

Cukrová řepa z pohledu rostlinolékařské nematologie

SUGAR BEET IN THE VIEW OF PLANT NEMATOLOGY

Ondřej Douša

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha

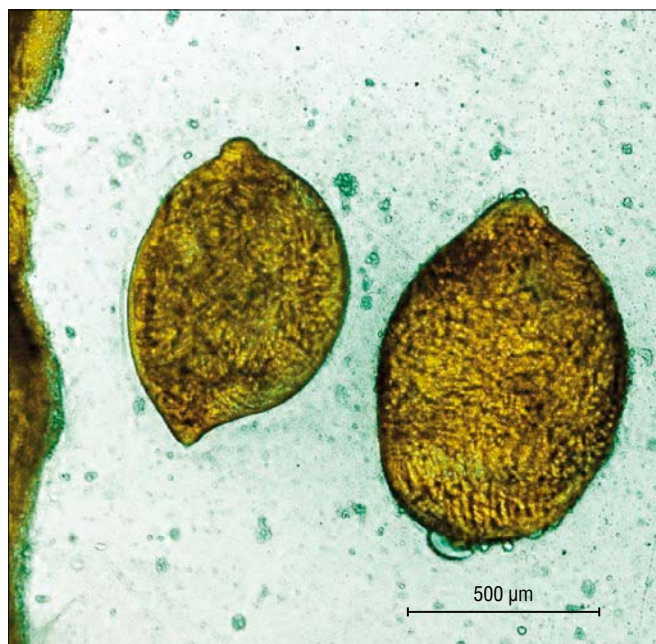
Výnos a kvalitu cukrové řepy významně ovlivňují škodlivé organismy. Ze živočišných škůdců tvoří k důležitou skupinu fyto-parazitická háďátka. Význam těchto organismů může být v praxi často podceňován, což je dáno jejich mikroskopickými rozměry i nižším povědomím pěstitelů o jejich výskytu a škodlivosti.

Háďátka, která se na cukrové řepě vyskytují, můžeme rozdělit na druhy sedenterní, tedy v určité fázi svého životního cyklu žijící přisedle v pletivu cukrové řepy, a na druhy volně žijící, které zůstávají po celou dobu svého životního cyklu pohyblivé.

Cystotvorné druhy rodu *Heterodea*

Z druhů sedenterních napadajících cukrovou řepu je zdaleka nejvýznamnějším druhem **háďátka řepné (*Heterodera schachtii*)**. Tento druh se na našem území běžně vyskytuje, stejně jako v celém mírném pásmu severní polokoule včetně USA, Kanady a Mexika (1). Háďátka řepné je vůbec prvním druhem cystotvorného háďátka, který byl objeven. První výskyt byl zjištěn botanikem Schachtem na kořenech cukrové řepy v Magdeburské oblasti Německa, druh byl vědecky popsán Kühnem v roce 1871 (2).

Obr. 1. Samičky háďátka řepného (foto Šárka Mašová)



