

OBSAH:

ÚVOD.....	2
CÍL PRÁCE	3
LITERÁRNÍ PŘEHLED	4
Historie.....	4
Taxonomie.....	7
Životní cyklus (ontogeneze) patogena <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.....	8
Výskyt nádorovitosti na jiných botanických druzích.....	12
Genetická variabilita patogena <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.....	14
Symptomy onemocnění na rostlinách řepky	15
Výskyt a rozšíření nádorovitosti brukvovitých na území ČR	17
Požadavky na prostředí.....	17
Agrotechnická (agronomická) opatření k omezení šíření nádorovitosti.....	19
Chemická ochrana.....	25
Supresivní půdy	26
Tolerance versus rezistence	27
Šlechtění na rezistenci vůči patogenu <i>Plasmodiophora brassicae</i> obecně.....	27
Šlechtění na rezistenci řepky a výsledky výzkumu a praktických zkušeností s rezistentními materiály	28
Testování půd na přítomnost inokula <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.....	32
MATERIÁL A METODY	34
Charakteristika vybraných podniků a dílčí zjištění provedeného průzkumu	35
VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	43
DISKUSE	49
ZÁVĚR	53
PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	55

ÚVOD

V souvislosti s rozvojem pěstování řepky olejky (*Brassica napus* var. *oleracea*) nejen u nás, ale na celém světě dochází na pěstitelských plochách s touto olejninou k nárůstu výskytu listových, ale i kořenových chorob.

Mezi nejvážnější choroby na kořenech řepky olejky patří nádorovitost kořenů brukvovitých způsobená patogenem *Plasmodiophora brassicae* Wor. Tento patogen napadá kořeny dalších kulturních rostlin z čeledi Brassicaceae z polních plodin např. jarní řepku (Kanada) a ze zeleniny čínské zelí, květák, zelí, kedlubny, ale i nekulturní rostliny – brukvovité plevely.

Škody každoročně způsobené nádorovitostí v postižených oblastech naší republiky jen na ozimé řepce v závislosti na intenzitě napadení v daném ročníku mohou, dosahovat od desítek, až po stovky miliónů korun.

Při výkonu profese poradce v ochraně a výživě rostlin, jsem od roku 2002 v porostech ozimé řepky v některých zemědělských podnicích na Hlučínsku (okr. Opava) zaznamenával zpočátku ojedinělé, později stále častější výskyty nádorovitosti.

Závažnost této problematiky na Severní Moravě, v ČR i celosvětově mě vedla v rámci postgraduálního studia k vypracování závěrečné práce s tematikou výskytu a dynamiky šíření nádorovitosti ve vybraných zemědělských podnicích a farmách na Opavsku a zejména na Hlučínsku, kde se nádorovitost v řepce ozimé vyskytla poprvé.

CÍL PRÁCE

Na základě provedeného průzkumu ve vybraných podnicích na Opavsku (Hlučínsku) zjistit průběh výskytu nádorovitosti brukvovitých (počátku výskytu a dynamiky šíření) v těchto podnicích v porostech řepky ozimé. Dále zjistit možný zdroj a příčiny šíření patogena. Na základě zjištěných výsledků průzkumu posoudit účinnost přijatých opatření zemědělských podniků k ochraně vůči nádorovitosti a eliminaci jejího šíření a vypracovat vlastní návrh praktických opatření.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Historie

