

# PPNT

Poznański Park  
Naukowo-Technologiczny



# Innosil

## Ciecze jonowe w rolnictwie - zastosowanie do ochrony i stymulacji roślin

dr hab inż. Marcin Śmiglak

1 Innosil Sp. z o.o

2 Poznański Park Naukowo-Technologiczny, Fundacja Uniwersytetu im.  
Adama Mickiewicza w Poznaniu,



Webinarium Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego  
14.01.2025

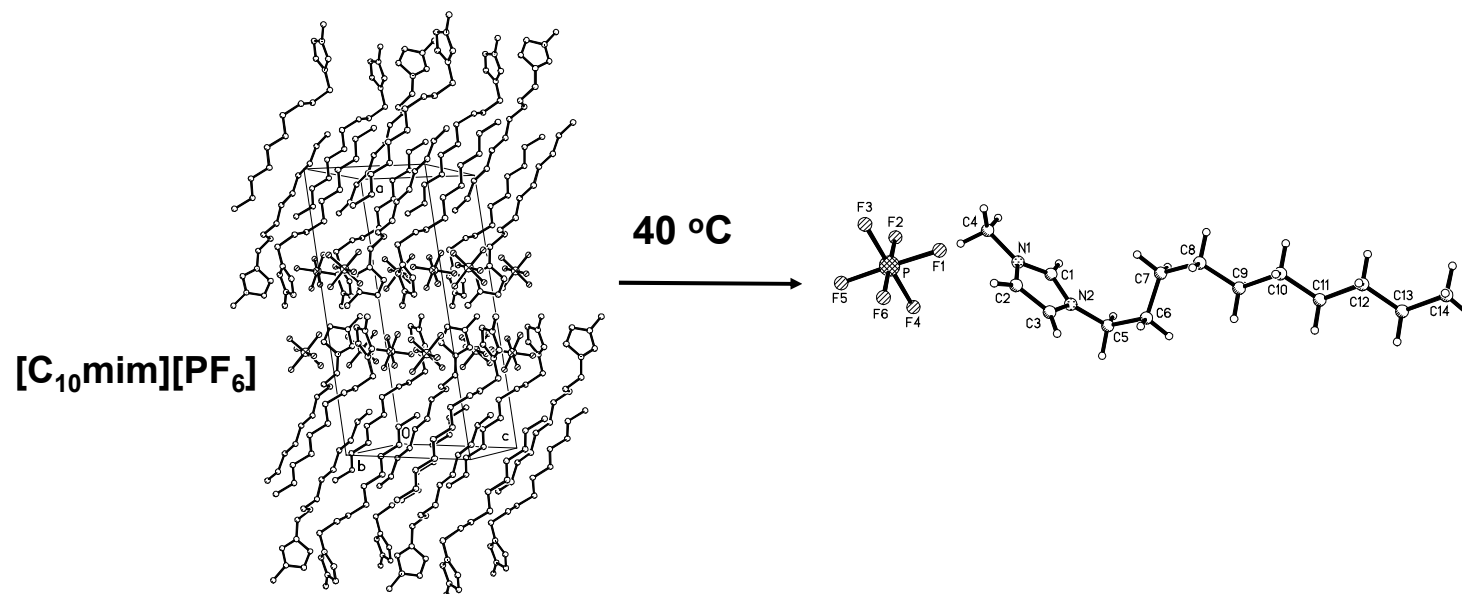
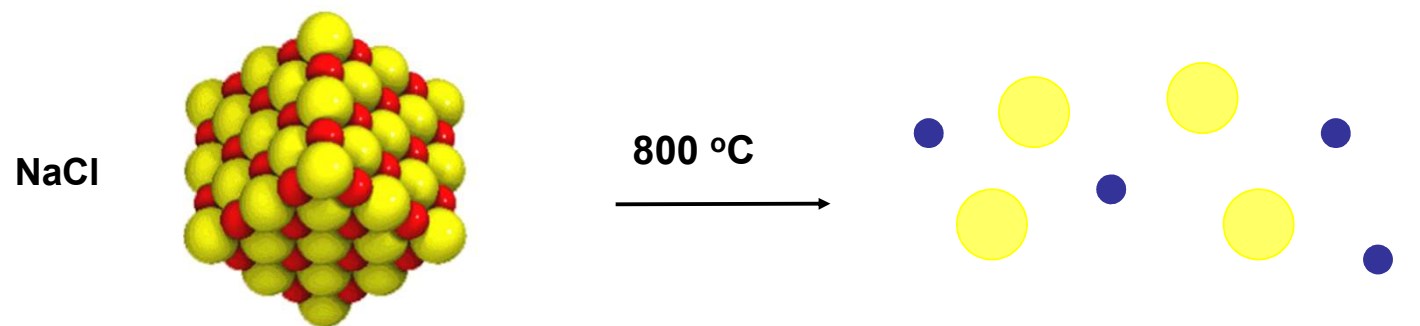
PPNT

| 02

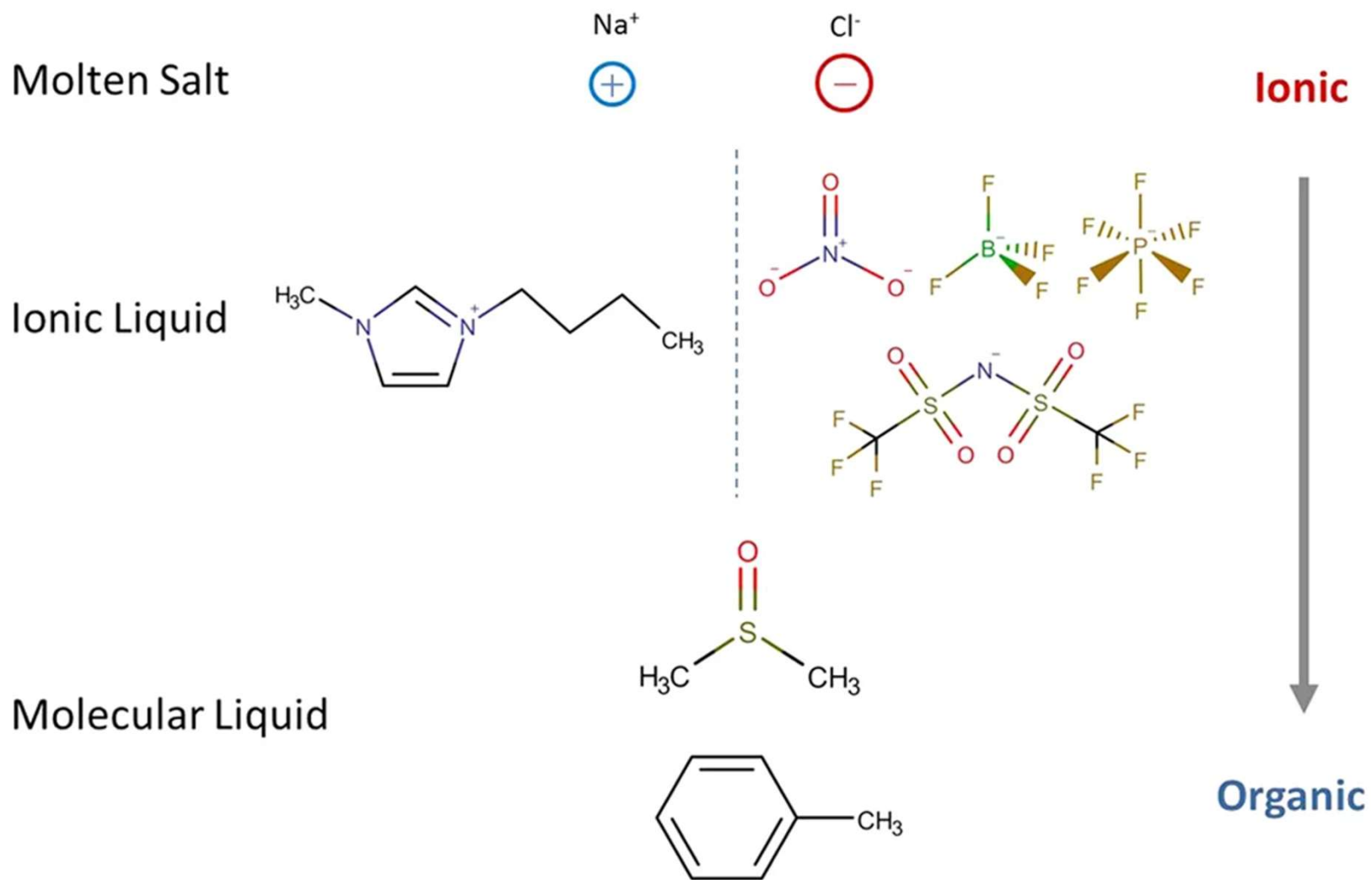
Od fascynacji chemią...

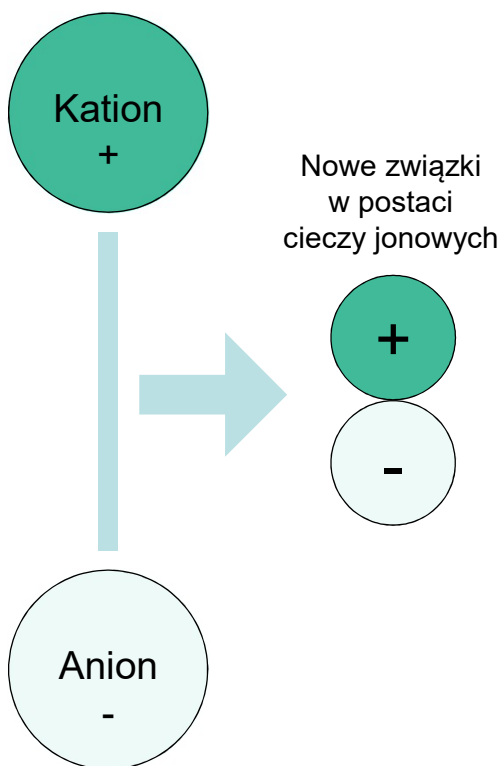


## Czym są ciecze jonowe?

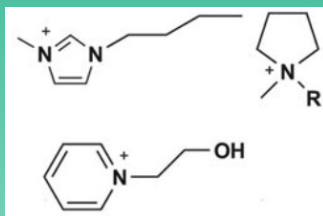


## Dlaczego ciecze jonowe są unikatowe?



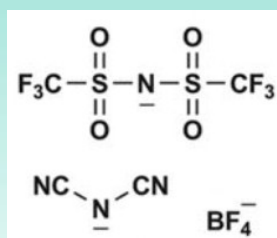


## I generacja

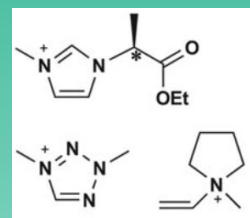


## Właściwości fizyczne:

- Temperatura topnienia
- Gęstość
- Lepkość
- Stabilność termiczna
- współczynnik załamania światła

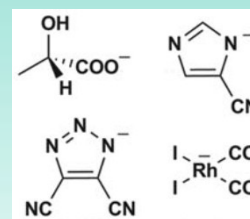


## II generacja

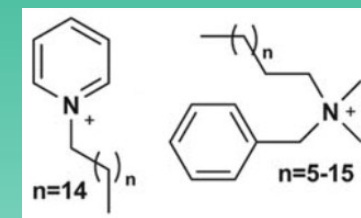


## Właściwości chemiczne:

- Reaktywność
- Wysoka gęstość energii
- Palność
- Bloker UV
- indukcja chiralna

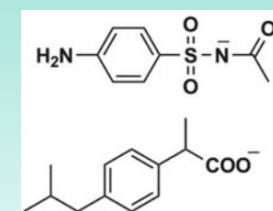


## III generacja

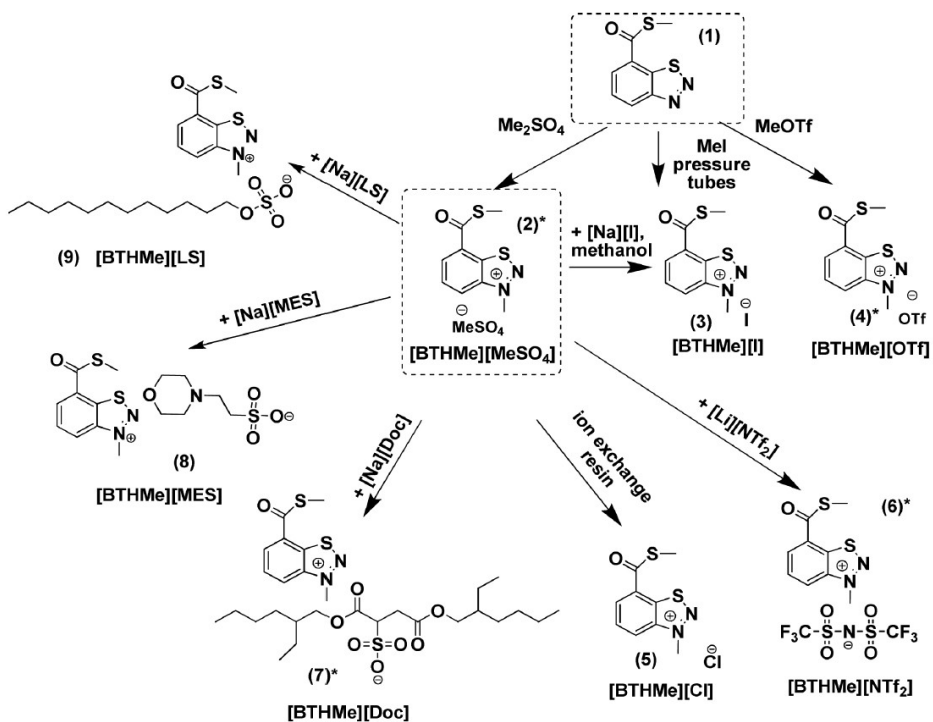


## Właściwości biologiczne:

- Znieczulające miejscowo
- Przeciwzapalne
- Przeciwwgrzybowe
- Przeciwbakteryjne
- Witamina