První zpráva o výskytu háďátka řepného na našem území pochází z okolí Chrudimi z roku 1886 (3). Životní cyklus háďátka řepného je následující: z cyst v půdě obsahujících vajíčka se líhnou na jaře invazní juvenilní jedinci, ti migrují v půdě a svými chemoreceptory vyhledávají kořen hostitelské rostliny. Potom ústním bodcem narušují pletivo kořene a pronikají dovnitř. V pletivu se háďátka usazují a začínají přijímat ústním bodcem potravu z okolních buněk. Enzymatický aparát háďátka následně stimuluje hostitelskou rostlinu k tvorbě mnohojaderného útvaru, označovaného jako syncythium. Rostlina je enzymy produko-vanými háďátkem manipulována k přednostnímu transportu živin do syncythia, ze kterého škůdce přijímá potravu. V pletivu hostitelské rostliny háďátka dospívají v samce a samice, přičemž samci nabývají hadovitěho tvaru těla a kořeny opouštějí. Samice zůstávají v kořenech, zvětšují se, nabývají citronovitého tvaru až vyhrěznou na povrch kořene a jsou oplodňovány samci. V této fázi mohou být patrné na kořenech jako bílé kulovité útvary o velikosti cca 0,5 mm. Oplozené samičky odumírají a mění se v tmavší cysty obsahující přibližně 300 vajíček (2). Vajíčka v cystě si uchovávají životaschopnost po dobu asi pět let, už po třech letech ale lze očekávat významnou redukci jejich počtu (4). V podmínkách Česka má háďátka řepné v závislosti na průběhu vegetace 2–3 generace. Řepa reaguje na napadení háďátkem řepným nadměrnou tvorbou kořenů (vousatost), zpomalením růstu, napadené rostliny mohou v létě více vadnout. Při výskytu 50 vajíček v 1 ml půdy lze u náchylné odrůdy řepy očekávat snížení výnosu o cca 5 % (2). Kromě cukrové řepy je háďátka řepné schopné parazitovat minimálně 200 dalších druhů rostlin. Vyskytuje se na pozemcích s dlouhou historií pěstování cukrové řepy. Proto je problémem v tradičních řepařských oblastech a např. na Slovensku, kde nebylo v minulosti pěstování cukrovky rozšířeno tolik jako v Čechách a na Moravě, se téměř nevyskytuje. Při extrakci z půdy existuje možnost záměny s podobným na řepě neškodícím **háďátkem ovesným (*Heterodera avenae*)**, případně dalšími druhy rodu *Heterodera*, a je vždy nutné provést přesnou morfologickou či molekulárně-biologickou diagnostiku; morfologická diagnostika se provádí mikroskopickým rozborem cyst a analýzou jejich fenestrální oblasti, molekulární diagnostika spočívá v aplikaci polymerázové řetězové reakce (PCR) se specifickými primery, možné je i použití kvantitativní (real time) metody PCR (5).

Cukrovou řepu napadá i další druh rodu *Heterodera*, v Nizozemsku, Belgii, Německu, Francii, Španělsku, Portugalsku, Švýcarsku a Švédsku přítomný druh ***Heterodera betae*** (6). Ten je háďátkem řepnému velmi podobný jak morfologií, tak biologií,

rovněž škodlivost je obdobná. Rozdílem jsou pouze poněkud delší vajíčka a larvy i nažloutlá barva samic na kořenech. Druh byl původně popsán v 80. letech 20. století v Nizozemsku jako populace druhu *Heterodera trifolii* napadající cukrovou řepu, v roce 2001 byla tato populace popsána jako *Heterodera betae*. V Česku tento druh nebyl dosud zjištěn, přesto má velký význam rozšíření tohoto druhu sledovat, protože se nedá očekávat, že by odrůdy řepy tolerantní vůči háďátku řepnému druhu *Heterodera schachtii* byly tolerantní rovněž vůči druhu *Heterodera betae*.

Problematika odrůd řepy cukrové rezistentních a tolerantních vůči háďátku řepnému

Z důvodů nedostatku přímých metod ochrany cukrové řepy proti háďátku řepnému se obrátila pozornost na šlechtění odrůd vykazujících vůči tomuto škůdci rezistenci či toleranci. Následkem této činnosti můžeme v současnosti pěstované odrůdy řepy rozdělit na tři skupiny (7):

1. Odrůdy náchylné k poškození háďátkem řepným. Tyto odrůdy mají vysoký výnos, ale silně reagují na napadení háďátkem a jejich výnos se v reakci na napadení velmi značně snižuje.
2. Odrůdy vůči háďátku řepnému rezistentní, na těchto odrůdách nedochází vůbec k vývoji samic háďátka, a tedy ani tvorby cyst a při jejich pěstování se výskyt háďátka na dané ploše snižuje. Výnos rezistentních odrůd je ale ve srovnání s odrůdami náchylnými nižší.
3. Odrůdy tolerantní, tyto odrůdy vykazují výnosy srovnatelné s odrůdami náchylnými a jejich výnos není přítomností háďátka řepného vůbec ovlivněn, i když na nich tento škůdce může svůj vývoj dokončit. Pěstitelé v současné době preferují pěstování tolerantních odrůd, které i přes vyšší cenu osiva poskytují jistotu vysokého výnosu i na plochách s výskytem háďátka.