Jak uvádí Rod (1996) o výskytu nádorů na kořenech brukvovitých rostlin jsou písemné zprávy již od starých Římanů a to v encyklopedii „*Naturalis historia*“ autora Pliniuse Staršího, od Columella z 1. st. našeho letopočtu a Palladiuse (4. st. n. l.). Za častého původce nádorů byl (oprávněně) považován i hmyz (krytonosec zelný). Často docházelo k mylným domněnkám o příčině nádorů, která byla dávána do souvislosti s výskytem pohlavního onemocnění lidí – syfilitidou – a nazývána např. „kapustovou syfilitidou“ nebo „zelnou příjicí“ (*choux de syphilis*). Nádorovitost na pěstovaných košťálovinách se totiž objevovala na záhonech v kláštorech, kde mniši vylévali moč postižených pacientů. Nádorovitost je dlouhodobě vážnou chorobou zejména zelinářských brukvovitých rostlin, všude tam, kde se pěstují její hostitelé. Za příčinu nádorovitosti bylo v minulosti považováno např. nadměrné hnojení, hmyz, zdivočení kulturní rostliny, vliv prostředí apod. Právěho původce nádorovitosti kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) objevil, popsal, zařadil a pojmenoval až ruský vědec M. Woronin (1838 -1903) v roce 1877. První zmínky o výskytech nádorů na brukvovitých rostlinách se datují ze starého Říma a shodují se s místem genetického centra brukvovitých rostlin, za které je považováno Středomoří, resp. pobřeží západní Evropy. Postupem času pak docházelo k šíření této choroby prakticky do celého světa. Z období středověku první písemná zpráva od dominikánského mnicha Alberta Velikého, popisuje výskyt houbových kořenů (*radices fungosae*). První písemné zmínky o výskytu nádorovitosti na Pyrenejském poloostrově pochází z roku 1539. Od poloviny 16. století do začátku 18. století je tato choroba popisována v jižní Francii, jižním Německu, Anglii a Irsku. Během 18. století se rozšiřuje na celé území Francie a do Skotska. Z počátku 18. století jsou zaznamenány velké hospodářské škody ve Velké Británii na tuřínů, který se tam hojně pěstoval. V 19. století se vyskytuje prakticky po celé Evropě, včetně jižní Skandinávie. O obrovských škodách jsou zprávy ze sedmdesátých let 19. století z okolí Petrohradu.

První výskyty nádorovitosti na území nynější České republiky byly dle Chytilové a Duška (2007) zjištěny fytopatologem F. Sitenským v roce 1896 z okolí Veselí nad Lužnicí, kde se pěstovalo kruhárenské zelí odrůdy Veselské.

K šíření této choroby nedocházelo jen v rámci Evropy, ale během 19. století do Asie a zámořských zemí – Severní Ameriky, Austrálie, Nového Zélandu, Japonsku, Jižní Afriky, Přední Asie a Islandu k čemuž zřejmě přispěla migrace obyvatel z Evropy zejména do Nového Světa a Austrálie a Nového Zélandu a jejich stravovací návyky, ale zřejmě i vodnice, která byla využívána pro svoji dobrou skladovatelnost jako krmivo pro živá zvířata, která sloužila i jako potrava námořníků. Průzkumem provedeným koncem sedmdesátých let minulého století v 16 zemích, kde se pěstují brukvovité rostliny, byla nádorovitost zjištěna na 3,3 % ploch. Nejvyšší napadení bylo zaznamenáno ve Skotsku (48 %), nejnižší v Kanadě (0,1%) (Rod, 1996).

V současnosti se se podle téhož autora nádorovitost vyskytuje na většině obydlených kontinentů zejména v mírném podnebním pásmu, i když výskyty jsou zaznamenány v subtropích a tropech Afriky, Asie a Ameriky. Škody byly po dlouhé období spíš registrovány v menších produkčních zelinářských oblastech a na menších plochách, v posledních letech dochází v souvislosti s rozmachem pěstování řepky k rozšíření nádorovitosti na stále větších plochách v Evropě i ve světě.

Na mezinárodní konferenci o nádorovitosti konané v roce 2013 v Edmontonu bylo zmíněno, že v Kanadě, která je jedním z hlavních zemí s intenzivním výzkumem nádorovitosti se s touto chorobou potýkají od roku 2003. Choroba se tehdy objevila na 12 polích v Albertě (nyní je výskyt v Albertě více než stonásobný) a během několika let se rozšířila do okolních provincií Saskatchewan a Manitoby (Říčařová, 2013).

Nedávno byly zveřejněny zprávy o výskytu nádorovitosti na řepce (do této doby na nádorovitosti prosté území Jižní Ameriky) a to konkrétně na dvou farmách v regionu La Araucaniu v jižním Chile. Choroba se v postižených oblastech se vyskytla na 30% – 100% ploch s pěstovanou řepkou v roce 2010. V roce 2013 v postižených oblastech již na cca 30% ploch. Přítomnost plasmodií s trvalými spórami v kořenové tkáni poukázala na původce patogena *Plasmodiophora brassicae*, která byla potvrzena testem patogenity a metodou PCR. Autor uvádí jako první výskyt nádorovitosti v Chile rok 2008, ovšem bez popisu místa nálezu (Galdames a kol., 2014).