## 03 | Ciecze jonowe na bazie kationu BTH



Tab. 1 Właściwości fizykochemiczne otrzymanych związków

| Związek                         | Temp. topnienia [°C] | Stabilność termiczna [°C] | Rozpuszczalność w wodzie [g/l] | LogP  |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|-------|
| BTH (1)                         | 134,7                | 147,2                     | 0,007                          | 2,93  |
| BTHCOOH (11)                    | 263,3                | 198,2                     | 0,005                          | <0,00 |
| [BTHMe][MeSO <sub>4</sub> ] (2) | 118,7                | 143,9                     | >10                            | 0,32  |
| [BTHMe][I] (3)                  | 112,9                | 133,4                     | >10                            | 0,59  |
| [BTHMe][OTf] (4)                | 159,5                | 195                       | >10                            | 0,32  |
| [BTHMe][Cl] (5)                 | 124,96               | 135,96                    | >10                            | 0,31  |
| [BTHMe][NTf <sub>2</sub> ] (6)  | 87,8                 | 199,1                     | >10                            | 2,04  |
| [BTHMe][Doc] (7)                | Not observed         | 134,3                     | >10                            | 3,48  |
| [BTHMe][MES] (8)                | 131,4                | 177,6                     | >10                            | 3,50  |
| [BTHMe][LS] (9)                 | 103,6                | 174,1                     | >10                            | 2,95  |

RETURN TO ISSUE | PREVIOUS | RESEARCH ARTICLE | NEXT

New Dual Functional Salts Based on Cationic Derivative of Plant Resistance Inducer—Benzo[1,2,3]thiadiazole-7-carboxylic Acid, S-Methyl Ester

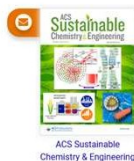
Marcin Smigaj<sup>†</sup>, Rafał Kukawka<sup>†</sup>, Piotr Lewandowski<sup>†</sup>, Marta Budziszewska<sup>‡</sup>, Aleksandra Obrepaska-Stępiowska<sup>‡</sup>, Krzysztof Krawczyk<sup>§</sup>, Agnieszka Zwolinska<sup>§</sup>, and Henryk Pospieszny<sup>§</sup>

View Author Information

Cite this: ACS Sustainable Chem. Eng. 2016, 4, 6, 368–373  
 Publication Date: April 29, 2016  
 DOI: 10.1021/acssustainablechem.6b00398  
 Copyright © 2016 American Chemical Society

Articles Views Citations  
 368 1 25

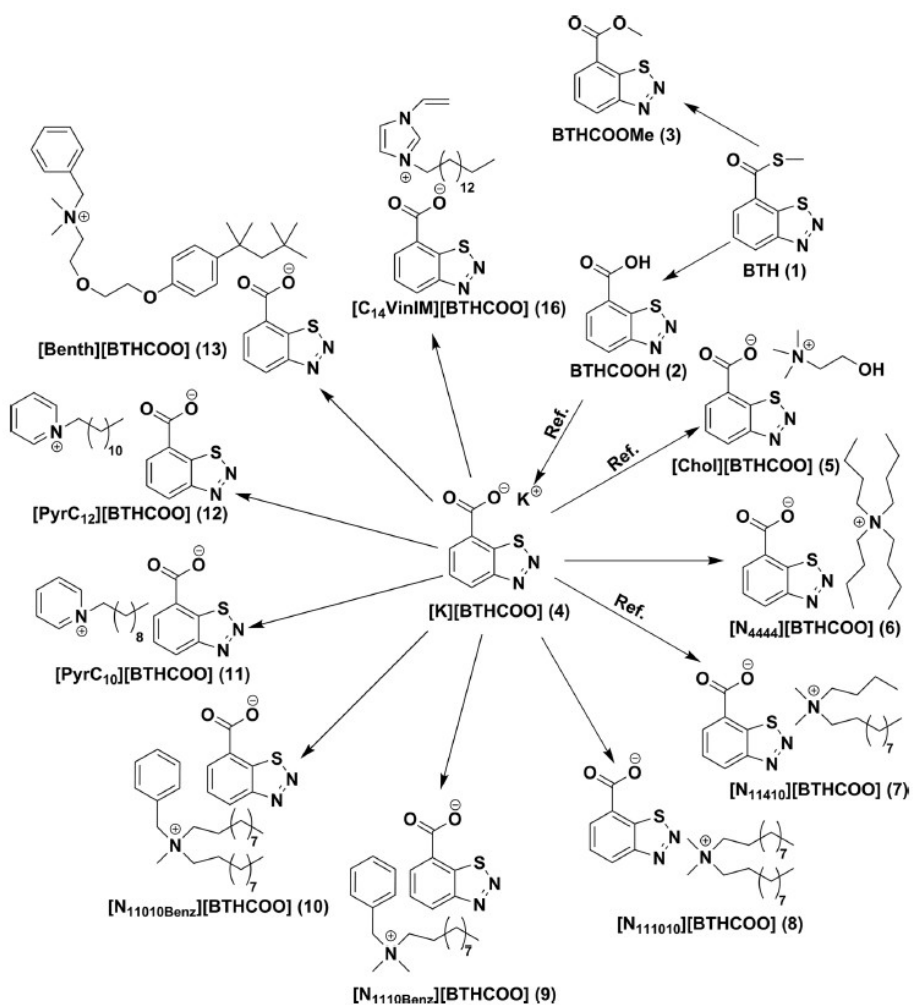
Share Add to Export



Access Through Your Institution | Other access options | Supporting Info (1)

SUBJECTS: Anions, Plants, Reaction products, Salts, Transition temperature

## 04 | Ciecze jonowe na bazie anionu BTH



Tab. 2 Właściwości fizykochemiczne otrzymanych związków

| Związek                            | Temp. topnienia [°C] | Stabilność termiczna [°C] | Rozpuszczalność w wodzie [g/l] | LogP  |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|-------|
| BTH (1)                            | 134,7                | 147,2                     | 0,007                          | 2,93  |
| BTHCOOH (2)                        | 263,3                | 198,2                     | 0,005                          | <0,00 |
| BTHCOOMe (3)                       | 118,7                | 143,9                     | 0,010                          | 2,20  |
| [K][BTHCOO] (4)                    | 118,7                | 143,9                     | >10                            | <0,00 |
| [Chol][BTHCOO] (5)                 | 112,9                | 133,4                     | >10                            | <0,00 |
| [N <sub>4444</sub> ][BTHCOO] (6)   | 159,5                | 195                       | >10                            | <0,00 |
| [N <sub>11410</sub> ][BTHCOO] (7)  | 124,96               | 135,96                    | 1,2                            | n/a   |
| [N <sub>111010</sub> ][BTHCOO] (8) | 87,8                 | 199,1                     | 0,9                            | n/a   |

RETURN TO ISSUE < PREVIOUS RESEARCH ARTICLE NEXT >

### Dual Functional Salts of Benzo[1.2.3]thiadiazole-7-carboxylates as a Highly Efficient Weapon Against Viral Plant Diseases

Marcin Smiglak<sup>††</sup>, Piotr Lewandowski<sup>††</sup>, Rafał Kukawka<sup>††</sup>, Marta Budziszewska<sup>§</sup>, Krzysztof Krawczyk<sup>§</sup>, Aleksandra Obrepalska-Stępińska<sup>§</sup>, and Henryk Pospieszny<sup>§</sup>

View Author Information

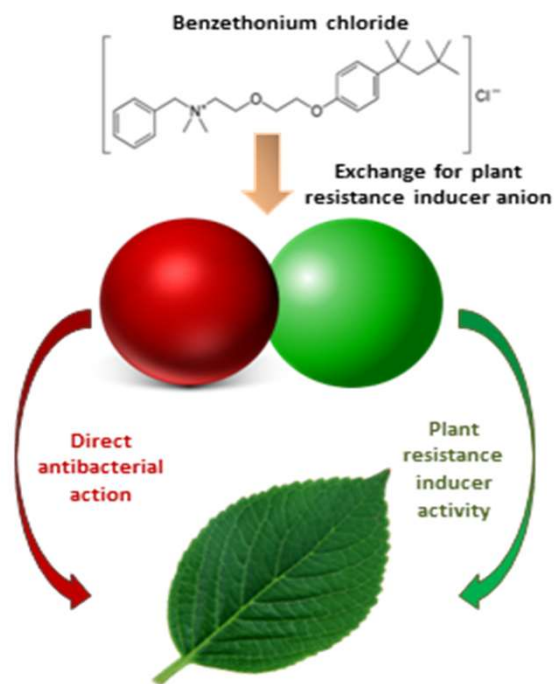
© **Cite this:** ACS Sustainable Chem. Eng. 2017, 5, 5, 4197–4204  
 Publication Date: March 22, 2017  
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b00161>  
 Copyright © 2017 American Chemical Society  
[Request reuse permissions](#)

Article Views 355  
 Altmetric 1  
 Citations 31  
[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)

Share Add to Export



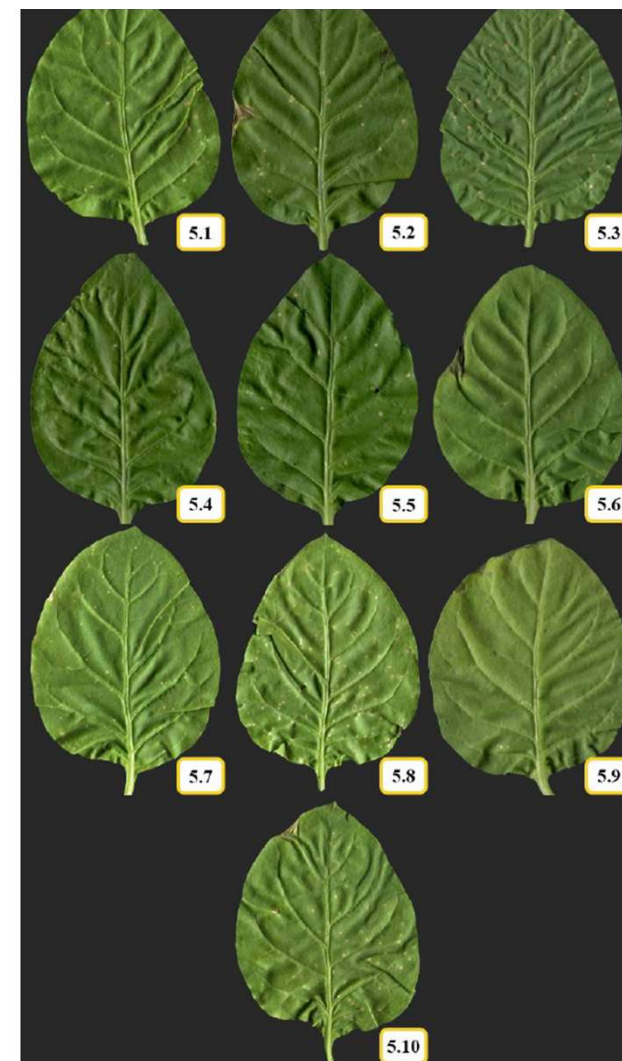
## Dwufunkcyjność cieczy jonowych - przykład



**Tabela 4.** Właściwości indukujące SAR uzyskanych soli na bazie benzetonium w porównaniu z kontrolą niepoddaną obróbce oraz chlorkiem benzetonium.

| Związek                       | Średnia powierzchnia plam nekrotycznych [%] | Indukcja SAR [%] | Induktor odporności roślin (kwas karboksylowy) | Średnia powierzchnia plam nekrotycznych [%] | Indukcja SAR [%] |
|-------------------------------|---|------------------|--|---|------------------|
| Kontrola (UTC) <sup>[I]</sup> | 16,38 a                                     |                  |  |   |                  |
| [Benth][Cl]                   | 6,39 d                                      | 61               |  |   |                  |
| [Benth][Isonic] (1)           | 5,08 e                                      | 69               | Isonic <sup>[III]</sup>                        | 15,40 a                                     | 6                |
| [Benth][Nic] (2)              | 3,93 ef                                     | 76               | Nic <sup>[III]</sup>                           | 8,52 c                                      | 48               |
| [Benth][Pic] (3)              | 5,08 e                                      | 69               | Pic <sup>[III]</sup>                           | 15,23 a                                     | 7                |
| [Benth][Ina] (4)              | 3,11 f                                      | 81               | Ina <sup>[III]</sup>                           | 3,93 ef                                     | 76               |
| [Benth][Sal] (5)              | 2,62 f                                      | 84               | Sal <sup>[III]</sup>                           | 7,21 c                                      | 56               |
| [Benth][Sacc] (6)             | 4,75 e                                      | 71               | Sacc <sup>[III]</sup>                          | 8,03 c                                      | 51               |
| [Benth][Suc] (7)              | 11,63 b                                     | 29               | Suc <sup>[III]</sup>                           | 14,91 a                                     | 9                |
| [Benth][Aze] (8)              | 4,91 e                                      | 70               | Aze <sup>[III]</sup>                           | 15,07 a                                     | 8                |
| [Benth][Ala] (9)              | 3,60 ef                                     | 78               | Ala <sup>[III]</sup>                           | 2,78 f                                      | 83               |

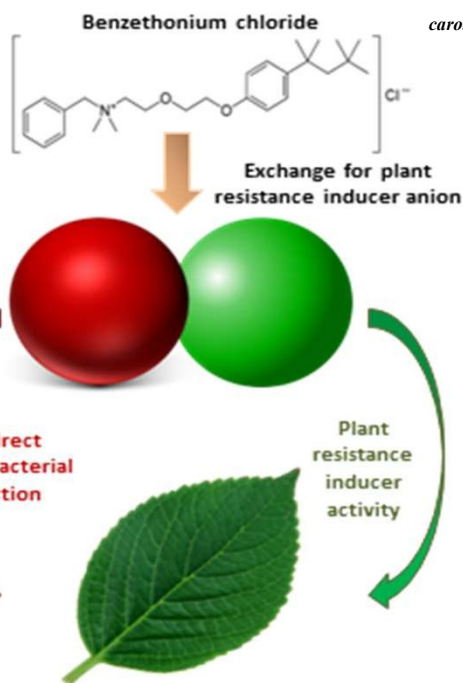
Średnie wartości oznaczone tym samym literowym znakiem nie różnią się istotnie przy  $p = 0,05$ , [I] roztwór wodno/metanolowy (95/5, v/v), [II] w formie aminokwasu, [III] w formie kwasu karboksylowego