Hostitelský status tolerantních odrůd není zcela jasný, např. HAUER ET AL. (7) při polních pokusech redukcí počtu cyst u tolerantních odrůd nezjistil. Dle REUTHEROVÉ ET AL. (8) je schopnost háďátka se na tolerantních odrůdách množit vyšší než u odrůd rezistentních, nicméně nižší než u odrůd náchylných. Jednotlivé tolerantní odrůdy se v tomto ohledu navzájem liší, obecně se dá předpokládat, že hostiteli háďátka jsou, ale poškození dokážou kompenzovat, takže k výpadkům výnosu nedochází. Nedochází však ani k významné redukcí počtu cyst v půdě (9, 10) a to zvláště v případě opakovaného pěstování tolerantních odrůd. Dle DAUBA (11) na silně zamořených půdách (přes 2000 vajíček či larev na 100 ml půdy) dochází u citlivých odrůd cukrové řepy k redukcí výnosu o 30–40 % a u odrůd tolerantních o 10–20 %.

Rezistence některých odrůd cukrové řepy vůči háďátku je založena na genu Hs1 pocházejícím z rostliny druhu *Patellifolia procumbens* (dříve *Beta procumbens*), polygenně založená rezistence byla popsána u druhu *Beta maritima*. Tolerantní odrůdy získaly svoji odolnost z rostliny druhu *Patellifolia webbiana*, kriticky ohroženého endemitu ostrova Gran Canaria (8).

Rezistence vůči háďátku řepnému byla popsána nejdříve u řepky, byly vyšlechtěny rezistentní odrůdy této plodiny i hořčice. U rezistentních odrůd dochází k omezení vývoje samic a narušení poměru pohlaví (samci se vyvíjejí normálně). Je to dáno redukcí tvorby syncythií v prokambiu, kde se usazují samičky, syncythia v pericyklu, kde se vyvíjejí samci, redukována nejsou. Šlechtění rezistentních odrůd se soustředilo hlavně na monogenně založenou rezistenci (kříženci divokých druhů

Obr. 2. Cukrová řepa napadená háďátkem řepným (bílé oválné samičky) se zmnoženými kořínky (foto SESVanderHave)



s *Beta vulgaris*), v 70. letech 20. století se pracovalo s druhem *Beta maritima*, ale práce byla ukončena, když se ukázalo, že rezistence je u tohoto druhu recesivní (11).

Paradoxně moderní tolerantní odrůdy řepy šlechtěné po roce 2005 pocházejí právě z druhu *B. maritima*. Těchto tolerantních odrůd je mnohem více (v roce 2018 jich bylo 16) než odrůd rezistentních (v současnosti cca 4), zavedení tolerantních odrůd vedlo ke zvýšení výnosu bílého cukru v Německu o 25–30 %. Dříve používané rezistentní odrůdy už se nešlechtí z důvodu jejich nízkého výnosu, veškerá pozornost se soustředí na tolerantní odrůdy vycházející z *B. maritima*. U těchto odrůd byl také identifikován gen rezistence (HS^{B^m-1}), vyselektování populací *H. schachtii* vůči tomuto genu odolných autor v blízké budoucnosti neočekává, určitý selekční tlak ke zvýšení virulence však lze předpokládat, tak jak se to děje u některých populací háďátka bramborového (*Globodera pallida*). Do budoucna se chtějí šlechtitelé soustředit na podchycení a upevnění rezistence tolerantních odrůd pocházejících z *B. maritima* dané genem HS^{B^m-1} a získat tak odrůdy s vysokým výnosem i schopností redukovat počet háďátek v půdě (11).