Khangura a kol. (2012) v roce 2009 provedl průzkum na výskyt nádorovitosti na 97 polích v západní Austrálii. Na 20% polí ze severní zemědělské oblasti Západní Austrálie byly pozorovány první drobné příznaky této choroby. Postižené rostliny řepky vykazovaly příznaky zakrnění a vadnutí. Tyto rostliny byly shromážděny, kořeny postižených rostlin byly důkladně promyty a zkoumány na přítomnost patogena. Na základě morfologických charakteristik a testování na patogenitu byl identifikován organismus *Plasmodiophora brassicae*, což bylo potvrzeno PCR. Jak uvádí autoři závěrem, toto byla první zpráva o výskytu nádorovitosti řepky v Austrálii.

S výskytem nádorovitosti se stále častěji potýkají i v sousedním Polsku. Cílem studie, kterou provedla Jedryczka a kol. (2014) bylo zjištění zamoření polských zemědělských půd patogenem *P. brassicae*. Monitoring byl proveden v roce 2012 podél polsko-ukrajinské hranice ve dvou provinciích Lublin (Lubelskie vojvodství) a karpatského podhůří (Podkarpatské vojvodství) v jihovýchodním Polsku v 11 krajích. Hodnoceno bylo celkem 40 půdních vzorků biotestem provedeným na pekingském zelí a odrůdě polské řepky Monolit. Ve třech vzorcích se potvrdilo zamoření půdy patogenem *Plasmodiophora brassicae*, tj. 7,5%. Na základě mapování výskytu nejen v Polsku, ale i ve východní Evropě ve spolupráci s dalšími institucemi potvrzuje autorka výskyt v tradiční oblasti Petěrburgu, Kalingradské oblasti a centrální části Ruska. Střední výskyt byl zaznamenán v oblastech Tomska, Novokuzněcka a některých asijských částech Ruska. V Bělorusku byly první výskyty nádorovitosti potvrzeny v roce 2009. Na Slovensku se zatím nádorovitost nevyskytuje, zřejmě z důvodu nižší pěstelské plochy řepky. Na Ukrajině, kde se pěstuje převážně jarní řepka, nebyl monitoring výskytu této choroby proveden.

Velké problémy s nádorovitostí kořenů brukvovitých jsou zejména u pěstitelů zeleniny v Číně, kde se v posledních letech výzkum zabýval mapováním výskytu patotypů (Zhao a kol., 2013), podobné průzkumy byly provedeny také v Japonsku a Novém Zélandu (Rod, 1996).

Jak shrnuje Neuhauser a kol. (2012) patogen *Plasmodiophora brassicae* způsobující nádorovitost kořenů brukvovitých „...je nejdůležitější půdní chorobou brukvovitých plodin na světě. Ztráty způsobené touto chorobou se odhadují na 10 až 15% roční sklizně a zahrnují všechny brukvovité plodiny, včetně důležitých potravních, průmyslových a energetických rostlin, a plodin jako řepky nebo tuřínu. Bez dostupné

účinné kontrolní strategie a rezistence většiny kultivarů je ochrana proti této chorobě neřešitelnou záležitostí.“.

V ČR jsou podle údajů SPZO (Říčařová, 2014) v současnosti největší ohniska výskytu nádorovitosti na severní Moravě, severních a jižních Čechách a Vysočině, lokálně se vyskytuje i na jižní Moravě a středních Čechách.

Taxonomie

Jak dále uvádí Neuhauser a kol. (2012) „...zvýšení povědomí o taxonomickém postavení a biologii tohoto půdou přenášeného patogenu nabízí potenciální cíle pro budoucí ochranu proti nádorovitosti kořenů brukvovitých.“.

Podle Roda (1996) se názory na zařazení patogena *Plasmodiophora brassicae* do taxonomického systému v závislosti na stupni poznání od dob jejího objevitele Woronina po současnost různily a vyvíjely. Podle poměrně dlouho užívaného Gäumannova systému byla *Plasmodiophora brassicae* řazena k houbám (Mycetes), třídy Archimycetes a čeledi Plasmodiophoraceae. V pozdějším Arxově systému je třída Plasmodiophoromycetes (česky nazývána „nádorovky“) řazena do oddělení hlenky (Myxomycota). Vcelku oprávněně, neboť existence vegetativní stélky ve formě plasmodia a bičíkatá stadia tomu nasvědčují. K původnímu řazení do pravých hub to byl biotrofní parazitismus a chitinózní buněčné stěny spor. V dalším systematickém třídění jak dále udává autor, je třída Plasmodiophoromycetes souběžně s třídami Oomycetes, Hyphochytridiomycetes, Traustochytridiomycetes řazena do oddělení „pravé houby“ (Eumycota) do pododdělení Zygomycotina, resp. Mastigonmycotina.

