

## SELÉN AKO POTENCIÁLNY FUNGICÍD NA REGULÁCIU *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*

KLAUDIA PARÁKOVÁ  
Katedra ochrany rastlín  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

### ABSTRAKT

*Sclerotinia sclerotiorum* je devastujúci hubový patogén, ktorý je rozšírený celosvetovo a poškodzuje veľké množstvo významných plodín, vrátane repky olejnej (*Brassica napus* L.). Tento patogén infikuje hostiteľské rastliny prostredníctvom typických štruktúr – sklerócií, ktoré môžu prežívať rôzne dlhý čas v pôde. Skleróciá infikujú korene, listy alebo stonky napadnutých rastlín a spôsobujú rozsiahle straty na úrodách. Keďže chemická ochrana je hlavným spôsobom regulácie *S. sclerotiorum*, jej dlhodobé používanie viedlo, okrem iného, k rezistencii *S. sclerotiorum* voči fungicídum. Preto je potrebné vyvinúť ekologickú a bezpečnú metódu na reguláciu *S. sclerotiorum*. Preukázalo sa, že stopové prvky, vrátane selénu, sú schopné regulovať choroby rastlín. Určité koncentrácie selénu dokážu podporovať rast rastlín a zvyšovať schopnosť rastlín, aby odolávali chorobám. Hlavnými formami selénu v pôde, ktoré sú prijímané rastlinami, sú selenit (cca 40 %) a selenát (10 %). Dokázalo sa, že obe tieto formy selénu inhibujú rast mycélia a tvorbu sklerócií *S. sclerotiorum*, pričom selenát mal lepší inhibičný účinok ako selenit. Selén tak spôsobil poškodenie patogenity *S. sclerotiorum* a zdokonalil schopnosť repky olejnej odolávať infekcii patogénom. Selén má sľubnú budúcnosť ako alternatíva fungicídov pre *S. sclerotiorum* v repke olejnej.

### Úvod

Nedávno sa potvrdilo, že účinok živín na rastlinu má potenciál potláčať pôdne a listové patogény a preukázalo sa, že špecifické mikroelementy majú inhibičný účinok na mnohé choroby rastlín (CHENG et al., 2019). Selén (Se) je pre rastliny prospešným prvkom, ktorý podporuje rast rastlín a zvyšuje schopnosť odolávať biotickému a abiotickému stresu, ako je kontaminácia ťažkými kovmi, soľ a iné (LIN et al., 2012). Okrem toho sa preukázalo, že vhodné koncentrácie Se môžu inhibovať rast hubových patogénov. Doteraz je aplikácia chemických fungicídov hlavným nástrojom na reguláciu rastlinných chorôb, vrátane patogéna *Sclerotinia sclerotiorum*. Dlhodobé používanie chemických fungicídov však viedlo nielen k znečisteniu životného prostredia a ekologickej nerovnováhe, ale tiež viedlo k rezistencii *S. sclerotiorum* voči fungicídum a k rezíduám pesticídov v jedlých častiach plodín. Preto sa požaduje, aby sa vyvinuli ekologické a účinné prístupy regulácie *S. sclerotiorum* (CHENG et al., 2019).

### Metodika práce

Semestrálnu prácu na tému „Selén ako potenciálny fungicíd na reguláciu *Sclerotinia sclerotiorum*“ som vypracovala literárnou metódou. Pri vypracovávaní semestrálnej práce som použila dostupnú zahraničnú vedeckú a odbornú literatúru.

## Výsledky práce

Pretože znečistenie životného prostredia a ekologickú nerovnováhu spôsobenú používaním chemických fungicídov je ťažké zvládnuť, dopyt po ekologických metódach na reguláciu hubových chorôb sa stáva čoraz dôležitejšou otázkou súčasnosti. Stále viac štúdií preukázalo, že niektoré stopové prvky majú potenciál regulovať choroby rastlín (CHENG et al., 2019).

*Sclerotinia sclerotiorum* je širokospektrálny fytopatogén, ktorý infikuje viac ako 400 druhov rastlín, vrátane množstva dôležitej zeleniny a plodín na celom svete, ako sú repka olejná, paradajky, zemiaky, sója a slnečnica (JIA et al., 2018). Táto choroba je všeobecne známa ako biela pleseň, hniloba stonky alebo vädnutie v repke olejnej (*Brassica napus* L.). Ako tretí najväčší zdroj rastlinného oleja vo svete sa repka olejná používa vo veľkej miere ako zdroj ľudskej výživy. Avšak, napríklad Čína trpí stratou úrody repky olejnej, v dôsledku tohto patogéna, ktorá sa pohybuje v rozmedzí od 10 % do 80 % ročne (WANG et al., 2014).