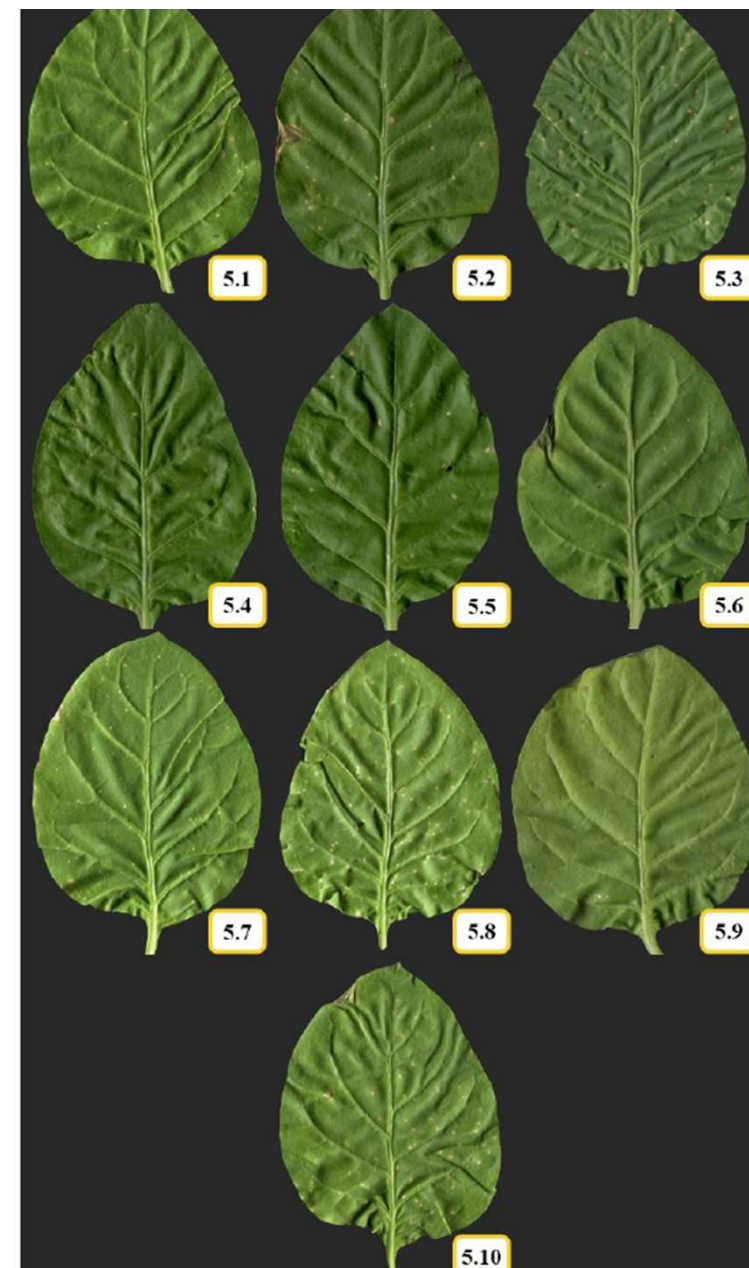
**Tabela 2.** Minimalne stężenie hamujące (MIC) [mg/L] i minimalne stężenie bakteriobójcze (MBC) [mg/L] uzyskanych soli na bazie benzetonium (1–9 soli w porównaniu z chlorkiem benzetonium (10))

| Bakteria                          |     | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10   |
|-----------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| <i>Escherichia coli</i>           | MIC | 32  | 64 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 16   |
|                                   | MBC | 32  | 64 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 16   |
| <i>Enterococcus faecalis</i>      | MIC | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1    |
|                                   | MBC | 8   | 4  | 4  | 8  | 8  | 8  | 4  | 4  | 8  | 4    |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>     | MIC | 32  | 64 | 64 | 32 | 32 | 64 | 32 | 32 | 32 | 32   |
|                                   | MBC | 64  | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 32 | 32 | 32   |
| <i>Staphylococcus aureus</i>      | MIC | 0.5 | 8  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0.25 |
|                                   | MBC | 4   | 8  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 2    |
| <i>Salmonella</i>                 | MIC | 16  | 32 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16   |
| <i>Typhimurium</i>                | MBC | 16  | 32 | 16 | 16 | 16 | 32 | 16 | 32 | 16 | 16   |
| <i>Pectobacterium carotovorum</i> | MIC | 16  | 16 | 16 | 16 | 32 | 16 | 16 | 16 | 16 | 8    |
|                                   | MIB | 32  | 64 | 16 | 16 | 32 | 16 | 32 | 16 | 32 | 16   |



MIC test on CMM bacteria for [BTHMe][Doc]

Test antybakteryjny wykazał, że tylko [BTHMe][Doc] ma właściwości antybakteryjne przeciwko Pss (9 mm MIC przy stężeniu: 10 g/l i 7 mm MIC przy stężeniu: 1 g/l) i Cmm (19 mm MIC przy stężeniu: 10 g/l i 7 mm MIC przy stężeniu: 1 g/l). Niestety, nie zaobserwowano działania antybakteryjnego przeciwko bakteriom Pcc i Eam.

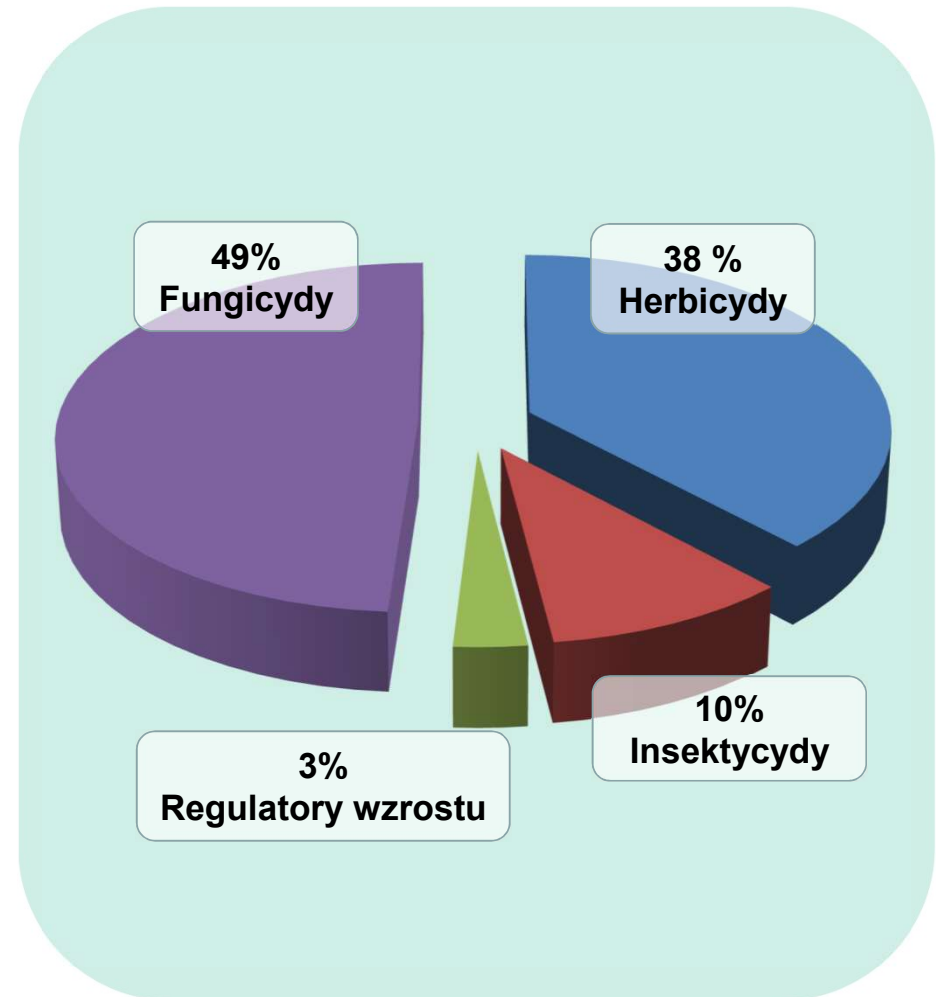


An aerial photograph of a tractor pulling a sprayer through a lush green field. The tractor is positioned in the center, moving away from the viewer. The field is filled with rows of young plants, and a fine mist of spray is visible behind the tractor. The overall color palette is dominated by various shades of green.

PPNT↑

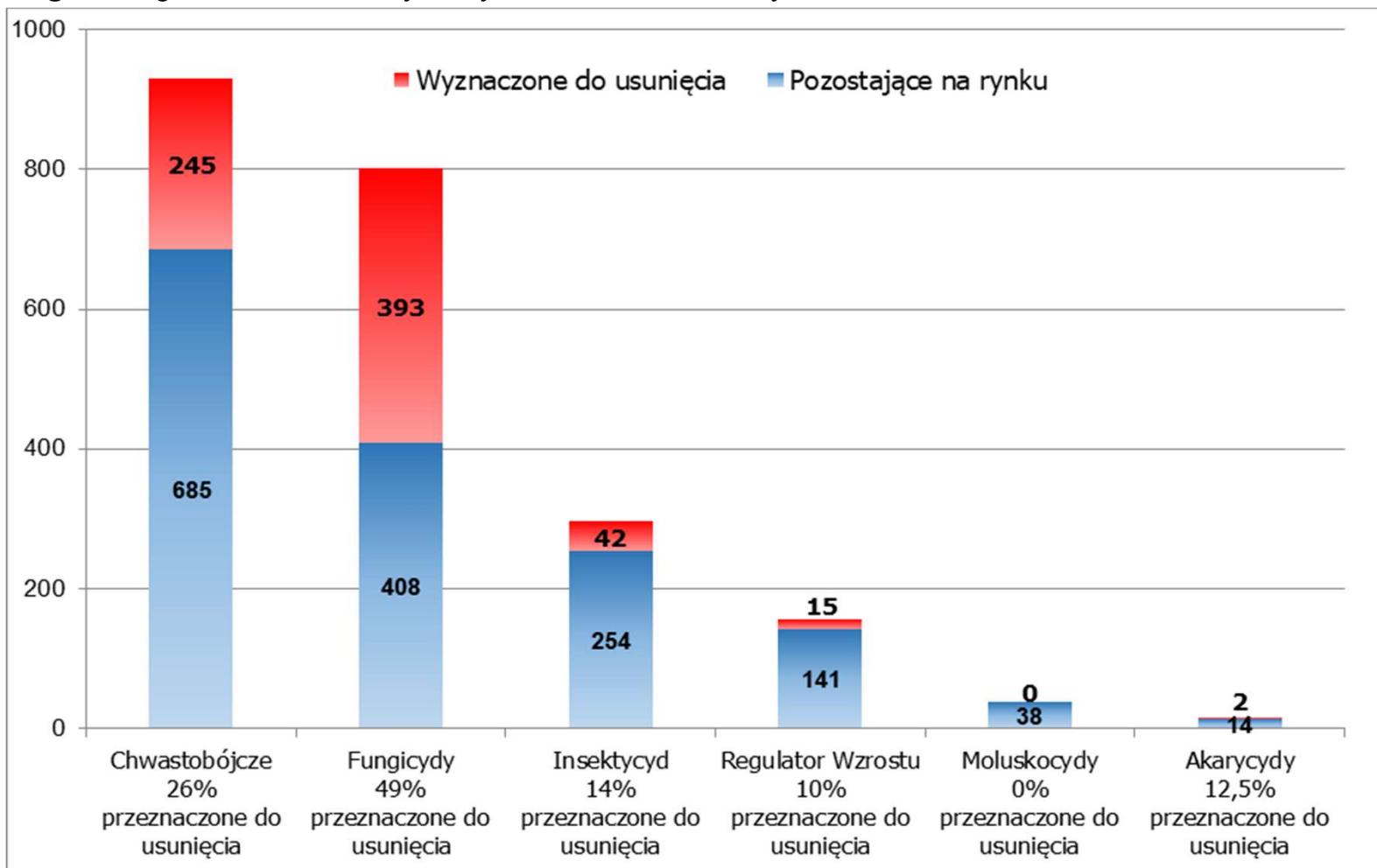
... do aplikaciji

- Straty w ilości i jakości plonów są spowodowane działalnością:
  - patogenów roślinnych (wirusy, grzyby, bakterie),
  - owady (żerujące na roślinach i jako wektory patogenów)
  - niepożądane rośliny (chwasty)
- Szacuje się, że każdego roku owady powodują straty rzędu 30-50% plonów
- Średnie zużycie substancji aktywnych pestycydów wynosi 2.2-2.5 kg / ha rocznie (Eurostat)



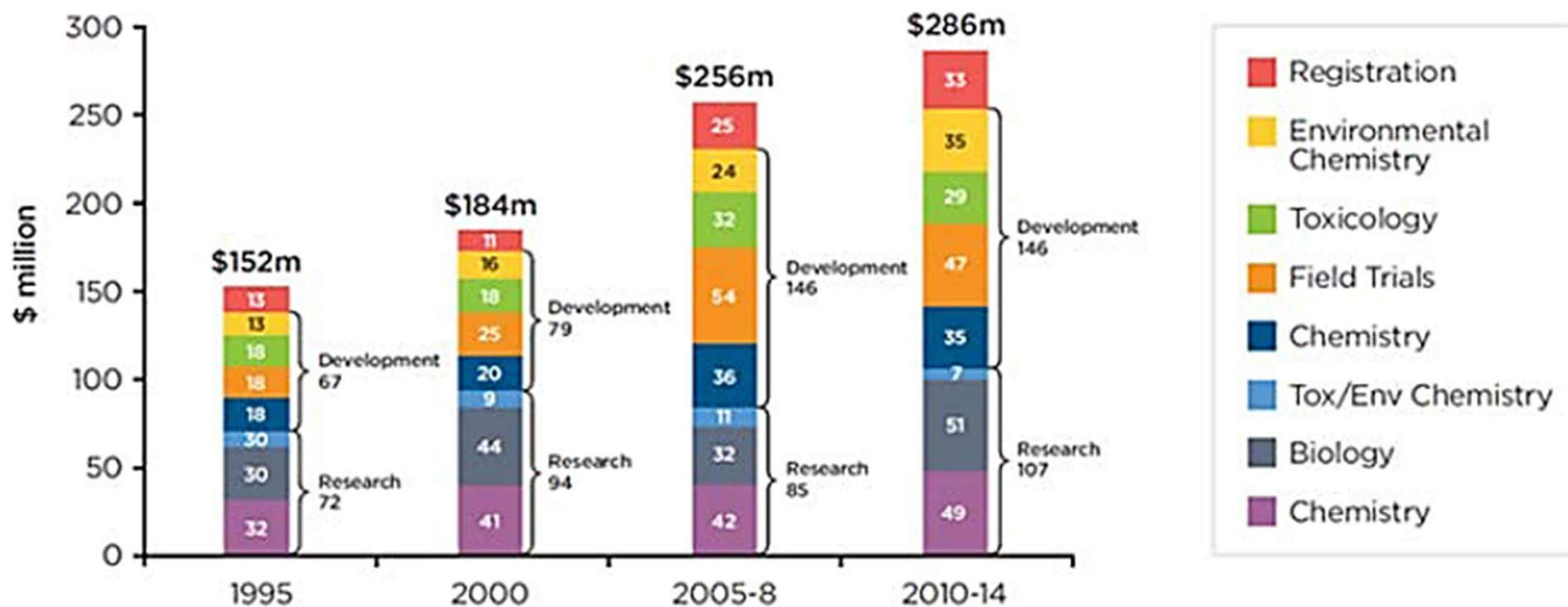
### 03 | Substancje aktywne przeznaczone do usunięcia – rynek polski