Obr. 3. Invazní larva háďátka druhu *Meloidogyne fallax* (foto Ondřej Douša)



Obr. 4. Příznaky napadení brambor háďátkem *Meloidogyne fallax*; na cukrové řepě lze očekávat výskyt obdobných příznaků (tmavé tečky v pletivu) (foto Ondřej Douša)



Sedentní hálkotvorná háďátka rodu *Meloidogyne*

Dalším rodem fytoparazitických háďátek schopných parazitovat na cukrové řepě jsou háďátka rodu *Meloidogyne*. Obecně lze konstatovat, že hálkotvorná háďátka rodu *Meloidogyne* patří celosvětově mezi vůbec nevýznamnější škůdce kulturních plodin (12). Opět se jedná o háďátka sedentní, rozdílem oproti

cystotvorným háďátkům rodu *Heterodera* je však skutečnost, že v případě rodu *Meloidogyne* nedochází k tvorbě cysty, ale pletivo hostitelské rostliny reaguje na přítomnost háďátka tvorbou kořenové hálky. Příznakem napadení jsou v případě háďátek rodu *Meloidogyne* tedy zejména kořenové hálky, dále pak nadměrná tvorba kořenů a v porostu je ohniskovitě patrná zakrslost rostlin. Háďátka rodu *Meloidogyne* mají většinou velmi široký okruh hostitelských rostlin, proto je velmi obtížná aplikace klasické metody nepřímé ochrany rostlin proti háďátkům, kterou je střídání plodin. Na cukrové řepě mohou parazitovat druhy ***Meloidogyne hapla***, ***Meloidogyne incognita*** a ***Meloidogyne fallax***. Z těchto druhů je na území České republiky v polních podmínkách běžný pouze druh *Meloidogyne hapla*, který se v posledních přibližně dvaceti letech stal zejména na písčitéch půdách v Polabí významným škůdcem kořenové zeleniny. Škodlivost na cukrové řepě nebyla v našich podmínkách dosud prokázána, v budoucnosti se však zcela vyloučit nedá. Druh *Meloidogyne incognita* preferuje teplejší klima, a proto byl na našem území zjišťován většinou pouze ve sklenících. Tato situace by se ale mohla s postupujícím oteplováním změnit. *Meloidogyne fallax* je druhem karanténním, v současné době se vyskytuje v Nizozemsku, Belgii, Francii, Německu, Švýcarsku, Švédsku a Velké Británii, kde napadá především brambory, u nás nebyl dosud výskyt zjištěn. Jelikož se jedná o druh karanténní je důležité sledovat zejména zásilky rostlinného materiálu z výše uvedených zemí a předejít tak jeho introdukci na naše území, která by vedla k závažným ekonomickým důsledkům. Nadějnou skutečností je existence odrůdy cukrové řepy rezistentní vůči háďátkům rodu *Meloidogyne*, která je v současnosti již pěstována v západní Evropě (Nizozemí, Belgie) s cílem snížení početnosti háďátek rodu *Meloidogyne* na zasažených pozemcích.

Volně žijící háďátka

Nejvýznamnějším druhem volně žijícího háďátka, který škodí na rostlinách cukrové řepy, je v současnosti **háďátko zhoubné (*Ditylenchus dipsaci*)**. Tento druh napadá cukrovou řepu v Belgii, Nizozemsku, Švýcarsku, Francii a v Německu (zejména v Porýní a Francích) (13). Škodlivost háďátka zhoubného je dána jeho zvláštními biologickými vlastnostmi; zejména pak extrémně širokým okruhem hostitelských rostlin (až 500 druhů), schopností přežívat i 20 let v anabiotickém stavu (2) a existence populací s rozdílným okruhem hostitelských rostlin (hostitelských ras). V našich podmínkách je háďátko zhoubné významným škůdcem česneku, na cukrové řepě dosud nebylo v Česku zjištěno. Infekce řepy háďátkem zhoubným se projevuje u klíčících rostlin otokem pletiva, v pozdějších fázích pak tmavnutím horní části bulvy, postupně dochází k nekróze pletiva, přidat se může sekundární bakteriální či houbová infekce a v poslední fázi řepě odumírají i listy (14). Výskyt příznaků v porostu je stejně jako u háďátka řepného ohniskovitý. Přímá ochrana proti háďátku zhoubnému se provádí u česneku přípravkem Vydate (Oxamyl), v kulturách cukrové řepy nepřichází takovýto zásah z ekonomických důvodů v úvahu. Existuje snaha o šlechtění rezistentních odrůd řepy proti háďátku zhoubnému, zatím však s omezeným úspěchem (13).