Jak vyplynulo z údajů molekulární analýzy podle Diederichsen a kol. (2009) s odkazem na Nikolajeva a kol. (2004), byla *Plasmodiophora brassicae* reklasifikována do nového taxonu Rhizaria, která je různorodou skupinou améboidních prvoků se dvěma různými bičíky.

V současném pojetí taxonomie je patogen řazen do říše Rhizaria, kmene Cercozoa, třídy Plasmodiophoromycetes, řádu Plasmodiophorales (Anon, 2014). V rámci tohoto řádu

kromě rodu *Plasmodiophora* se ve fytopatologii uplatňují rody *Spongospora* (*Spongospora subterranea* – původce prašné strupovitosti brambor) a *Polymyxa* (*Polymyxa betae* – vektor viru BNYVV – původce rhizomanie řepy).

Rod *Plasmodiophora* čítá podle Roda (1996) „...až 17 druhů (*Plasmodiophora alni*, *bicaudata*, *brassicae*, *humuli*, *californicae*, *clacangii*, *diplanthere*, *eleagni*, *fici-repentis*, *orchidis*, *solani*, *tabaci*, *teae*, *tomati*, *vascularum*, *vitis*).“.

Životní cyklus (ontogeneze) patogena *Plasmodiophora brassicae* Wor.

Jak uvádí Rod (1996) „...vegetativní stélkou není mycelium (podhoubí), ale plasmodium“ a upřesňuje, že „...v rámci ontogenetického vývoje mají některé fáze (např. zoospory, myxoflagelát, myxoameba) protozoální původ.“. A jak uvádí autor dále „...i z fylogenetického hlediska byly prapředkem této houby prvoci,“ což bylo potvrzeno v nedávné době molekulárními biology, jak je uvedeno výše.

Životní cyklus (ontogeneze) *Plasmodiophora brassicae* sestává dle (Roda, 1994) ze dvou částí – primární a sekundární.

Primární cyklus

Trvá asi jen 5 – 7 dnů. Probíhá u všech brukvovitých rostlin, včetně rezistentních, čeledi brukvovitých, ale některých jiných rostlin mimo tuto čeleď.

Začíná haploidními trvalými sporami, jinak též nazývanými jako spící, nebo dormantní, resp. odpočívající spory – hypnospor, případně cytospor. Velikost se udává mezi 2,4 až 3,2 μm . Chitinózní stěny mají 5 vrstev, přičemž každá z nich je zodpovědná za odolnost ke vnějším podmínkám prostředí. Tyto stěny tvoří cca 1/3 celkové hmotnosti trvalých spor, obsahují proteiny (asi 17 aminokyselin), uhlohydráty a lipidy. To se odráží na vysoké vitalitě trvalých spor. Vitální trvalé spory od mrtvých spor lze identifikovat fluorescenčním mikroskopem buď fluorochromací akridinooranží (živé fluoreskují zeleně, mrtvé červeně), nebo 1% orceinem ve 45% kyselině octové (Rod, 1996). Jak dále autor uvádí, trvalé spory se do půdy dostávají z rozpadlých nádorů (v 1 g nádoru je několik miliard spor).

Za středně zamořené půdy se považují takové, kde obsah spor v 1 g půdy je několik miliónů. V půdě zůstávají vitální od 15 do 20 let (Kazda a kol., 2013). Jak dále uvádí

Rod (1996) největší procentické množství trvalých spor je v hloubce 15 cm. Pod 40 cm hloubky se již nevyskytují. Vlivem půdního prostředí – pH a zřejmě i některých půdních organismů, ale zejména kořenových exudátů (brukvovitých rostlin) dochází k iniciaci klíčení (malým kruhovým otvorem ve stěně) a přeměně v primární zoospory (myxoflageláty) hruškovitého tvaru (velikosti 2,5 – 3,5 μm) s dvěma hladkými, nesterpně dlouhými apikálními bičíky. Pomocí těchto bičíků se myxoflageláty za vhodných vlhkostních podmínek pohybují a aktivně vyhledávají kořenové vlásky, které napadají.