**Fig. 3** Prognozowane zmiany na rynku środków ochrony roślin w Polsce



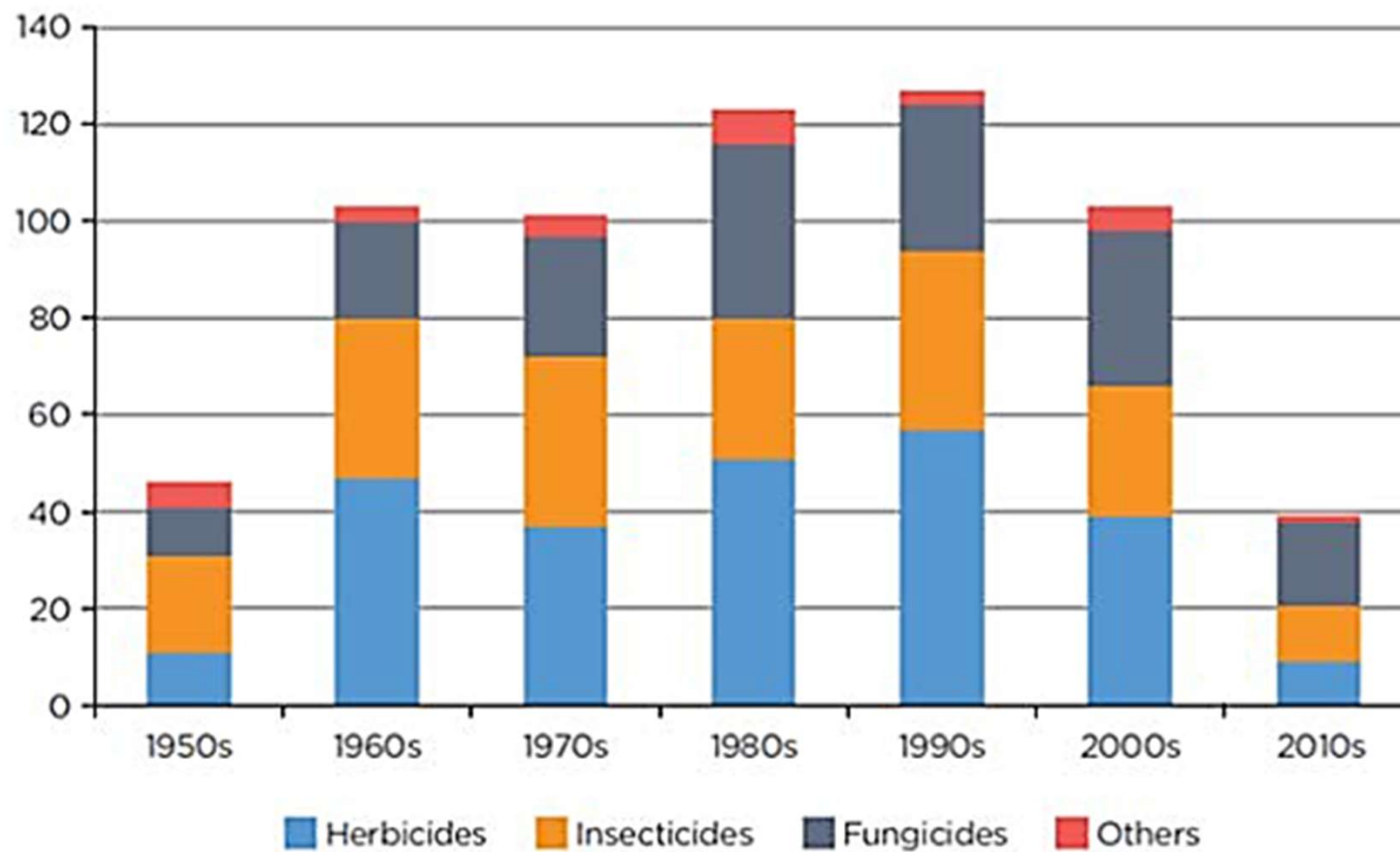
Autor: Maciej Spychalski

Fig. 4 Koszty procesu R&D dla nowych substancji aktywnych używanych w rolnictwie



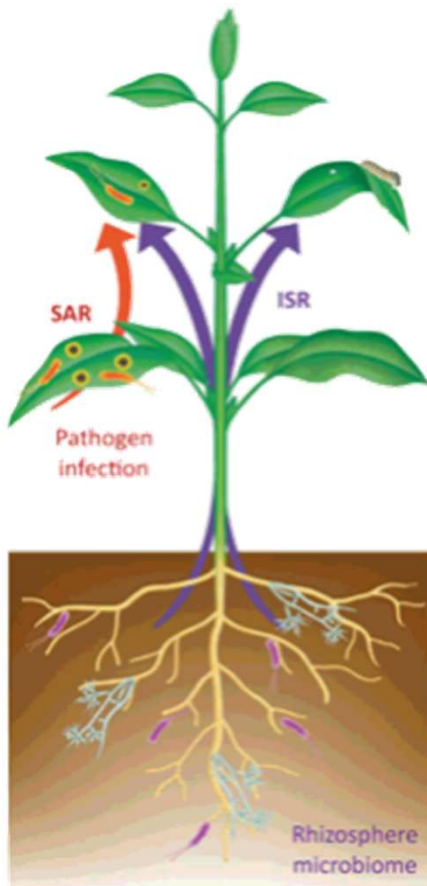
Źródło: A Consultancy Study for CropLife International, Philips McDougall, 2016

Fig. 5 Ilość nowych substancji aktywnych wprowadzanych do użycia w rolnictwie



Źródło: A Consultancy Study for CropLife International, Philips McDougall, 2016

## Odporność indukowana



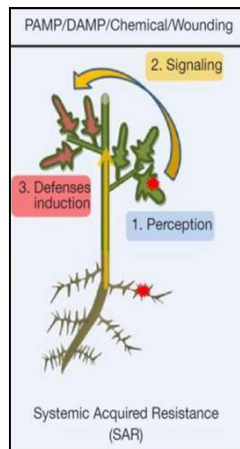
Rośliny na przestrzeni swojego rozwoju w procesie ewolucyjnym wytworzyły szereg immunologicznych mechanizmów obronnych, w tym odporność indukowaną.

**W zależności od tego jakie czynniki ją indukują wyróżniamy:**

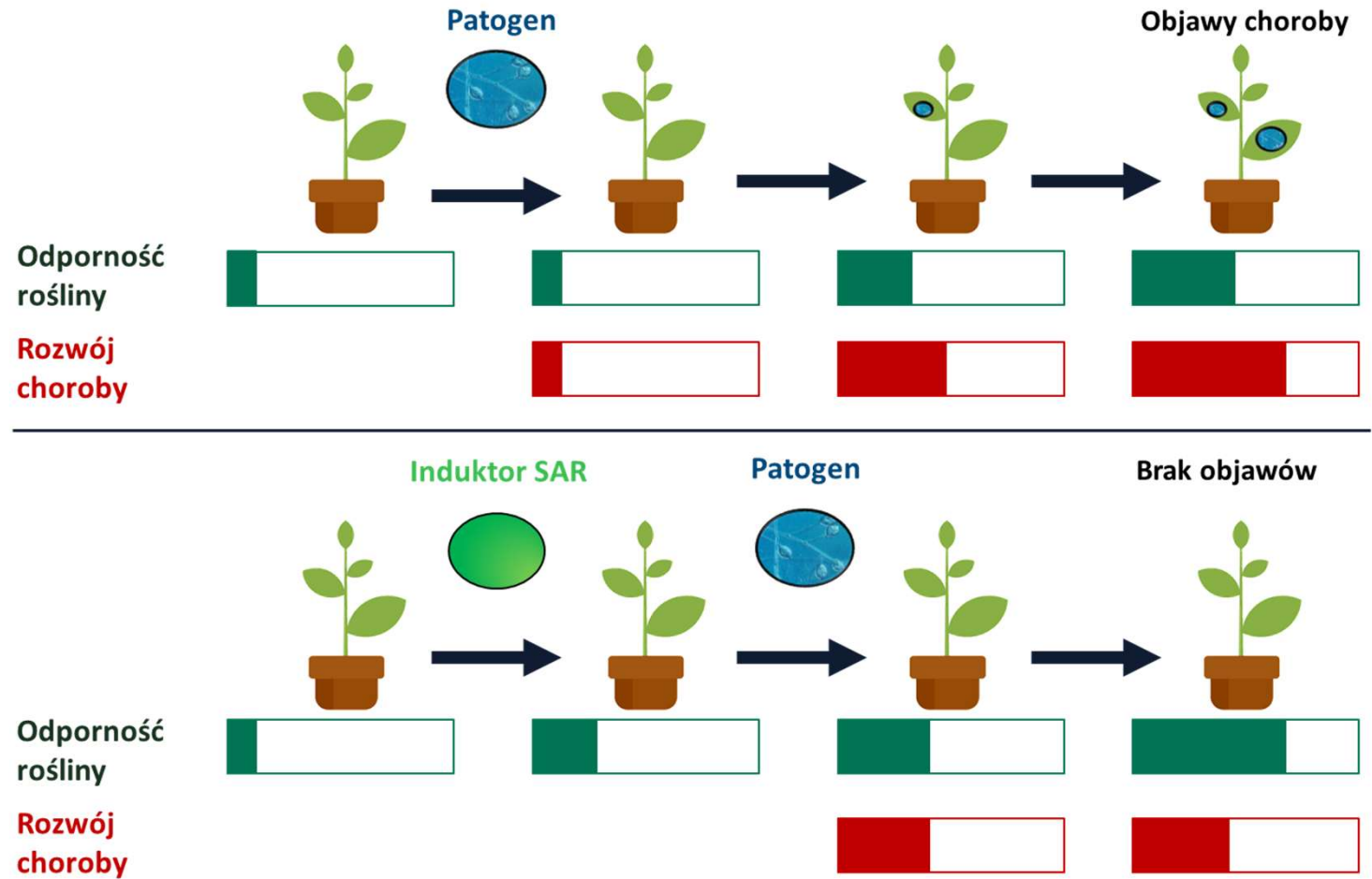
- A. Systemiczną odporność nabytą**  
(z ang. Systemic Acquired Resistance, SAR),  
**indukowaną przez patogeny**
- B. Systemiczną odporność indukowaną**  
(z ang. Induced Systemic Resistance, ISR),  
**wzbudzaną przez mikroorganizmy niepatogeniczne,**  
**np. z rodzaju *Bacillus* oraz grzyby z rodzaju *Trichoderma***

## 03 | Systemiczna Odporność Nabyta

### Plants Resistance Induction



Source: Henry et al., 2012



**Source:** Azami-Sardooui, Z.; Seifi, H.S.; de Vleeschauwer, D.; Höfte, M. Benzothiadiazole (BTH)-induced resistance against *Botrytis cinerea* is inversely correlated with vegetative and generative growth in bean and cucumber, but not in tomato. *Australas. Plant Pathol.* 2013, 42, 485–490

**Source:** Markiewicz, M., Lewandowski, P., Spychalski, M., Kukawka, R., Feder-Kubis, J., Beil, S., Smiglak, M., & Stolte, S. (2021). New bifunctional ionic liquid-based plant systemic acquired resistance (SAR) inducers with an improved environmental hazard profile. *Green Chemistry*, 23(14), 5138–5149.



## Zalety wykorzystania induktorów odporności roślin jako alternatywy dla środków ochrony roślin

- ✓ Jest aktywna przeciwko szerokiemu zakresowi patogenów, często jednocześnie przeciwko grzybowym, bakteryjnym i wirusowym

**Pestycydy zapewniają ochronę przeciwko konkretnym patogenom lub ich grupom, nie pozwalają zapewnić ochrony przeciwko patogenom wirusowym**

- ✓ Nie istnieje ryzyko nabycia odporności przez patogeny

**Nabywanie odporności na pestycydy przez patogeny stanowi duży problem w zapewnieniu skutecznej ochrony roślinom**

- ✓ Wykazuje stosunkowo dużą trwałość - pobudzona roślina może pozostać odporna na infekcje przez okres do kilku tygodni

**Działanie środków ochrony roślin jest dużo krótsze**

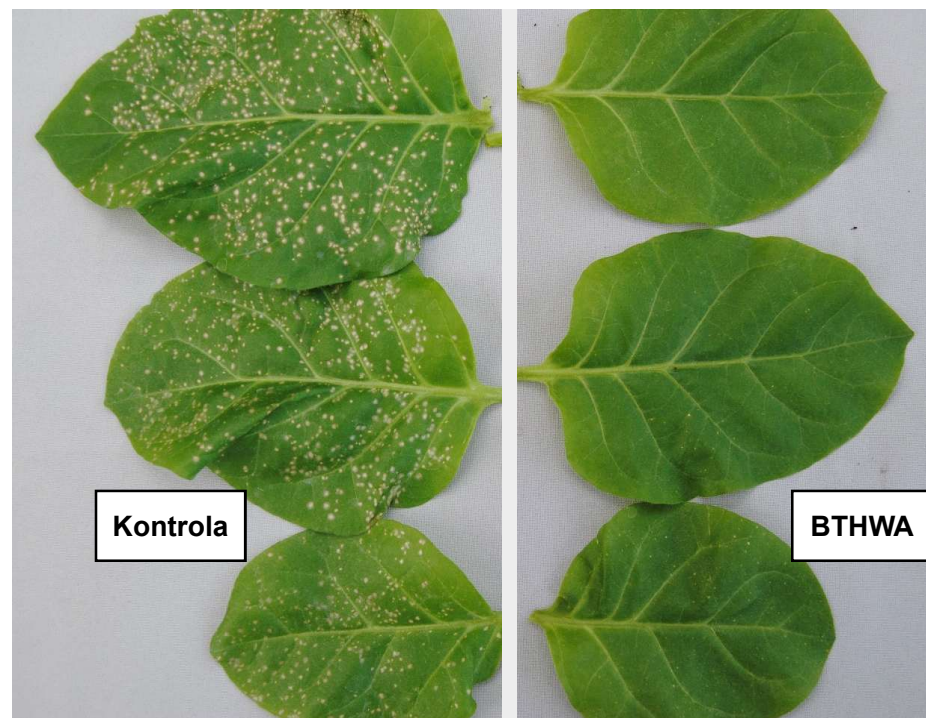
- ✓ Induktory odporności stosuje się w dużo niższych dawkach - nawet 10 g na hektar uprawy