*S. sclerotiorum* produkuje skleróciá, čo sú nepohľavné, pokojové štruktúry (CHENG et al., 2019), ktoré môžu prežiť až 10 rokov v pôde, v závislosti od podmienok prostredia (ELSHERBINY et al., 2018). Skleróciá sú schopné infikovať plodiny rôznymi spôsobmi myceliogénnym a karpogénnym klíčením. Na jednej strane môže myceliogénne klíčenie vytvárať hýfy, ktoré infikujú listy a korene rastlín (CHENG et al., 2019). Na druhej strane, pri vhodných podmienkach prostredia, môžu skleróciá klíčiť karpogénne za vzniku mnohých vzdušných askospórov, čo môže viesť k hnilobe stoniek hostiteľských rastlín (NIEM et al., 2013). To znamená, že skleróciá pôsobia ako dôležitý faktor vo vývojovom cykle patogéna, a preto opatrenia, ktoré inhibujú tvorbu a klíčenie sklerócií, sa môžu vyvinúť ako účinné metódy na reguláciu *S. sclerotiorum* (CHENG et al., 2019).

Selén (Se) je nevyhnutným stopovým prvkom u ľudí i zvierat, pretože je prítomný v antioxidantných obranných systémoch (JIA et al., 2018). Zatiaľ, čo jeho hlavná úloha vo vyšších rastlinách zostáva nejasná a nevyriešená, všetky rastliny dokážu Se asimilovať a akumulovať ho vo svojich orgánoch (LIU et al., 2016). Vhodné koncentrácie Se môžu podporovať rast rastlín a zvyšovať schopnosť rastlín odolávať nepriaznivým podmienkam životného prostredia, ako sú choroby rastlín, ťažké kovy, stres zo soli, sucho a iné (JIA et al., 2019). Se je špeciálny stopový prvok, ktorý je pri určitých koncentráciách prospešný nielen pre rast rastlín, ale aj toxický pre herbivory a patogény (JIA et al., 2018).

Se existuje v pôde v anorganických a organických formách a vyskytuje sa v štyroch oxidačných stavoch:  $Se^{6+}$  (selenát),  $Se^{4+}$  (selenit),  $Se^0$  (elementárny Se) a  $Se^{2-}$  (selenid) (WHITE et al., 2004). Selenát a selenit sú rozpustné a hlavné formy, ktoré sú prijímané rastlinami, zatiaľ čo elementárny selén a selenid sú nerozpustné. Selenit je hlavnou formou Se v pôde vo svete, ktorá predstavuje viac ako 40 %, zatiaľ čo selenát zaberá 10 % (JIA et al., 2018). Koncentrácia Se vo väčšine pôd po celom svete je 0,1–2 mg.kg<sup>-1</sup> (v priemere 0,4 mg.kg<sup>-1</sup>) (LIU et al., 2016). Koncentrácie Se pod 10 mg.kg<sup>-1</sup> pôdy sú bezpečné pre väčšinu rastlín, zatiaľ čo nad 100 mg.kg<sup>-1</sup> pôdy sú toxické (MEHDAWI et al., 2012).

Mnohé štúdie poskytli dôkazy, že Se inhiboval rast húb, ako napríklad *Alternaria brassicicola* a *Fusarium* sp. (JIA et al., 2018). Ďalej sa zistilo, že Se (selenát aj selenit) môže inhibovať rast mycélia a tvorbu sklerócií patogéna *S. sclerotiorum*. V poľných pokusoch bola

znižená patogenita pre listy repky olejnej, keď boli skleróciá vopred ošetrené selenátom. Je zaujímavé, že na poli, ktoré bolo hnojené selenátom (konečná koncentrácia celkového Se bola 3,84 mg.kg<sup>-1</sup>), bola inhibičná účinnosť lepšia ako v prípade polí hnojených selenitom. Se v konečnom dôsledku nielen zlepšil schopnosť repky olejnej odolávať infekcii patogénom, ale tiež spôsobil poškodenie patogenity rastlinného patogénu (CHENG et al., 2019).