K tomuto účelu jsou myxoflageláty vybaveny zvláštním bodcem s jehož pomocí (během 1 sekundy) pronikají do buněk kořínků (kořínkových vlásků). Před vlastním proniknutím do hostitele dojde k ztrátě bičíků a konečky napadených kořínků se postupně přeměňují v útvary tvaru kyje.

To se neděje „drážděním“, jak se domnívali starší autoři např. Smolák (1954), ale přeměnou zoospor v haploidní primární plasmodium, které postupně proniká jednotlivými buňkami, hromadí v sobě tuková tělíska hostitele, zvětšuje se, přičemž dochází k endomitotickému dělení a diferenciaci v mnohojaderné primární plasmodium. Plazma se poté shlukuje kolem jednotlivých jader, ty se následně osamostatňují a vznikají jednobuněčná gametangia (sporangia) v nichž se po mitóze diferencují gamety (4-8 v každé gametangii). Poté gamety opouští gametangia, nabývají bičíků a vznikají z nich sekundární zoospory, analogické s primárními (Rod, 1994).

Sekundární zoospory jsou poté buď uvolněny do rhizosféry a pak infikují kůru kořínků z venku, nebo infikují sousední kortikální buňky zevnitř vlasového kořínku (Diederichsen, 2009).

Tím je ukončen primární cyklus.

Sekundární cyklus

Podle Roda (1994) probíhá pouze u citlivých rostlin, u rezistentních nikoliv.

Zpočátku dochází k opakování primárního cyklu – zoospory pronikají do kořenových vlásků po dvou, po třech i čtyřech za vzniku dvou až čtyř buněčných zygot (plasmogamie). Zygoty vnikají do kořínků pomocí specializovaných vláken přímo přes buněčné stěny nebo rankami. Rankami mohou do rostliny pronikat nejen kořínky, ale i přes hypokotyl, nebo omezeně nadzemními částmi rostlin. Zygoty v napadených

buňkách ztrácejí bičíky a diferencují se v sekundární plasmodia, která pronikají do dalších buněk a vodivými pletivy jsou rozváděny do vzdálenějších pletiv. Plasmodia jednak samy o sobě produkují fytohormony (auxiny, cytokininy), případně jejich tvorbu v hostiteli indukují, přičemž dochází k hypertrofii (buňky jsou 5-10 větší než normální, buněčná jádra jsou až 30 x větší, obsah DNA 16 x) a hyperplasii postižených buněk. Tím dochází k tvorbě nádorů. V postižených buňkách dochází ke zvýšené aktivitě nitrolázy a katalázy a zvyšuje se tvorba proteinů. Klesá však obsah redukujících cukrů a sušiny. Po karyogamii dochází k tvorbě diploidních sekundárních plasmodií, následně k meioze a po ní se z plasmodia kolem haploidních jader vytvoří samostatné meiospory - trvalé spory (Rod, 1996).

Jak uvádí Diederichsen a kol. (2009) sekundární plasmodium se šíří uvnitř kořene a vyvolává neorganizovaný růst postižené tkáně, což způsobuje rozpad soustředné kořenové soustavy a velké části cévního systému. Vývoj typických nádorů na kořenech způsobuje podvýživu a vadnutí rostliny a iniciuje konečnou fázi. Těžce napadené rostliny odumírají před květem. Následkem rozpadu nádorů jsou trvalé spory, které vznikly štěpením sekundárního plasmodia, uvolňovány do půdy. Tím je vývojový cyklus patogena uzavřen.