Z dalších volně žijících druhů fytoparazitických háďátek může cukrovou řepu napadat druh ***Pratylenchus penetrans***, který je na našem území přítomen. Háďátka tohoto druhu způsobují na kořenech hostitelských rostlin tmavé léze. Při velkém počtu háďátek v půdě může působením tohoto druhu na jaře

docházet k padání klíčnicích rostlin, za příčinu se v praxi často považuje blíže nespecifikovaný syndrom „půdní únavy“. Problémem je v tomto případě málo informací o rozšíření háďátek rodu *Pratylenchus* u nás, přesnější zhodnocení jejich rozšíření a výzkum škodlivosti by vyžadovaly rozsáhlý monitoring provedený odběrem půdních vzorků i podezřelých hostitelských rostlin.

Závěr

Z předchozích skutečností vyplývá, že pokud se týká fytoparazitických háďátek, nemusí být cukrová řepa napadána pouze pěstitelem dlouho známým háďátkem řepným (*Heterodera schachtii*). Fytoparazitických háďátek škodících na cukrové řepě existuje více druhů, i když jejich výskyt u nás zatím nebyl na této plodině prokázán. Je otázkou, zda je to důsledkem jejich skutečné nepřítomnosti, či se jedná pouze o nedostatek informací o rozšíření těchto háďátek u nás. I v porostech cukrové řepy je zapotřebí příznaky poškození typické pro fytoparazitická háďátka sledovat a v případě podezření kontaktovat pracovníky institucí schopných provést přesnou a spolehlivou diagnostiku a potvrdit tak či vyvrátit přítomnost těchto škůdců. Stejně tak je důležité sledovat v blízkém zahraničí výskyt druhů, které nejsou dosud v Česku rozšířeny, protože se dá v budoucnu bohužel jejich přítomnost na našem území očekávat. Metody přímé ochrany rostlin proti fytoparazitickým háďátkům jsou velmi omezené a drahé. Klíčovou proto stále zůstává prevence, tedy omezení rozšíření háďátek na nezasazené plochy. Toho je možné dosáhnout zvýšením povědomí o existenci těchto škůdců mezi pěstiteli, přesnou a rychlou diagnostikou a vymezením oblastí jejich výskytu. Následovat by měla aplikace příslušných nepřímých ochranných opatření, kterými jsou zejména omezení přejezdů zemědělské mechanizace z polí s výskytem háďátek na pole nezamořená, navržení vhodných osevních postupů zahrnujících plodiny, které nejsou hostiteli příslušného druhu háďátka, či dodržování několikaletého odstupu pěstování plodiny napadané daným druhem.

Tato práce vznikla v souvislosti s řešením výzkumných projektů TA ČR TH04030242 a MZe RO-0418.

Souhrn

Cukrová řepa může být napadena několika druhy fytoparazitických háďátek. Nejdéle známým druhem z této skupiny škodlivých organismů škodících na této plodině je háďátka řepné (*Heterodera schachtii*). Ochrana proti tomuto škůdci se realizuje zejména pomocí tolerantních odrůd. Dalšími druhy háďátek napadajícími cukrovou řepu jsou háďátka rodu *Meloidogyne* a druhy *Ditylenchus dipsaci*

Obr. 5. Háďátka zhoubné (foto Ondřej Douša)



Obr. 6. Příznaky napadení bulvy cukrové řepy háďátkem zhoubným (foto Wim Wesemael)



Obr. 7. Porost cukrovky na pozemku zamořeném háďátkem řepným, škůdce působí vadnutí napadených rostlin (foto SESVanderHave)



a *Pratylenchus penetrans*. Tyto druhy nebyly na řepě na území České republiky zatím zaznamenány, přesto je nutné věnovat jejich případnému výskytu pozornost.