Lepšie porozumenie mechanizmu účinku, ktorým Se inhibuje tvorbu a klíčenie sklerócií, a teda znižuje patogenitu *S. sclerotiorum*, pomôže vyvinúť bezpečnú a ekologickú metódu na zníženie poškodenia spôsobeného *S. sclerotiorum*. Selenát má preto nádejnú budúcnosť ako alternatíva syntetických fungicídov pre *S. sclerotiorum* v repke olejnej (CHENG et al., 2019).

### Použitá literatúra

1. ELSHERBINY, Elsherbiny A. – TAHER, Mohamed A. 2018. Silicon induces resistance to postharvest rot of carrot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and the possible of defense mechanisms. In *Postharvest Biology and Technology*, vol. 140, pp. 11-17. ISSN 0925-5214. DOI: doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.02.004.
2. CHENG, Qin – HU, Chengxiao – JIA, Wei – CAI, Miaomiao – ZHAO, Yuanyuan – TANG, Yanni – YANG, Dandan – ZHOU, Yingjie – SUN, Xuecheng – ZHAO, Xiaohu. 2019. Selenium reduces the pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* by inhibiting sclerotial formation and germination. In *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 183. ISSN 0147-6513. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.109503.
3. JIA, Wei – HU, Chengxiao – MING, Jiajia – ZHAO, Yuanyuan – XIN, Juan – SUN, Xuecheng – ZHAO, Xiaohu. 2018. Action of selenium against *Sclerotinia sclerotiorum*: Damaging membrane system and interfering with metabolism. In *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 150, pp. 10-16. ISSN 0048-3575. DOI: 10.1016/j.pestbp.2018.06.003.
4. JIA, Wei – HU, ChengXiao – XU, JiaYang – MING, JiaJia – ZHAO, YuanYuan – CAI, MiaoMiao – SUN, XueCheng – LIU, XinWei – ZHAO, XiaoHu. 2019. Dissolved organic matter derived from rape straw pretreated with selenium in soil improves the inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum* growth. In *Journal of Hazardous Materials*, vol. 369, pp. 601-610. ISSN 0304-3894. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.02.055.
5. LIN, Li – ZHOU, Weihui – DAI, Huaxin – CAO, Fangbin – ZHANG, Guoping – WU, Feibo. 2012. Selenium reduces cadmium uptake and mitigates cadmium toxicity in rice. In *Journal of Hazardous Materials*, vol. 235–236, pp. 343-351. ISSN 0304-3894. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2012.08.012.
6. LIU, Xinwei – ZHAO, Zhuqing – HU, Chengxiao – ZHAO, Xiaohu – GUO, Zaihua. 2016. Effect of sulphate on selenium uptake and translocation in rape (*Brassica napus* L.) supplied with selenate or selenite. In *Plant and Soil*, vol. 399, no. 1–2, pp. 295–304. ISSN 1573-5036. DOI: 10.1007/s11104-015-2699-7.
7. MEHDAWI, A. F. El – PILON-SMITS, Elizabeth A. H. 2012. Ecological aspects of plant selenium hyperaccumulation. In *Plant Biology*, vol. 14, no. 1, pp. 1-10. ISSN 1438-8677. DOI: 10.1111/j.1438-8677.2011.00535.x.
8. NIEM, Jennifer – GUNDERSEN, Babette – INGLIS, D. A. 2013. Effects of Soil Flooding on the Survival of Two Potato Pathogens, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Verticillium*

- 
- dahliae*. In *American Journal of Potato Research*, vol. 90, no. 6, pp. 578-590. ISSN 1874-9380. DOI: 10.1007/s12230-013-9332-1.
9. WANG, Yong – HOU, Yi-Ping – CHEN, Chang-Jun – ZHOU, Ming-Guo. 2014. Detection of resistance in *Sclerotinia sclerotiorum* to carbendazim and dimethachlon in Jiangsu Province of China. In *Australasian Plant Pathology*, vol. 43, no. 3, pp. 307-312. ISSN 1448-6032. DOI: 10.1007/s13313-014-0271-1.
10. WHITE, P. J. – BOWEN, H. C. – PARMAGURU, P. – FRITZ, M. – SPRACKLEN, W. P. – SPIBY, R. E. – MEACHAM, M. C. – MEAD, A. – HARRIMAN, M. – TRUEMAN, L. J. – SMITH, B. M. – THOMAS, B. – BROADLEY, M. R. 2004. Interactions between selenium and sulphur nutrition in *Arabidopsis thaliana*. In *Journal of Experimental Botany*, vol. 55, no. 404, pp. 1927-1937. ISSN 0022-0957. DOI: 10.1093/jxb/erh192.