**Pestycydy stosuje się w dawkach około 250 g na hektar uprawy**

## BTHWA

- › **Indukcja odporności rośliny przeciwko patogenom**
- › Przyrost biomasy
- › Większy plon
- › Przyspieszony rozwój rośliny
- › Zwiększona odporność na stres suszy
- › Zwiększona fotosynteza
- › Brak negatywnego wpływu na środowisko

Tytoń – wirus mozaiki tytoniu TMV



| Substancja   | Zahamowanie rozwoju wirusa TMV [%] |
|--------------|------------------------------------|
| BTHWA 10mg/L | 95                                 |
| BTHWA 20mg/L | 99                                 |

## BTHWA

- › **Indukcja odporności rośliny przeciwko patogenom**
- › Przyrost biomasy
- › Większy plon
- › Przyspieszony rozwój rośliny
- › Zwiększona odporność na stres suszy
- › Zwiększona fotosynteza
- › Brak negatywnego wpływu na środowisko

Pomidor- mączniak prawdziwy

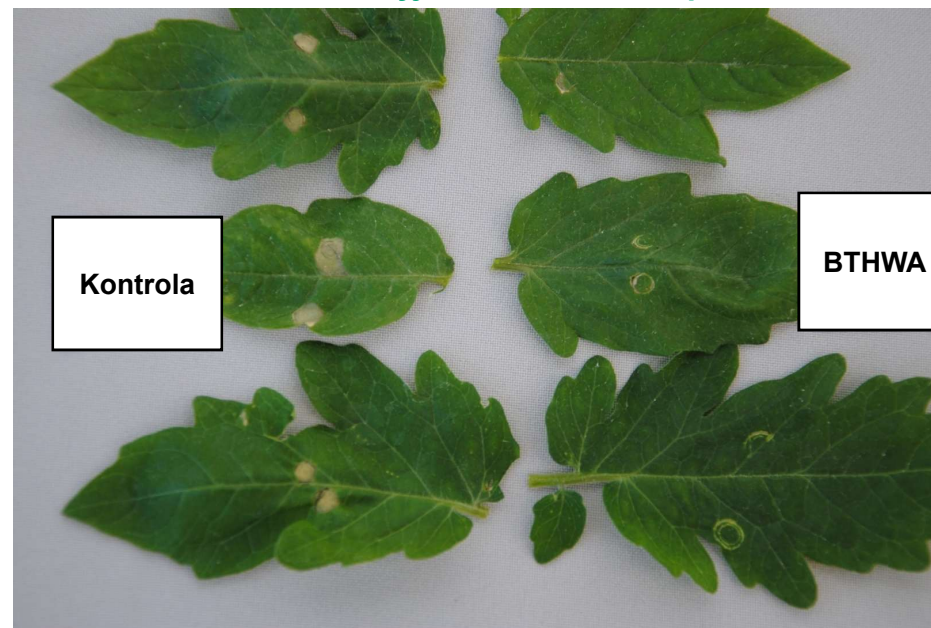


| Substancja   | Skuteczność ochrony przeciwko mączniakowi prawdziwemu [%] |
|--------------|---|
| Kontrola     | 3   |
| BTH 10mg/L   | 39  |
| BTH 20 mg/L  | 53  |
| BTHWA 10mg/L | 69  |
| BTHWA 20mg/L | 84  |

## BTHWA

- › **Indukcja odporności rośliny przeciwko patogenom**
- › Przyrost biomasy
- › Większy plon
- › Przyspieszony rozwój rośliny
- › Zwiększona odporność na stres suszy
- › Zwiększona fotosynteza
- › Brak negatywnego wpływu na środowisko

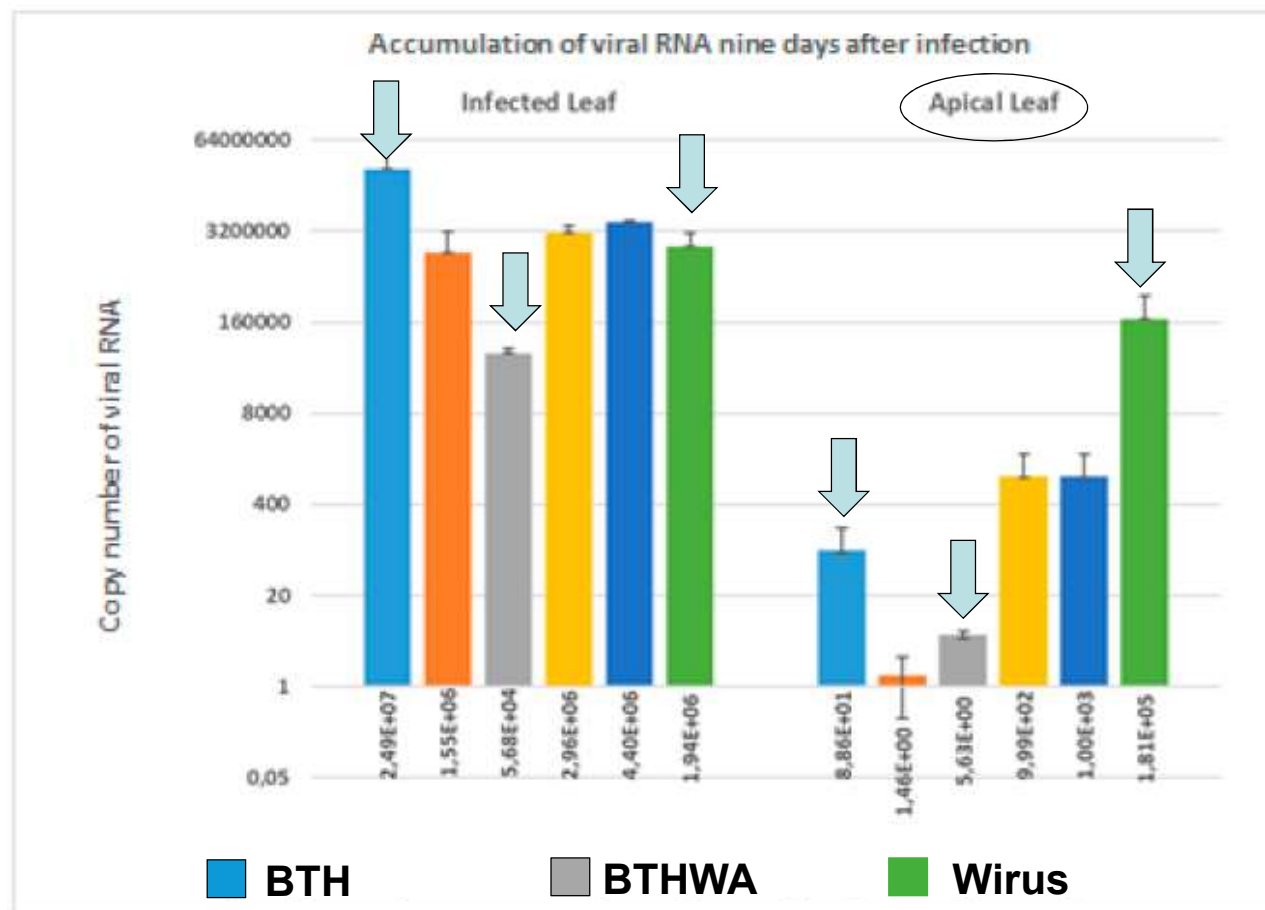
Pomidor- bakteryjna centkowatość pomidora



| Substancja   | Skuteczność ochrony przeciwko bakteryjna centkowatość pomidora [%] |
|--------------|--|
| BTHWA 10mg/L | 91   |
| BTHWA 20mg/L | 95   |

## Akumulacja wirusowego RNA jako miara aktywności induktora odporności

Akumulacja wirusowego RNA w zakażonym liściu (po lewej) i w liściu wierzchołkowym (po prawej).



Source: Frackowiak, P., Pospieszny, H., Smiglak, M., & Obrępańska-Stępińska, A. (2019). Assessment of the efficacy and mode of action of benzo(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid s-methyl ester (bth) and its derivatives in plant protection against viral disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(7).

## 06 | Indukcja odporności nabytej roślin przez BTHWA



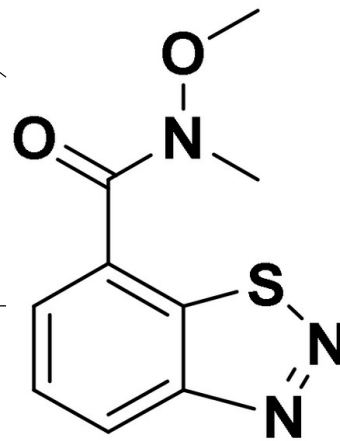
Skuteczność  
przeciwko  
**rdzy wierzby**  
na wierzbie



Skuteczność  
przeciwko  
**mączniakowi  
prawdziwemu**  
na pomidorze

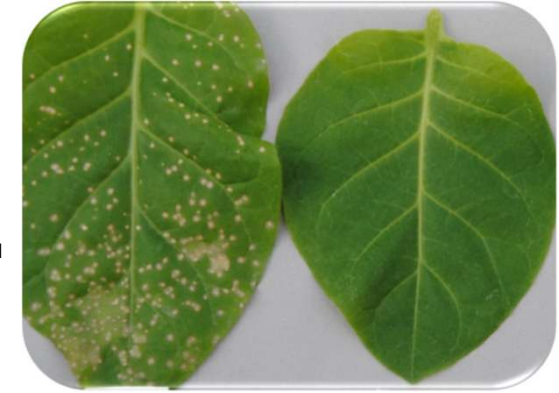


Skuteczność  
przeciwko  
**mączniakowi  
prawdziwemu**  
na tytoniu

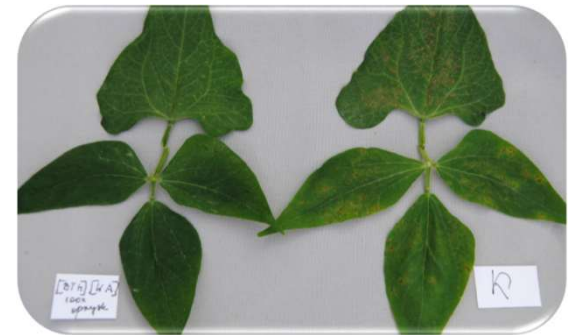


**BTHWA**

Skuteczność  
przeciwko  
**wirusowi  
mozaiki tytoniu**  
na tytoniu



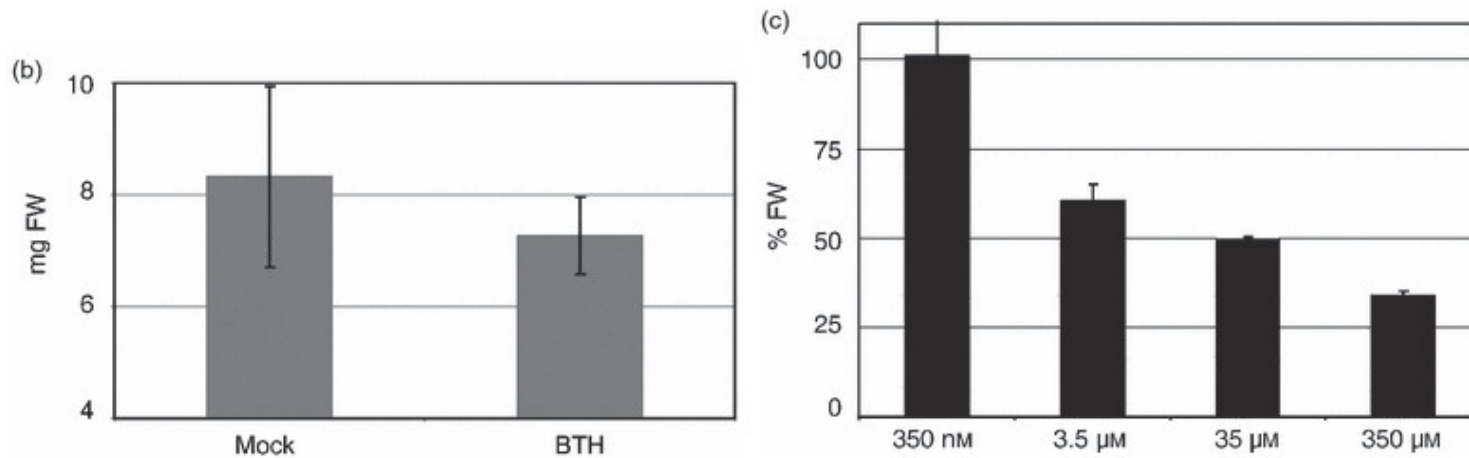
Skuteczność  
przeciwko  
**wirusowi  
mozaiki  
lucerny**  
na fasoli



Skuteczność  
przeciwko  
**bakteryjnej  
cętkowatości  
pomidora**  
na pomidorze

