

Vliv nematodů *Heterodera Schachtii* Schmidt na výnos cukrové řepy

Jaromír Chochola, Řepařský institut, Semčice

Hád'átka řepné *Heterodera Schachtii* je jedním z nejvýznamnějších škůdců cukrové řepy. Zamoření půd stoupá s koncentrací hostitelských rostlin v osevním postupu. V Česku po roce 1990 došlo sice k výraznému poklesu celkové plochy cukrové řepy, řepa se však zkoncentrovala u nejlepších pěstitelů a na nejlepších pozemcích. Cukrová řepa se dnes vrací na stejný pozemek zpravidla 4. nebo i 3. rokem a za této situace populace *Heterodera Schachtii* neklesá, spíše postupně narůstá. V osevních postupech výrazně narůstá zastoupení brukvovitých plodin, zejména řepky, která je rovněž dobrým hostitelem hád'átka řepného. Zvýšila se průměrná teplota a v teplejší půdě se zvyšuje počet generačních cyklů hád'átka za rok. Všechny tyto faktory se podílejí na zvýšeném výskytu zamořených půd a na stále rostoucí frekvenci poškozených porostů cukrové řepy. Cukrová řepa je intenzivní plodinou, s vysokými výnosy, s vysokými tržbami, ale také s vysokými náklady. Každé snížení výnosů silně postihuje její rentabilitu. Eliminace škod působených hád'átkem řepným je proto důležitým a aktuálním problémem technologie pěstování. Agrotechnické možnosti – úprava osevního postupu, pěstování antinematodních meziplodin a pěstování rezistentních resp. tolerantních odrůd cukrové řepy – jsou vždy spojeny s nižšími tržbami či s vyššími náklady. O jejich nasazení je třeba objektivně rozhodnout, tj. je třeba mít informace o stupni zamoření pozemku a o vlivu jistého stupně zamoření na výnos. V tomto příspěvku se na základě polních pokusů z poslední doby pokouším tento vztah mezi stupněm zamoření a výnosem kvantifikovat.

Hád'átku řepnému nebyla v Česku dlouho věnována výzkumná pozornost. Handrková (2) při plošném průzkumu v okrese Jičín a Praha Západ našla hád'átka prakticky na všech polích, ovšem ve velmi nízké koncentraci (0 – 3 cysty/100 g půdy, s průměrem vždy pod 1 cystu/100 g) a pouze jediný vzorek s výskytem 8 cyst/100 g půdy. Tento výzkum, podobně jako starší výsledky Vindušky (7), na dlouhou dobu podkládal obecné mínění, že v Česku není hád'átka řepné vážným problémem. Vztah mezi stupněm zamoření a výnosem zkoumal u nás Vinduška (6) a zjistil významný pokles výnosu až při zamoření nad 100 cyst/100 g půdy. Handrková (2) konstatovala významný pokles výnosu při zamoření 20 – 30 cyst/100 g. Tyto výsledky se pravděpodobně promítají do některých praktických doporučení. Osivářská firma STRUBE (9) hodnotí obsah cyst do 10 na 100 g půdy jako slabý, 11 – 30 cyst jako střední až silný a nad 30 cyst velmi silný. Velmi frekventovaný portál AGROMANUÁL (10) doporučuje cílené zásahy při výskytu 30 a více cyst na 100 ml zeminy. Naproti tomu firma KWS (8) uvádí pokles výnosu o 3 – 5 % už při výskytu 6 – 10 cyst/100 ml, tedy přibližně 4 – 7 cyst/100 g půdy a ještě nižší hranice škodlivého zamoření je uplatňována ve Francii – CHASSIN (4). Rozdíly v hodnocení jsou evidentně veliké, pouhý výběr jeho způsobu vede k podstatným rozdílům v technologii pěstování a vztah mezi stupněm zamoření a výnosem zjevně vyžaduje přezkoumání.