Klíčová slova: cukrová řepa, Česká republika, *Heterodera schachtii*, *Ditylenchus dipsaci*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*.

Literatura

1. *Heterodera schachtii* (HETDSC). EPPO Global Database, 2012, [online] <https://gd.eppo.int/taxon/HETDSC/distribution>.
2. DECKER, H.: *Phytonematologie – Biologie und Bekämpfung Pflanzenparasitäre nematoden*. VEB Detcher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1969, 526 s.
3. VLK, F. *Ochrana rostlin – Nematologie obecná a speciální*. Vysoká škola zemědělská Praha, 1985, 157 s.
4. DOUDA, O. ET AL.: Výskyt háďátka řepného (*Heterodera schachtii*) ve skladovaných kalech. *Rostlinolékař*, 2020 (6), s. 19–20.
5. ZOUHAR, M. ET AL.: *Souprava pro PCR detekci háďátka řepného v rostlině a půdě*. 2015, Užžitný vzor, č. dokumentu 28 637.
6. WOUTS, W. M.; RUMPENHORST, H. J.; STURHAN, D.: *Heterodera betae* sp. n., the yellow beet cyst nematode (Nematoda: Heteroderidae). 2001, *Russian Journal of Nematology*, 9, 2001 (1), s. 33–42.
7. HAUER, M. ET AL.: Integrated control of *Heterodera schachtii* Schmidt in Central Europe by trap crop cultivation, sugar beet variety choice and nematicide application. *Applied Soil Ecology*, 99, 2016, s. 62–69.
8. REUTHER, M.; LANG, C.; GRUNDLER, F. M.: Nematode-tolerant sugar beet varieties—Resistant or susceptible to the Beet Cyst Nematode *Heterodera schachtii*. *Sugar Ind./Zuckerind.*, 142, 2017 (5), s. 277–284.
9. DAUB, M.; WESTPHAL, A.: Integrated nematode management at crop rotation systems with sugar beets. *Sugar Ind./Zuckerind.*, 137, 2012 (2), s. 110–119.
10. KRÜSSEL, S.; WARNECKE, H.: Effects of sugar beet varieties on population dynamics of *Heterodera schachtii*. *Sugar Ind./Zuckerind.*, 139, 2014 (3), s. 180–187.
11. DAUB, M.: *Mechanisms of Resistance to Cyst Nematodes*. In PERRY, R. N.; MOENS, M.; JONES, J. T. (eds.): *Cyst nematodes*. CABI, 2018, 456 s., ISBN–10:9781786390837.
12. JONES, J. T. ET AL.: Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 14, 2013 (9), s. 946–961.
13. STORELLI, A.: Investigation of resistance against *Ditylenchus dipsaci* on sugar beet. Disertační práce, Univerzita Georga Augusta v Göttingenu, 2021, 138 s.
14. STORELLI, A. ET AL.: Screening of sugar beet pre-breeding populations and breeding lines for resistance to *Ditylenchus dipsaci* penetration and reproduction. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128, 2021 (5), s. 1303–1311.

Douda O.: Sugar Beet in the View of Plant Nematology

Sugar beet can be infested with several species of phytoparasitic nematodes. The longest known species of this group of crop-damaging organisms affecting this crop is the beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*). Protection against this pest is conducted mainly by planting tolerant sugar beet varieties. Other nematodes affecting sugar beet are the members of the *Meloidogyne* genus and the *Ditylenchus dipsaci* and *Pratylenchus penetrans* species. These nematode species have not yet been recorded on beet in the Czech Republic, but it is necessary to monitor their possible occurrence.

Key words: sugar beet, Czech Republic, *Heterodera schachtii*, *Ditylenchus dipsaci*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Ondřej Douda, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, 161 00 Praha-Ruzyně, Česká republika, e-mail: douda@vurv.cz