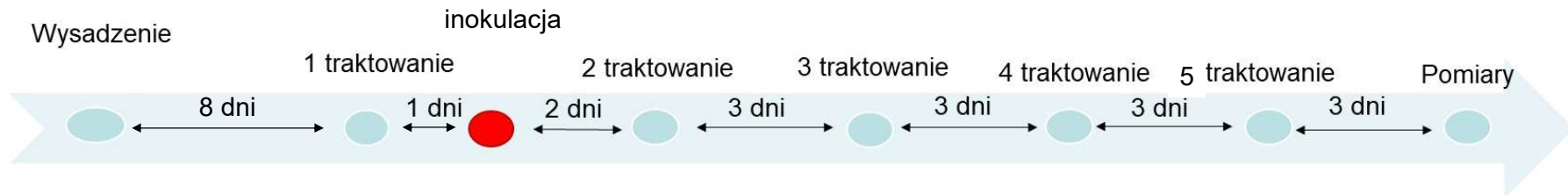


## Induktory odporności roślin powodują obniżenie parametrów jakościowych i ilościowych plonu?



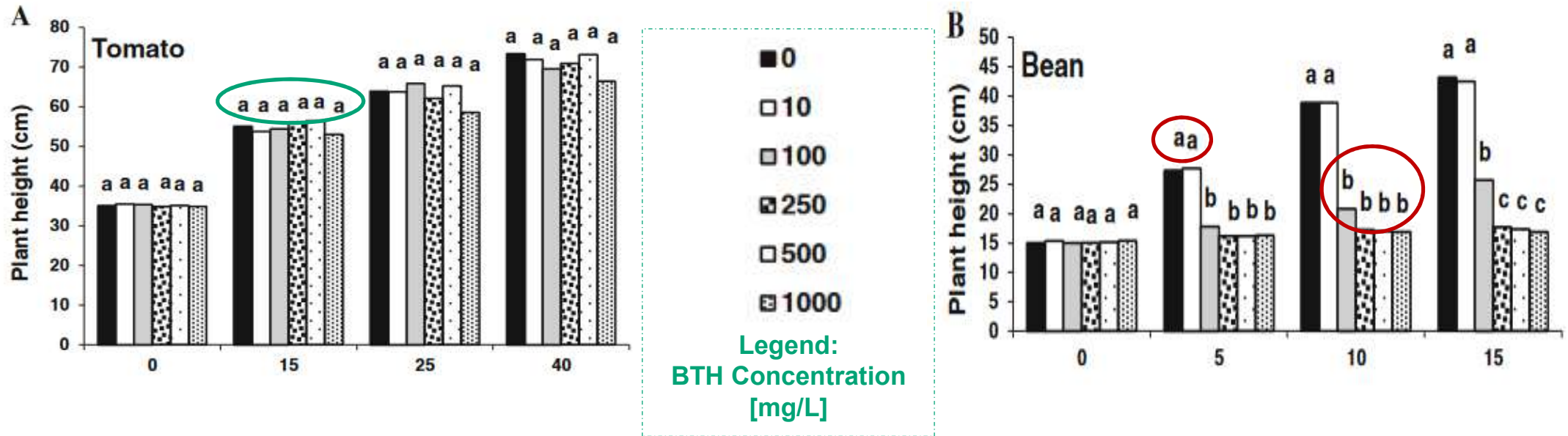
- ✗ Zbyt wysokie stężenia
- ✗ Zbyt częsta aplikacja
- ✗ Niewłaściwe dawkowanie

Źródło: Canet, J.V. et al. (2010) Resistance and biomass in Arabidopsis: a new model for salicylic acid perception. Plant Biotechnol. J. 8, 126–141



# Plants: Tomato and bean

Increase in plant height in the following days after treatment



✗ The experiment was conducted at different dates from planting the plants  
 6 week old tomato  
 2 week old bean

Source: Azami-Sardooei, Z.; Seifi, H.S.; de Vleeschauwer, D.; Höfte, M. Benzothiadiazole (BTH)-induced resistance against Botrytis cinerea is inversely correlated with vegetative and generative growth in bean and cucumber, but not in tomato. Australas. Plant Pathol. 2013, 42, 485–490

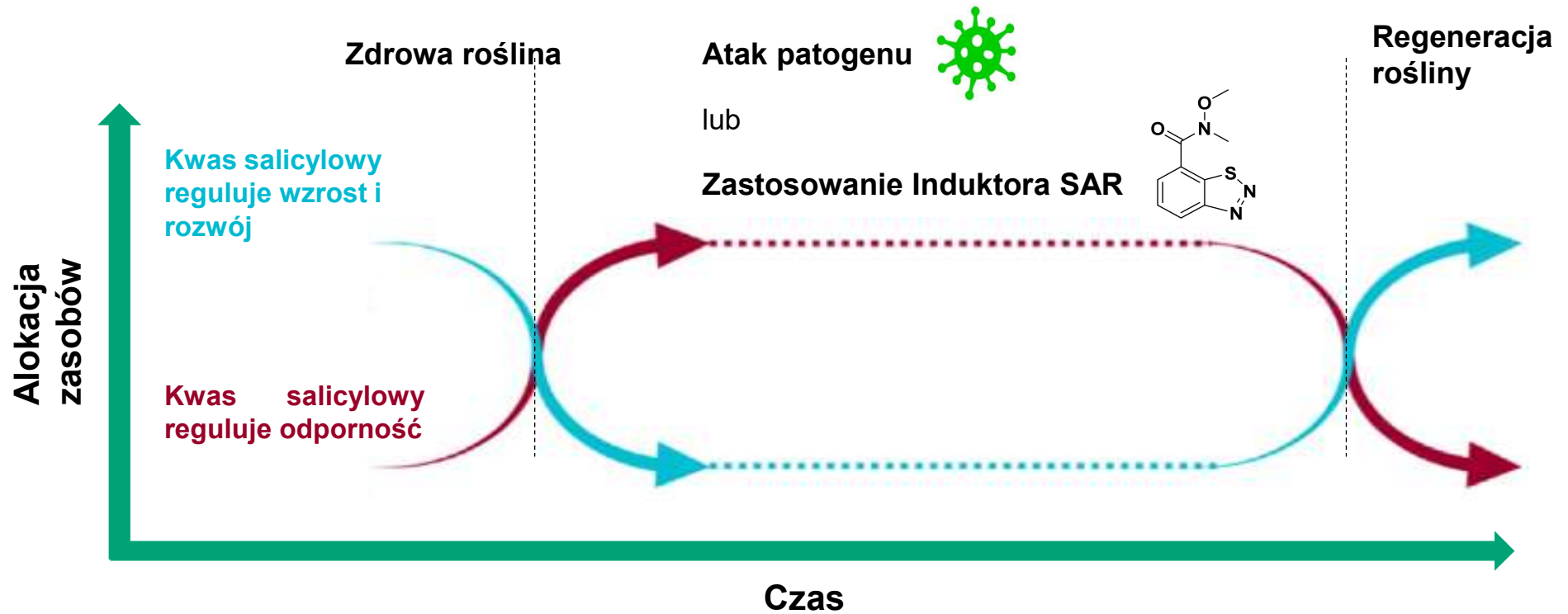


PPNT

More than just plant resistance



## Zmiana alokacji zasobów rośliny jako efekt uboczny działania induktora SAR



# Roślina : Tulipan

Stymulacja wzrostu tulipana – podłoże bez patogenu

Kontrola  
nieotraktowana

BTHWA  
20mg/L

BTHWA  
40mg/L

| Kombinacja                   | Średnia wysokość roślin [mm] |            |                | Średnia świeża<br>masa (g) | Średnia sucha<br>masa (g) |
|------------------------------|------------------------------|------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
|                              | 25.01.2021                   | 15.02.2021 | 10.03.2021     |                            |                           |
| Kontrola<br>nieotraktowana   | 102,1 a                      | 269,2 a    | 399,7 a        | 363,76 a                   | 35,97 a                   |
| BTHWA 20 mg/L<br>(4 zabiegi) | 129,54 b                     | 369,17 b   | 510,5 b (+27%) | 443,73 b (+22%)            | 41,63 b (+15%)            |
| BTHWA 40 ml/L<br>(4 zabiegi) | 132,6 b                      | 375,31 b   | 517,0 b (+29%) | 434,34 b (+19%)            | 42,99 b (+19%)            |



Submit to this Journal

Review for this Journal

Propose a Special Issue

IK

Order Article Reprints



Open Access Article

**The Effect of a New Derivative of Benzothiadiazole on the Reduction of Fusariosis and Increase in Growth and Development of Tulips**

by Anna Jarecka-Boncela<sup>1</sup>, Maciej Spychalski<sup>2</sup>, Magdalena Ptaszek<sup>1</sup>,  
Agnieszka Włodarek<sup>1</sup>, Marcin Smiglak<sup>2,3</sup> and Rafal Kukawka<sup>2,3,\*</sup>

Doświadczenie na tulipanie wykonane w Inhort Skierniewice

## Roślina : Tulipan

Indukcja odporności – **podłoże zakażone** *Fusarium oxysporum* f. sp. *tulipae*)

### Część Nadziemna

| Kombinacja   | Średnia wysokość roślin [mm] |            |                   | Średnia świeża masa części nadziemnej [g] | Średnia sucha masa części nadziemnej [g] |
|--|------------------------------|------------|-------------------|---|--|
|  | 25.01.2021                   | 15.02.2021 | 10.03.2021        |   |  |
| Kontrola niezakażona (zdrowa)  | 108, b                       | 256,3 b    | 387,7 b           | 345,8 b                                   | 32,1 b                                   |
| Kontrola zakażona (rośliny rosnące w zakażonym)                          | 89,1 a                       | 189,2 a    | 284,4 a           | 201,5 a                                   | 22,6 a                                   |
| Rośliny rosnące w zakażonym podłożu traktowane BTHWA 20 mg/L (4 zabiegi) | 121,1 c                      | 353,2 c    | 505,2 c<br>(+77%) | 432,3 c<br>(+25%/ + 114%)                 | 40,9 c<br>(+27%/ +80%)                   |
| Rośliny rosnące w zakażonym podłożu traktowane BTHWA 40 mg/L (4 zabiegi) | 118,2 c                      | 362,4 c    | 503,0 c<br>(+76%) | 438,4 c<br>(+27% / +114%)                 | 41,5 c<br>(+28% / +83%)                  |

Doświadczenie na tulipanie wykonane w Inhort Skierniewice

## Roślina : Tulipan

Indukcja odporności – **podłoże zakażone** *Fusarium oxysporum* f. sp. *tulipae*)

### Korzeń

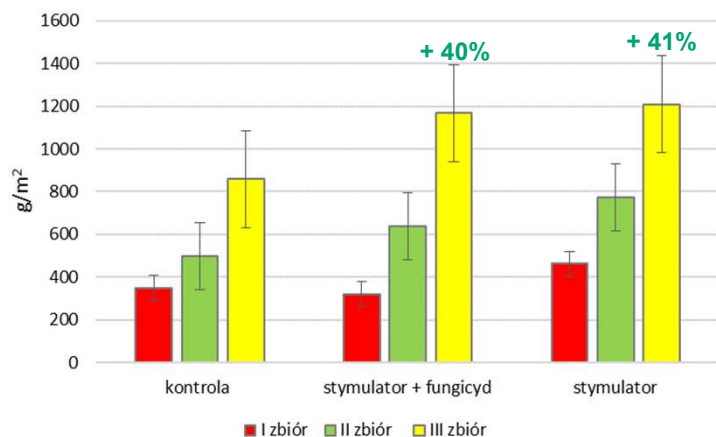
| Kombinacja   | Średnia świeża masa korzenia [g] | Średnia sucha masa korzenia [g] | Stopień porażenia korzeni [0-5] |
|--|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Kontrola niezakażona (zdrowa)  | 78,5 d                           | 8,0 d                           | 0,0 a                           |
| Kontrola zakażona (rośliny rosnące w zakażonym)                          | 45,9 a                           | 2,9 a                           | 4,75 c                          |
| Rośliny rosnące w zakażonym podłożu traktowane BTHWA 20 mg/L (4 zabiegi) | 59,4 b (+29%)                    | 5,5 b (+89%)                    | 0,75 b                          |
| Rośliny rosnące w zakażonym podłożu traktowane BTHWA 40 mg/L (4 zabiegi) | 61,1 b                           | 5,6 b                           | 0,67 b                          |

Doświadczenie na tulipanie wykonane w Inhort Skierniewice

# Roślina : Rzepak ozimy 2020

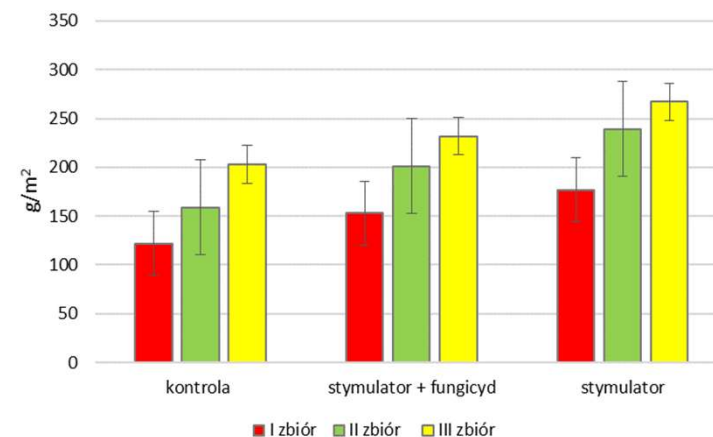
## Kombinacje:

- › Kontrola, bez aplikacji stymulatora, standardowa ochrona fungicydowa
- › Stymulator stosowany **dwukrotnie** w fazie BBCH 31-32 oraz 53, standardowa ochrona fungicydowa
- › Stymulator stosowany **dwukrotnie** w fazie BBCH 31-32 oraz 53, bez ochrony fungicydowej



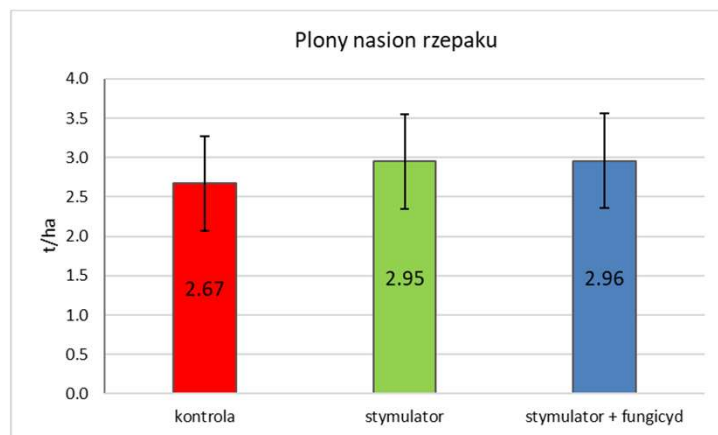
Suchej masy części nadziemnej  
rzepaku w terminach poboru prób

**I zbiór:** 10 kwietnia  
(wydłużanie pędu),  
**II zbiór:** 30 kwietnia  
(pąkowanie)  
**III zbiór:** 25 maja  
(zawijanie łuszczyn)