Hodnocení stupně zamoření je metodicky postaveno na izolaci (vyplavení) cyst hád'átka z půdního vzorku a na vytřídění cyst se životaschopným obsahem. Tyto cysty ovšem mohou obsahovat rozdílný počet larev a vajíček a tak se v přesnějších pracích počítají tyto larvy a vajíčka. Jedna cysta jich může obsahovat 100 – 300 – RIECKMANN W., STECK, U. (5). To je ovšem velmi široké rozpětí, které velmi zpochybňuje přepočty mezi způsoby vyjádření stupně zamoření. Situaci dále komplikuje to, že některé prameny ovádějí zamoření v přepočtu na objem zeminy (zpravidla na 100 cm³), jiné v přepočtu na hmotnost (100 g) a orientační přepočet 100 ml = 150 g zeminy je určitě dalším zdrojem chyb. Naději na zpřesnění kvantitativní detekce *Heterodera Schachtii* představuje aplikace metody PCR (Polymerase Chain Reaction) – metoda založená na stanovení množství DNK *Heterodera*

Schachtii v půdním vzorku – FÜRSTENFELD (1). Stanovení probíhá na hmotnostní bázi, není problém s rozlišováním mrtvého a životaschopného obsahu cyst, není problém druhové záměny ani zdlouhavého počítání. Je tu však vysoká cena laboratorního vybavení, jehož návratnost je dnes představitelná pouze v nadnárodním měřítku.

Metodika

V roce 2003 se v Česku začaly zkoušet odrůdy cukrové řepy tolerantní či rezistentní k nematodům¹. Tyto pokusy vyžadovaly stanovení stupně zamoření na pokusných lokalitách a z rozdílů výsledků odrůd netolerantních a tolerantních umožňovaly kvantifikovat vliv určitého stupně zamoření na výnos. Tak byl získán materiál pro tuto práci. Korektnost tohoto postupu závisí na několika předpokladech: První je předpoklad, že výkonnost tolerantních odrůd v podmínkách bez zamoření se zásadně neliší od výkonnosti odrůd netolerantních. Tento předpoklad se potvrdil při zkoušení sortimentu pro Seznam doporučených odrůd. Dále, srovnávání uvedených dvou skupin odrůd vychází z předpokladu, že výnos tolerantní odrůdy není nematody ovlivněn vůbec. Domnívám se, že pro praktické účely musíme tento předpoklad přijmout. Konečně, přijímáme předpoklad, že ve srovnávaných výběrech odrůd je podobné zastoupení odrůd dobrých a špatných.

V Řepářském institutu jsme v období 2004 – 2010 provedli celou řadu odrůdových pokusů v nichž bylo možno srovnat výkonnost odrůd tolerantních (označuji je RINEM – tj. tolerantní k rizománii a k nematodům) a netolerantních (RI – tj. tolerantní pouze k rizománii) k nematodům. V zásadě lze tyto pokusy rozdělit do 2 skupin:

1. Klasické odrůdové pokusy se zkoušením 20 – 40 odrůd, ve 3 – 4 opakováních, se znáhodněním odrůd v rámci opakování. Pokusy zahrnovaly zpravidla větší část aktuálně pěstovaného sortimentu, zejména na počátku sledování bylo však zastoupení odrůd tolerantních k nematodům velmi nízké. Do srovnání jsem zahrnul pouze odrůdy tolerantní k rizománii a odrůdy tolerantní k rizománii a k nematodům, tedy nikoliv odrůdy bez tolerance či odrůdy s tolerancí k rizoktonii.
2. Pruhy „standardních“ odrůd. Přes celý pokusný pozemek byly vedle sebe vysety po 3 řádcích významné (významné výkonností a zastoupením v praxi) odrůdy lišící se tolerancí k chorobám (odrůda bez tolerance, odrůda tolerantní k rizománii – RI, odrůda tolerantní k rizománii a k nematodům – RINEM). Tyto pruhy byly na pokusném poli 3 – 4 x opakovány, aby bylo možno dokumentovat proměnlivost vlivu patogenů na pozemku. Toto srovnání bylo zatížené subjektivním výběrem odrůd, bylo však na pozemku mnohonásobně opakované (24 – 36 x).

Pro první skupinu byl proveden odběr půdních vzorků na obsah cyst nematodů vždy na místě pokusu, pro druhou skupinu je uvedeno průměrné zamoření celého pokusného pole. V několika případech zařazuji více než jeden pokus z téže lokality. Důvodem je buď rozdílné zamoření na místě pokusu nebo velmi rozdílná velikost porovnávaných výběrů (mnoho RI odrůd oproti jedné RINEM a 1 – 2 odrůdy RI oproti 1 RINEM).

