Solfan PK na patogeny. Z uwagi na rozprzestrzenianie się większości patogenów grzybowych przez zarodniki, hamowanie ich kiełkowania przez nawóz Solfan PK może mieć praktyczne zastosowanie w integrowanej ochronie.

#### Literatura

Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265–267. DOI: 10.1093/jee/18.2.265a.



- Aharoni Y., Fallik E., Copel A., Gil M., Grinberg S., Klein J.D. 1997. Sodium bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. *Postharvest Biology and Technology* 10: 201–206. DOI: 10.1016/s0925-5214(97)01412-9.
- Arslan U., Ilhan K., Karabulut A. 2006. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds for the control of bean rust and wheat leaf rust. *Journal of Phytopathology* 154: 534–541. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2006.01144.x.
- Homma Y., Arimoto Y., Misato T. 1981. Effect of sodium bicarbonate on each growth stage of cucumber powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. *Journal of Pesticide Science* 6: 201–209. DOI: 10.1584/jpestics.6.201.
- Jamar L., Lefrancq B., Lateur M. 2007. Control of apple scab (*Venturia inaequalis*) with bicarbonate salts under controlled environment. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114(5): 221–227. DOI: 10.1007/bf03356221.
- Kelderer M., Casera C., Lardschneider E. 2008. Formulated and unformulated carbonates to control apple scab (*Venturia inaequalis*) on organic apple. W: Boos M. (red.), *Ecofruit – Proceedings*, s. 47–53.
- Korzeniowski M. 2015. Chemiczne i biologiczne możliwości minimalizacji zagrożeń powodowanych przez gatunki rodzaju *Phytophthora* w uprawie roślin ozdobnych. Praca doktorska. Uniwersytet Rolniczy, Kraków, 112 s.
- Mlikota Gabler F., Smilanick J.L. 2001. Postharvest control of table grape gray mold on detached berries with carbonate and bicarbonate salt and disinfectants. *American Journal of Enology and Viticulture* 52(1): 12–20.
- Mucharromah E., Kuc J. 1991. Oxalate and phosphates induce systemic resistance against diseases caused by fungi, bacteria and viruses in cucumber. *Crop Protection* 10(4): 265–270. DOI: 10.1016/0261-2194(91)90004-b.
- Palmer C.L., Horst R.K., Langhans R.W. 1997. Use of bicarbonates to inhibit in vitro colony growth of *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81(12): 1432–1438. DOI: 10.1094/pdis.1997.81.12.1432.
- Punja Z.K., Grogan R.G. 1982. Effects of inorganic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 72: 635–639. DOI: 10.1094/phyto-77-635.
- Reuveni R., Dor G., Reuveni M. 1998. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protection* 17(9): 703–709. DOI: 10.1016/s0261-2194(98)00077-5.
- Reuveni M., Reuveni R. 1995. Efficacy of foliar sprays of phosphates in controlling powdery mildews in field-grown nectarine, mango trees and grapevines. *Crop Protection* 14(4): 311–314. DOI: 10.1016/0261-2194(94)00009-w.
- Traynor J. 2009. Making “K” pay in your vineyard: dripping potassium carbonate into the system. <https://beesource.com/point-of-view/joe-traynor/making-k-pay-in-your-vineyard-dripping-potassium-carbonate-into-the-system/> [28.11.2018]
- Wojdyła A.T., Orlikowski L.B., Świętosławski J. 2009. Skuteczność wodorowęglanu potasowego (KHCO<sub>3</sub>) i jego formułacji w zwalczaniu mączniaka prawdziwego i rzekomego róży. XIII Ogólnopolska Konferencja Szkółkarska

- „Produkcja drzew i krzewów ozdobnych oraz ich wykorzystanie w terenach zurbanizowanych”, Skierniewice, 3–4 marca, s. 95–98.
- Wojdyła A.T., Wieczorek W., Świętosławski J. 2010a. Nawóz do ochrony róż przed mączniakiem prawdziwym. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50(1): 402–405.
- Wojdyła A.T., Wieczorek W., Świętosławski J. 2010b. Solplant PK nowy nawóz do ochrony malwy i wierzby przed rdzą. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 554(1): 315–321.
- Wojdyła A.T., Wieczorek W., Świętosławski J. 2011. Nawóz powodujący obniżenie występowania szarej pleśni w roślinach ozdobnych *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51(2): 402–405.
- Wojdyła A.T., Wieczorek W., Świętosławski J. 2013: Skuteczność nawozu Solfan PK w ochronie róż przed czarną plamistością. *Episteme – Czasopismo naukowo-kulturalne* 20(3): 217–226.