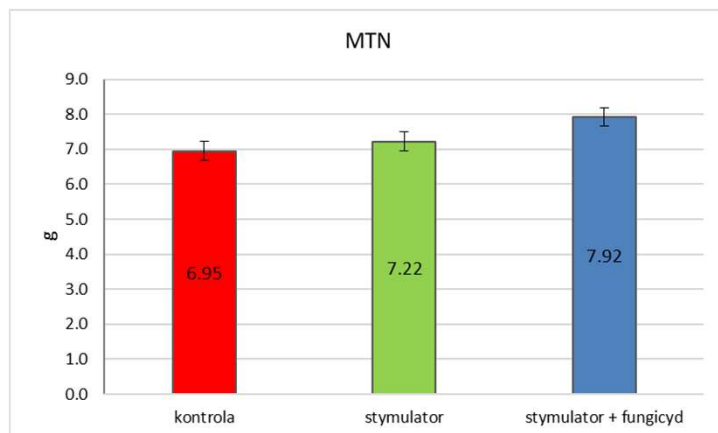
Sucha masa korzeni rzepaku  
w terminach poboru prób

## Roślina : Rzepak ozimy 2020



**Wpływ aplikacji stymulatora wzrostu na wielkość plonu nasion rzepaku ozimego**

**Wzrost o około 10 % w stosunku do kontroli w postaci standardowego programu ochrony**

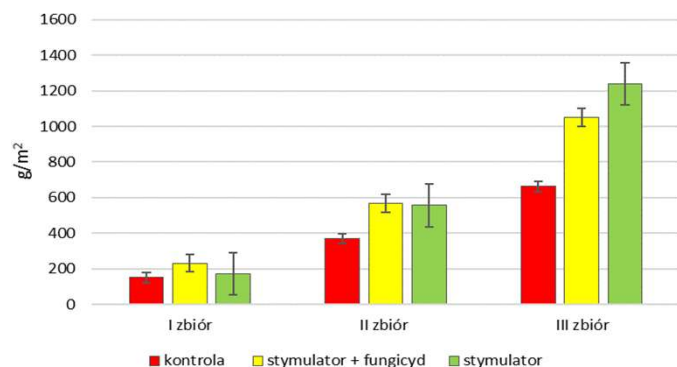


**Wpływ aplikacji stymulatora wzrostu na masę tysiąca nasion rzepaku ozimego**

**Wzrost odpowiednio o 4% i 14 % w stosunku do kontroli w postaci standardowego programu ochrony**

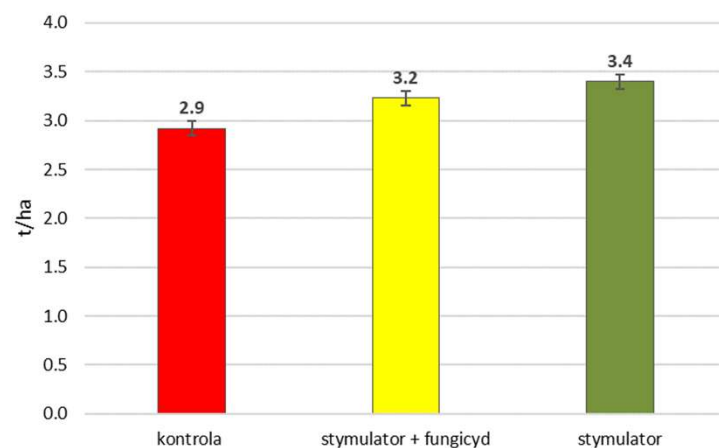
Doświadczenie na rzepaku wykonane w IUNG Puławy.

## Roślina : Rzepak ozimy 2021



**Plony suchej masy części nadziemnej rzepaku**

**Wzrost o około 100 % w stosunku do kontroli w postaci standardowego programu ochrony**

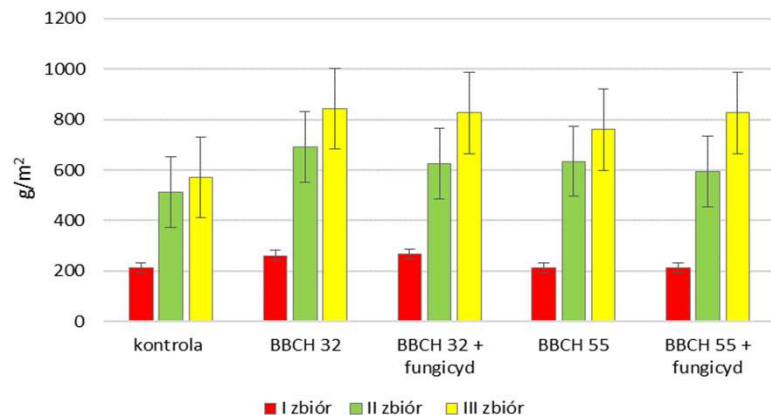


**Plony nasion rzepaku w doświadczeniu**

**Wzrost odpowiednie o 10-15% do kontroli**

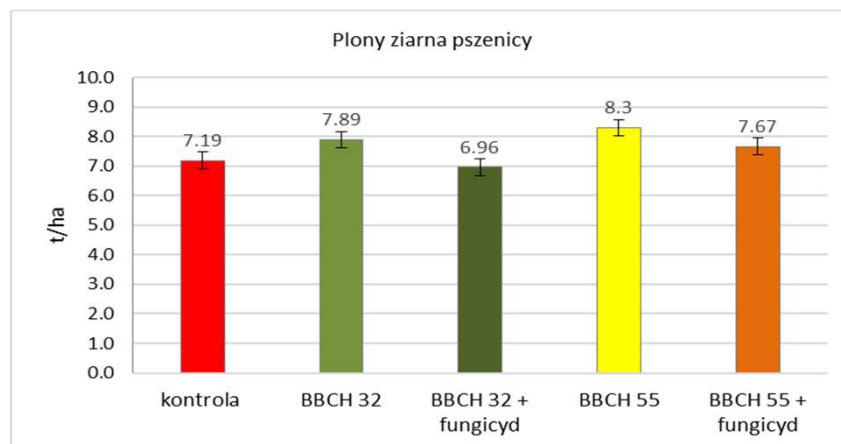


## Roślina : Pszenica ozima 2020



**Wpływ aplikacji stymulatora wzrostu na plony suchej masy części nadziemnej pszenicy**

**Wzrost o około 30 % w stosunku do kontroli**



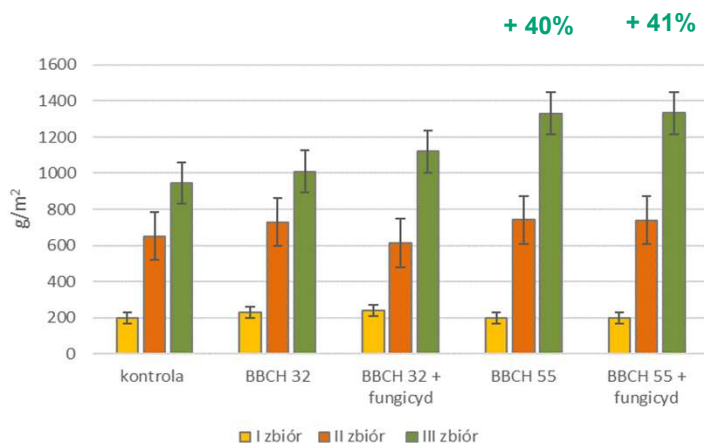
**Wpływ aplikacji stymulatora wzrostu na wielkość plonów ziarna pszenicy ozimej**

**Wzrost odpowiednie o 15% w stosunku do kontroli w postaci zabiegu stymulatorem w BBCH 55**

# Roślina : Pszenica ozima 2021

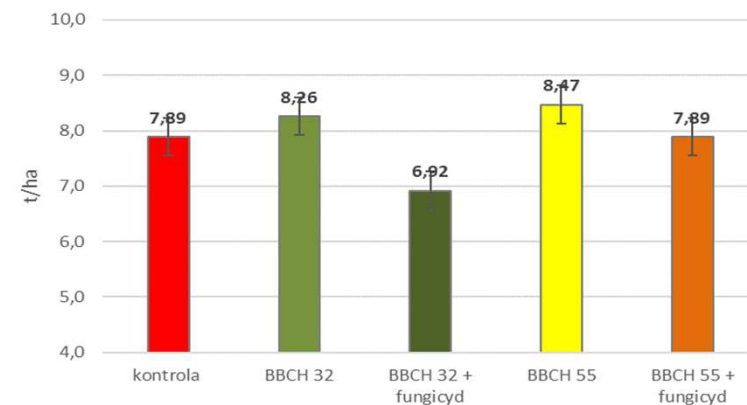
## Kombinacje:

- › Kontrola, bez aplikacji stymulatora, standardowa ochrona fungicydowa
- › Stymulator stosowany **dwukrotnie** w fazie BBCH 31-32 oraz 55, standardowa ochrona fungicydowa
- › Stymulator stosowany **dwukrotnie** w fazie BBCH 31-32 oraz 55, bez ochrony fungicydowej



**I zbiór:** 5 maja  
**II zbiór:** 20 maja  
**III zbiór:** 10 czerwca

Sucha masa części nadziemnej  
pszenicy w terminach poboru prób



Sucha masa korzeni pszenicy  
w terminach poboru prób

## Roślina : Rozsada pomidora odm. Olga

Średnia wysokość roślin [mm] po dniach uprawy

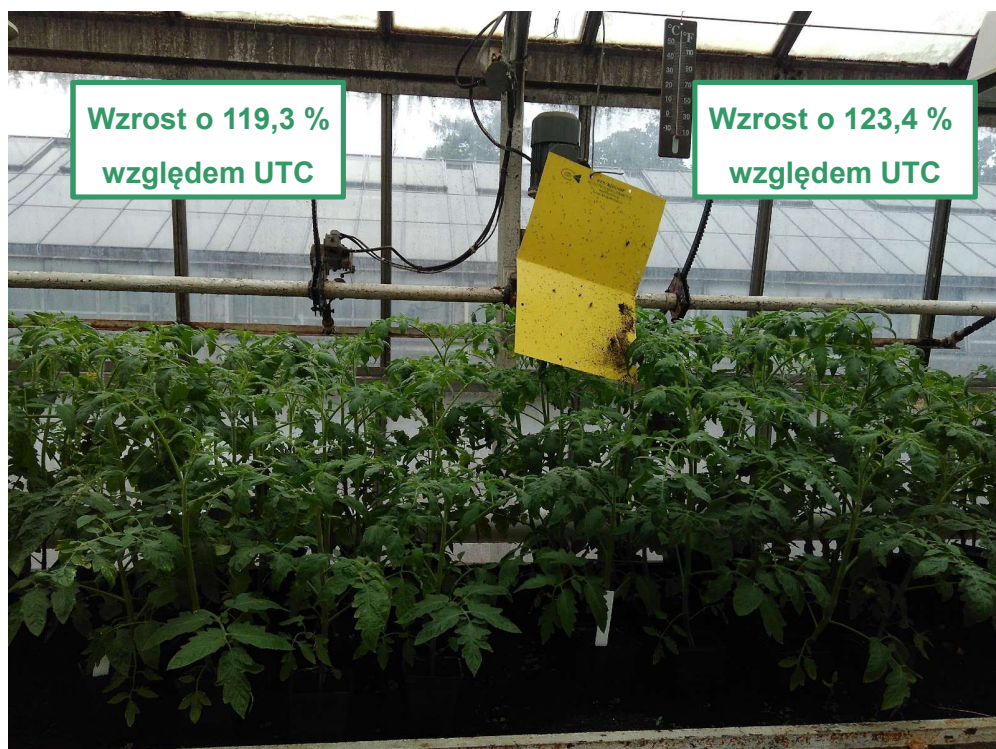
|                             | 27.04.2020            | 11.05.2020       |                                | 25.05.2020       |                                | Średnia<br>świeża masa<br>[g] | % w stosunku<br>do kontroli | Średnia<br>sucha masa<br>[g] | % w<br>stosunku do<br>kontroli |
|-----------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                             | wysokość<br>inicjalna | Wysokość<br>[mm] | % w<br>stosunku do<br>kontroli | Wysokość<br>[mm] | % w<br>stosunku do<br>kontroli |                               |                             |                              |                                |
| Kontrola<br>nietraktowana   | 61,4 a                | 70,7 a           | -                              | 150,1 a          | -                              | 184,7 a                       | -                           | 41,1 a                       | -                              |
| BTHWA 20 mg/L               | 59,6 a                | 143,2 b          | 102,5                          | 335,3 b          | 123,4                          | 335,9 b                       | 81,3                        | 88,3 b                       | 114,0                          |
| BTHWA 40 mg/L               | 60,6 a                | 146,8 b          | 107,6                          | 329,1 b          | 119,3                          | 340,2 b                       | 84,2                        | 89,2 b                       | 117,0                          |
| Chitozan (*HCl)<br>400 mg/L | 60,8 a                | 72,6 a           | 2,7                            | 158,2 a          | 5,4                            | 186,1 a                       | 0,8                         | 42,7 a                       | 3,9                            |

Różnice między średnimi oceniano przy użyciu testu Duncana przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$



Doświadczenie na rozsadzie pomidora wykonane w InHort Skierniewice.

## Roślina : Pomidor odm. Olga



BTHWA 20 mg/L

BTHWA 40 mg/L



BTHWA 40 mg/L

Kontrola

## Roślina : Pomidor odm. Olga

| Kombinacja                  | Zawartość chlorofilu/Dni pomiaru SPAD |               |            |               |            |               |
|-----------------------------|---------------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
|                             | 27.04.2020                            | 28.04.2020    | 11.05.2020 | 12.05.2020    | 25.05.2020 | 26.05.2020    |
| Kontrola nietraktowana      | 47,5 a                                | <b>48,5 a</b> | 50,3 a     | <b>49,6 a</b> | 51,0 a     | <b>46,3 a</b> |
| BTHWA 20 mg/L               | 48,7 a                                | <b>74,9 b</b> | 48,2 a     | <b>76,5 b</b> | 49,6 a     | <b>79,2 b</b> |
| BTHWA 40 mg/L               | 49,2 a                                | <b>76,3 b</b> | 47,6 a     | <b>81,2 c</b> | 50,2 a     | <b>78,1 b</b> |
| Chitozan (*HCl)<br>400 mg/L | 47,2 a                                | <b>46,2 a</b> | 47,5 a     | <b>49,6 a</b> | 48,6 a     | <b>48,3 a</b> |

Różnice między średnimi oceniano przy użyciu testu Duncana przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$



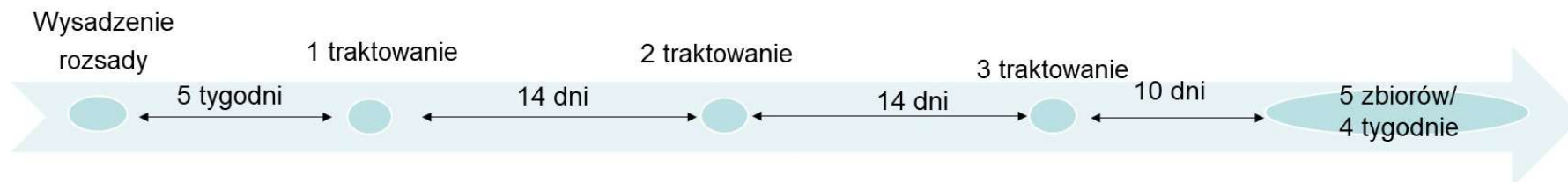
Doświadczenie na roszadzie pomidora wykonane w **InHort Skierniewice**.