Pokusy byly provedeny na lokalitách rozmístěných v české řepářské oblasti podle obrázku 1. Plocha pokusných parcel byla 10 m², počet rostlin ke sklizni na nich byl 85 – 95. Pokusy byly sklizeny (ořezány a vyorány) třířádkovým sklizečem, celá sklizeň parcely byla vyprána a zvážena a ve vzorku řepné kaše byly stanoveny jakostní parametry. Pro účely této práce se omezují na syntetické vyjádření výnosu jako výnosu řepy přepočteného na 16 % cukernatosti podle usance zavedené v cukrovarech Tereos – TTD, kde

¹ Toleranci či rezistenci odrůd jsme neposuzovali, vycházeli jsme z deklarace vlastností šlechtitelem. Z této deklarace nebylo vždy jednoznačné, zda se jedná o toleranci či rezistenci a tak v dalším textu preferuji pojem „tolerance“, protože výsledek se kterým pracujeme – ovlivnění výnosu – je projevem tolerance.

$$\text{výnos přepočtené řepy} = \text{výnos řepy} * ((\text{cukernatost} - 3)/13)$$

Stanovení nematodů: Půdní vzorky pro stanovení nematodů byly odebírány před setím, ve druhé polovině března z půdní vrstvy 0 – 30 cm. Pokusné pole bylo rozděleno na čtverce 20 x 20 m a z v každém čtverci bylo provedeno 10 vpichů. Po odplavení minerálního podílu vzorku na síť 0,05 mm byly z plovoucích organických částíček vybrány objekty podobné cystám nematodů, přeneseny pod lupou a tam vytříděny a spočítány cysty se životaschopným obsahem. Výsledek byl přepočten na 100 g suché zeminy. Slabinou této metody je jednak možnost záměny s podobným háďátkem ovesným, jednak rozdílný počet vajíček a larev v jednotlivých cystách. Abychom ověřili námi praktikovanou metodu, zaslali jsme 100 vzorků půdy do laboratoře Bodengesundheitsdienst v Rain am Lech v SRN, kde byla analýza provedena výše zmíněnou metodou PCR – FÜRSTENFELD (1). Srovnání výsledků je na obrázku 2. Korelační koeficient 0,76 mezi oběma stanoveními je vysoce signifikantní a svědčí o dobré použitelnosti našich analýz.

Výsledky

Výsledky našeho hledání vztahu mezi stupněm zamoření a výnosem cukrové řepy jsou v tabulce 1. Je zde shromážděno 30 případů srovnání výnosu odrůd tolerantních pouze k rizománii s odrůdami tolerantními k rizománii i k nematodům a pro tato srovnání je vždy k dispozici relevantní údaj o počtu cyst háďátka řepného *Heterodera Schachtii* se životaschopným obsahem. Počty nalezených cyst háďátka řepného jsou v rozpětí 0 – 31/100 g půdy, průměrný počet cyst je 11,4. Výnosy přepočtené řepy jsou v širokém rozpětí 48 – 126 t/ha, průměrný výnos celé série je 93 t/ha.

Odrůdy s tolerancí k nematodům jsme začali zkoušet na lokalitě Vyšehořovice, známé vysokým zamořením. Většina případů vysokého zamoření v této sérii z lokality Vyšehořovice pochází. Pokud se však vysoké zamoření vyskytlo i na jiné lokalitě (Bezně 2007, Straškov 2008), pak byla relace mezi výnosem tolerantních a netolerantních odrůd velmi podobná relacím z Vyšehořovic. V sérii je zachyceno 6 případů, kdy nebyly cysty nematodů v půdě nalezeny vůbec. V těchto případech je výnos tolerantních odrůd zpravidla mírně nižší, než výnos odrůd netolerantních.

Na obrázku 3 jsou výsledky znázorněny graficky a je zde vypočtena rovnice lineární regrese a korelační koeficient. Jak už bylo uvedeno výše, při nulovém zamoření půdy je výnos tolerantních odrůd mírně nižší, než výnos odrůd tolerantních. Se zamořením půdy výnos tolerantních odrůd výrazně překonává odrůdy netolerantní – na každou cystu narůstá rozdíl téměř o 1 %. Z grafického znázornění jsou dobře patrné i největší odchylky od regresní přímky: při zamoření 18 cyst/100 g nebylo ve Straškově 2009 zjištěno žádné snížení výnosu netolerantních odrůd a naopak, při stejném zamoření v Bezně 2007 bylo 2 x zjištěno snížení výnosu o více než 25 %. O příčinách těchto odchylek v Bezně 2007 lze pouze spekulovat. Pro Straškov 2009 je potřeba uvést doplňující informaci – na přelomu července a srpna tu krupobití zcela zničilo chrást řepy a nejméně na 1 měsíc se přerušil nárůst výnosu řepy a tak pravděpodobně i vznik či nárůst difference mezi výnosem tolerantních a netolerantních odrůd. Nehledě na zmíněné odchylky je korelační koeficient lineární regrese 0,74 statisticky vysoce významný a tak pokládám zjištěnou závislost za dobře prokázanou.