## Roślina : Pomidor odm. Julia

### Wpływ BTHWA i chitozanu na plon pomidora szklarniowego

| Kombinacja               | Plon ogólny (kg/4 m <sup>2</sup> ) | Plon handlowy (kg/4 m <sup>2</sup> ) | Plon niehandlowy (kg/4 m <sup>2</sup> ) | Średnia masa owocu handlowego (kg/4 m <sup>2</sup> ) | Liczba owoców/roślina | Średnia masa owoców z rośliny (g) |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|--|-----------------------|-----------------------------------|
| Kontrola nietraktowana   | 60,0 a                             | 56,9 a                               | 3,1 a                                   | 102,3 a  | 14,1 a                | 486,8 a                           |
| BTHWA 20 mg/L            | <b>76,5 b</b>                      | <b>73,6 b</b>                        | 2,9 a                                   | <b>104,9 b</b>                                       | <b>17,2 b</b>         | <b>616,9 b</b>                    |
| BTHWA 40 mg/L            | <b>75,3 b</b>                      | <b>72,5 b</b>                        | 2,8 a                                   | <b>104,5 b</b>                                       | <b>16,7 b</b>         | <b>594,8 b</b>                    |
| Chitozan (*HCl) 400 mg/L | 61,2 a                             | 58,0 a                               | 3,2 a                                   | 102,3 a  | 14,1 a                | 486,8 a                           |

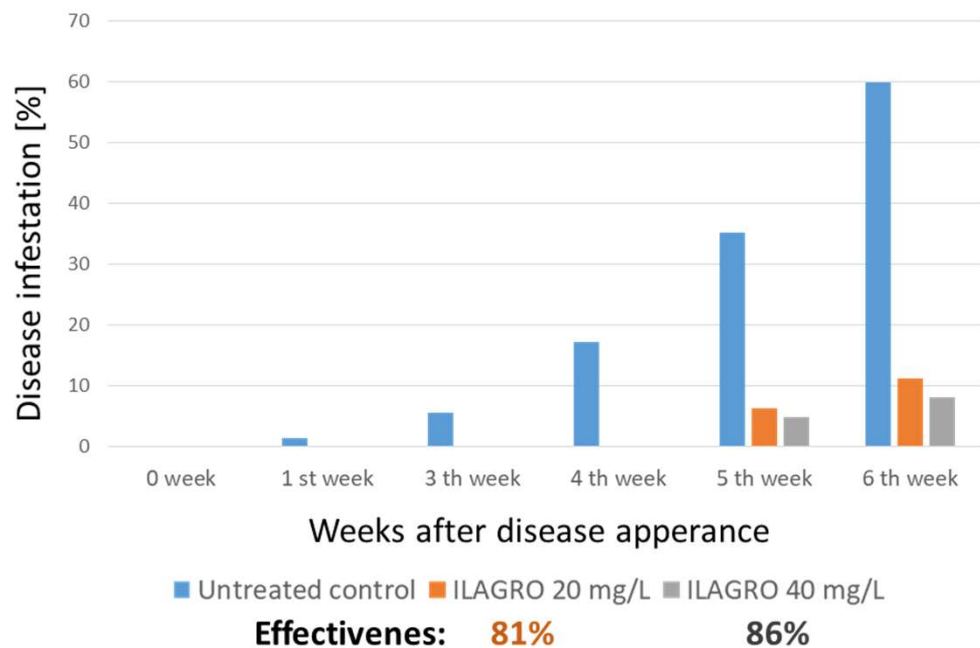
Różnice między średnimi oceniano przy użyciu testu Duncana przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$



Doświadczenie na roszadzie pomidora wykonane w **InHort Skierniewice**.

## Roślina : Pomidor odm. Tommimaru

1. Zapewnienie skutecznej ochrony przeciwko mączniakowi prawdziwemu



2. Przy jednoczesnym zapewnieniu większego plonu

| Plon [kg] z poletka |               |
|---------------------|---------------|
| Kontrola            | <b>14,5 a</b> |
| BTHWA (20 mg/l)     | <b>15,2 a</b> |
| BTHWA (20 mg/l)     | <b>15,6 a</b> |

Doświadczenie na rozsadzie pomidora wykonane w **InHort Skierniewice**.

## Roślina : Pomidor odm. Tommimaru



Kontrola



BTHWA 40 mg/l



## Roślina : Pomidor odm. Tommimaru



Kontrola



BTHWA 20 mg/l



Kontrola



BTHWA 20 mg/l

## Stres suszy w roślinach sałaty

Doświadczenie wykonano na roślinach sałaty (*Lactuca sativa* L. 'Zeralda') w komorze klimatycznej z zainstalowanym oświetleniem LED (16h/8h), o natężeniu światła ok.  $230 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , temperatura 18-20°C, RH 70-80%. Doświadczenie przeprowadzono w 5 powtórzeniach.

### Schemat doświadczenia:

1. Sadzonki w fazie 4-5 liści, umieszczono w bezodpływowych doniczkach wypełnionych perlitem.
2. Po 7 dniach od przesadzenia roślin na miejsce stałe, przeprowadzono opryskiwanie roślin (5 ml cieczy na roślinę).
3. Po kolejnych 7 dniach od pierwszego opryskiwania wykonano kolejny oprysk.
4. Po kolejnych 7 dniach indukowano stres suszy (roślin w wybranych kombinacjach nie podlewano, aż po momentu pojawienie się objawów wędnięcia liści w główce), po którym ponownie nastąpiło właściwe podlewanie roślin.
5. Rośliny kontrolne podlewano do stałej wagi.
6. Po 3 dniach od momentu ponownego nawadniania, dokonano pomiarów

07 | Doświadczenie na sałacie wykonane przez UP Poznań

| Kombinacja<br>(Stężenie) | Masa główki<br>[g/roślina] |                | Masa główki i<br>korzeni [g/roślina] |                | Względna zawartość<br>wody [%] |                | Zawartość suchej<br>masy [%] |                | Masa świeżych<br>korzeni [g/roślina] |                |
|--------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|
|                          | Bez<br>stresu              | Stres<br>suszy | Bez<br>stresu                        | Stres<br>suszy | Bez<br>stresu                  | Stres<br>suszy | Bez<br>stresu                | Stres<br>suszy | Bez<br>stresu                        | Stres<br>suszy |
| <b>Kontrola</b>          | 53,4 b                     | 45,3 a         | 73,4 abc                             | 66,3 a         | 73,0 ab                        | 62,0 a         | 3,04 a                       | 2,83 a         | 20,0 a                               | 21,0 a         |
| 50 mg/L<br>(1 zabieg)    | 65,3 c                     | 63,4 c         | 85,3 c                               | 84,2 bc        | 77,0 b                         | 70,5 ab        | 3,61 b                       | 3,69 b         | 20,0 a                               | 20,8 a         |
| 50 mg/L<br>(2 zabiegi)   | 52,6 b                     | 50,4 ab        | 69,1 a                               | 70,4 ab        | 77,0 b                         | 63,0 a         | 5,13 c                       | 3,21 a         | 16,5 b                               | 20,0 a         |



PPNT

... do odpowiedzialnej aplikacji

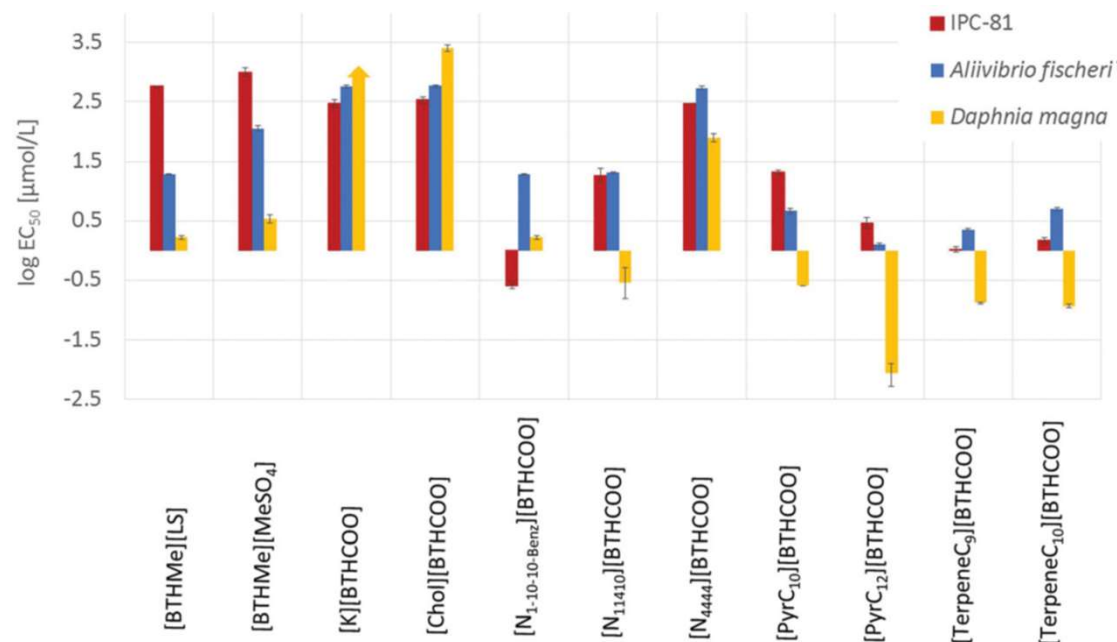
## Wpływ BTHWA na środowisko

- › **Badania in vitro działania żrącego na skórę:**
  - › Zaklasyfikowany jako niekorozyjny w kontakcie z zrekonstruowanym ludzkim naskórkiem
- › **Badania genotoksyczności: Nie jest mutagenny**
- › **Test wychwytu czerwieni obojętnej (NRU) przez komórki 3T3 do ustalenia początkowych dawek toksyczności ostrej:**
  - › Średnia wartość IC50 (50% cytotoksyczności) to **61.5 µg/mL**
  - › Estymowana wartość LD50 **poniżej 2000 mg/kg** masy ciała
- › **Badanie toksyczności ostrej doustnej metodą klas:**
  - › **Kategoria 5 lub poza klasyfikacja** – zakres wskazany jako  $2000 \text{ mg/kg} < \text{LD50} < 5000 \text{ mg/kg}$

# Wpływ BTHWA na środowisko

## › Badanie toksyczności:

- › Wykonywano na układach modelowych wykorzystujących:
  - › Komórki białaczki szczura IPC-81
  - › *Vibrio fisheri*
  - › *Daphnia magna*
- › Toksyczność cieczy jonowych i wielu innych związków, zależy od ich hydrofobowości
- › Istnieje zależność między długością łańcucha bocznego (odpowiadającego hydrofobowość) i toksycznością danego związku



Issue 14, 2021

From the journal:  
Green Chemistry[Previous Article](#)[Next Article](#)

**New bifunctional ionic liquid-based plant systemic acquired resistance (SAR) inducers with an improved environmental hazard profile †**

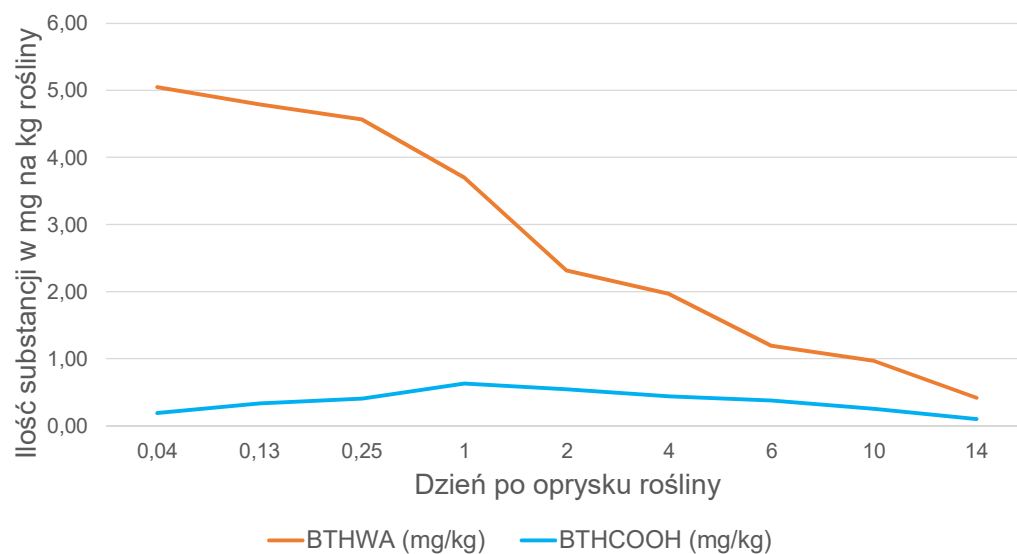


Marta Markiewicz, <sup>a</sup> Piotr Lewandowski, <sup>b</sup> Maciej Spychalski, <sup>b</sup> Rafal Kukawka, <sup>c</sup> Joanna Feder-Kubis, <sup>d</sup> Stephan Beil, <sup>a</sup> Marcin Smjglak <sup>†bc</sup> and Stefan Stolte <sup>a\*</sup>

## Wpływ BTHWA na środowisko

### › Badanie pozostałości substancji aktywnej w roślinie:

- › Okres połowicznego rozpadu substancji w roślinie to 3-4 dni. Po 14 dniach substancja zanika



**PPNT**

Poznański Park  
Naukowo-Technologiczny



Biznes  
Innowacja  
Technologia  
Nauka

**DZIĘKUJĘ !**

dr hab. inż. Marcin Śmiglak

E [marcin.smiglak@ppnt.poznan.pl](mailto:marcin.smiglak@ppnt.poznan.pl)

T +48 61 827 97 00



Rzeczpospolita  
Polska



Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju

**LIDER**