Diskuse

Řepařský institut Semčice a další zemědělské laboratoře v Česku provádějí komerčně analýzy na zamoření půd háďátkem řepným. V posledních 4 – 5 letech tak bylo analyzováno nejméně 2000 půdních vzorků z rajonů cukrovarů Tereos TTD a z cukrovaru Opava. V 60 –

70 % půdních vzorků byly cysty nematodů zjištěny, přibližně v 50 % byl výskyt nematodů podle některých výše uvedených stupnic (KWS) spojen s poklesem výnosu. Těchto 2000 půdních vzorků je jistě tendenčním výběrem – o analýzy se hlásí především pěstitelé, kteří tuší že mají problém a chtějí ho identifikovat. Přesto je zřejmé, že nematody nejsou dnes žádnou vzácností, že představují v Česku hrozbu, kterou je potřeba zohledňovat v technologii pěstování – v uspořádání osevního postupu, v pěstování nepřátelských plodin nebo v zařazování antinematodních meziplodin a v používání tolerantních odrůd. Náklady změn v technologii lze odhadnout či popsat. Tolerantní odrůdy stojí dnes o cca 900 – 1000 Kč/ha více, než odrůdy netolerantní. Založení porostu antinematodní meziplodiny – osivo, setí, likvidace porostu lze odhadnout na 1000 – 1500 Kč/ha. U změny osevního postupu, tj. vyloučení brukvovitých plodin a prodloužení doby návratu cukrové řepy na pozemek nepůjde o finanční náklady, pravděpodobně se však sníží finanční výnosy osevního postupu, protože cukrová řepa i řepka přinášejí dnes špičkové tržby. V osevním postupu vzniknou nadto problémy s přerušováním sledů obilnin. Současné tržby se u cukrové řepy pohybují kolem 50 000 Kč/ha. Jednoduché úpravy technologie – osevní postup nebo tolerantní odrůdy nebo antinematodní meziplodiny mají tedy oprávnění, pokud v důsledku zamoření přicházíme o více než 3 % výnosu – o více než 1500 Kč/ha. Při vyšším zamoření a vyšším úbytku výnosu se vyplatí a je potřebná i kombinace jmenovaných opatření.

Z výsledku našeho zkoumání na obrázku 3 je zřejmé, že ke ztrátě výnosu vyšší, než 3 % docházelo už při zamoření 5 cyst/100 g půdy. To je zcela v rozporu s nálezy VINDUŠKY (6) a HANDRKOVÉ (2) a představuje to mnohem nižší hranici škodlivého zamoření, než udávají poradenské portály Agromanuál (10) a Strube (9). Naopak, náš výsledek se velmi shoduje s hodnocením HEIJBROEKA (3) a s portálem KWS (8). Pokud vyjdeme z výše citovaného údaje, že jedna cysta obsahuje 100 – 300 vajíček a larev, pak se náš výsledek dobře shoduje i s hraničními čísly, založenými na počtu vajíček a larev v půdním vzorku – BISZ (11) a LIZ (12). Domnívám se proto, že na základě informací na výše zmíněných portálech AGROMANUAL (10) a STRUBE (9) může být zamoření nematody u nás hrubě podceňeno, a že pro naše podmínky a pro popsanou analytickou metodu můžeme navrhnout hodnocení stupně zamoření tak, jak je znázorněno na obrázku 4.

V našich pokusech jsme pokusná pole vzorkovali v relativně husté síti odběrových míst. Při vzorkování praktických polí vzniká ovšem významná komplikace, protože nematody se, zejména při nižších stupních zamoření, vyskytují v ohniskách. Při nižší hustotě vzorkování se půda z těchto ohnisek vůbec nemusí do vzorku dostat. V západní Evropě se proto zpravidla požaduje odběr jednoho vzorku (100 – 200 vpichů) z 1 – 2 ha – KWS (8), LUF A (12). To je dnes u nás, při velikosti našich polí, prakticky neproveditelné a tak se zatím provádí vzorkování analogicky odběrům pro agrochemické zkoušení půd – jeden vzorek na 7 – 10 ha sestávající ze 20 – 30 vpichů. Myslím, že správnému způsobu vzorkování by měl být věnován zvláštní výzkum. Mezitím bychom si ovšem měli být vědomi nepřesnosti, kterou do průzkumu zamoření vnášíme. Je pravděpodobné, že řídkým vzorkováním zamoření spíše podceňujeme a proto v obrázku 4 navrhuji (opět ve shodě s HEIJBROEK (3), se stupnicí podle KWS (8) a podle CHASSINA (4)) stanovit spodní hranici škodlivého zamoření (tj. hranici, od které se pěstitel rozhoduje o cílených agrotechnických opatřeních) na 3 cysty/100 g půdy. Doporučuji, aby pěstitelé pozemky s výskytem 3 – 5 cyst/100 g ve vlastním zájmu převzorkovali ještě jednou, podrobněji.

Tato práce není zaměřena na agrotechnická opatření k eliminaci nematodů. Přesto je potřeba upozornit na skutečnost, že pěstitelé po zavedení tolerantních odrůd omezují svou reakci na zamoření polí pouze na nákup osiva těchto odrůd. Tolerantní odrůdy však nesnižují úroveň zamoření, pouze eliminují výnosovou ztrátu. Šlechtitelé upozorňují na nebezpečí, že při dlouhodobém pěstování těchto odrůd mohou nematody prolomit bariéru tolerance či rezistence. Proto je potřeba na silněji zamořených pozemcích využívat i další agrotechnická

opatření, vedoucí k redukci populace nematodů – úpravy osevního postupu a zařazování antinematodních meziplodin.

Souhrn

V letech 2004 – 2010 bylo na řepařských lokalitách Čech provedeno 30 pokusů, z nichž bylo možno srovnat výnos odrůd tolerantních k rizománii a odrůd tolerantních k rizománii a k nematodům. Pokusy byly provedeny na pozemcích s různým stupněm zamoření háďátkem řepným, *Heterodera Schachtii* Schmidt. Byla zjištěna vysoce signifikantní závislost mezi počtem cyst *Heterodera Schachtii* a relací mezi výnosem odrůd tolerantních a netolerantních k nematodům. Na pozemcích s nulovým výskytem *Heterodera Schachtii* byl výnos tolerantních odrůd o 1 % nižší, než výnos odrůd netolerantních, se stoupajícím zamořením se relace měnila ve prospěch odrůd tolerantních. Za spodní hranici škodlivého zamoření byl navržen obsah 3 – 6 živých cyst/100 g půdy. Toto zamoření je spojeno s poklesem výnosu netolerantních odrůd o 3 – 5 % a pro pěstitele je výhodné reagovat na ně agrotechnickými opatřeními – pěstováním tolerantních odrůd, úpravou osevního postupu a pěstováním antinematodních meziplodin

Literatura

1. FÜRSTENFELD, F. : „Nema-Check“ – die neue Untersuchungsmethode für Nematodenbefall. *Die Zuckerrübenzeitung*, Januar 2004, s.7
2. HANDRKOVÁ, J.: Způsoby omezení škodlivosti háďátka řepného v cukrovce. Závěrečná zpráva výzkumu, VŠÚŘ Semčice, 1989
3. HEIJBROEK, W.: Forecasting incidence of and issuing warnings about nematodes, especially *Heterodera Schachtii* and *Ditylenchus Dipsaci*. *I.I.R.B.*, 6, 1973 (2), s. 76 – 86 1.
4. CHASSIN, J.-M.: Háďátka řepné. Přednáška pro pěstitele Tereos – TTD, Loučeň 2006
5. RIECKMANN, W., STECK U., 1995: Krankheiten und Schädlinge der Zuckerrübe. Verlag Th. Mann, 1995, s. 162
6. VINDUŠKA, L.: Vztahy mezi výskytem háďátka řepného *Heterodera Schachtii* Schmidt a výnosem cukrovky. *Ochrana rostlin* 7 (XLIV), 1971, 4, s. 271 – 276
7. VINDUŠKA, L.: Výskyt háďátka řepného v řepné oblasti Severočeského kraje. *Listy cukrovarnické* 83, 1967, s. 159 - 162
8. <http://www.kws.de/custom/flash/nematoden-cz/main.html> - staženo 17.8.2011
9. <http://www.strube.cz/download/?n=6-760-repne.html>- staženo 17.8.2011
10. <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/hadat/>- staženo 17.8.2011
11. <http://bisz.suedzucker.de/Pflanzenschutz/Wurzel-Schaedlinge/Ruebennematoden/>- staženo 17.8.2011
12. <http://www.liz-online.de/gi/ps/tier/heterodera.pdf>- staženo 17.8.2011
13. <http://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/action/finder.html?q=Nematoden>- staženo 17.8.2011

Obrázek 1: Lokalizace odrůdových pokusů