I když by se zdálo, že životní cyklus patogena *Plasmodiophora brassicae* je dobře prozkoumán, někteří autoři uvádí, že tomu tak není. Např. podle McDonalda a kol. (2014) úloha infekce kořenového vlášení v následné kortikální infekci a rozvoji patogena *P. brassicae* stále není dobře známa. Na řepce (*Brassica napus*) autor zkoumal úlohu primární a sekundární fáze. Inokulace byla provedena trvalými sporami (zdroj primárních zoospor) a sekundárních zoospor virulentního a avirulentního patotypu patogena *Plasmodiophora brassicae*. Byly zkoumány velikost sekundárních zoospor a počet jader. Zoospory o velikosti 9,6 až 14,4 μm byly všechny jednojaderné. Inokulace se samotnými sekundárními zoosporami produkovaly jak primární, tak sekundární infekci a to včetně avirulentního patotypu. Nebyly pozorovány žádné příznaky po inokulaci avirulentních primárních zoospor, ale po naočkování avirulentními sekundárními zoosporami se vyvíjely malé shluky korálků ve tvaru klubiček. Inokulace samotnými virulentními sekundárními zoosporami mělo za následek nižší závažnost onemocnění, než očkování samotnými virulentními klidovými sporami. Tyto výsledky ukázaly, že rozpoznání infekce hostitelem a zahájení reakce (indukce nebo potlačení

rezistence) dochází v průběhu primární infekce, i když k ní může dojít i při rozpoznávání a rozvoji kortikální infekce.

V starší české literatuře (Smolák, 1954; Benada, Špaček a kol., 1961), ale i ze současných literárních zdrojů (Říčařová, 2013; Kazda a kol., 2013) je uváděno mnoho možných způsobů šíření patogena *Plasmodiophora brassicae*. Nejčastěji se tak děje trvalými sporami infikovanou zeminou a to různými cestami nejčastěji zemědělskou technikou, na znečištěném nářadí, kolech v menší míře na podrážkách bot nebo spárkách nebo trusem zvířete, ale i jinými cestami, např. skryvkovou zeminou nebo hnojem obsahujícím trvalé spory. Nevylučuje se přenos větrnou nebo vodní erozí, průnikem spor do systému drenáží, apod. V zelinářství podle Roda (1996) jsou možné přenosy infikovanými pěstitelskými substráty, případně infikovanou sadbou. Je vcelku logické, že ke kontaminaci pozemků, na nichž se pěstuje řepka, došlo tím, že se v minulosti na stejných pozemcích pěstovala košťálová zelenina (nejčastěji zelí, květák) jejíž sazenice byly vypěstovány v infikovaném substrátu, případně infikovaným hnojem. Ke kontaminaci hnojem mohlo dojít buď vývozem kontaminovaných zbytků zeleniny, nebo po předchozí konzumaci infikovaného krmiva zvířaty).

Možnosti ochrany proti nádorovitosti spočívají podle Roda (1996), již od výzkumu provedených Woroninem, v aplikování opatření spíše preventivního charakteru směřující k eliminaci šíření patogena z postižených na nezasazené pozemky, uplatněním karanténních opatření v rámci podniku tj. např. mytím zemědělské techniky po předchozím vstupu na kontaminovaný pozemek, omezením pěstování brukvovitých plodin na postiženém pozemku na minimálně 6-8 let a případně přímým vápněním před setím hostitelské plodiny. V rámci preventivních opatření je doporučováno omezit pěstování potenciálních hostitelů tohoto patogena, tj. brukvovitých meziplodin (hořčice, řepice nebo krmé kapusty) k zelenému hnojení a provádět cílenou regulaci brukvovitých plevelů. Tímto opatřením se sleduje postupné snižování obsahu trvalých spor v půdě. Pokud se týká zeleniny, preventivní opatření spočívají v zabránění šíření původce nádorovitosti pěstebními substráty, do nichž se mohou trvalé spory dostat všemi jejími komponenty (zeminou, rašelinou, kompostem). Přenos infikované zeminy je rovněž možný zeminou ulpělou na hlízách brambor, sadby jahod, případně v kořenových balech ovocných nebo okrasných dřevin.

Podle Roda (1996), lze snížit výskyt nádorovitosti u zeleniny např. brzkými nebo podzimními výsevy, kdy větší část jejich vegetace probíhá v období, kdy je půd studená a tudíž ne příliš vhodná pro infekci patogenem a rozvoji nádorovitosti.

To je u současné pěstební technologie ozimé řepky v rozporu se současnou praxí, která řepku seje mnohdy předčasně o 2 týdny dříve, než je doporučený termín setí, což zvyšuje riziko napadení.

Výskyt nádorovitosti na jiných botanických druzích

Výskyt nádorovitosti zp. *Plasmodiophorou brassicae* Wor. (i v souvislosti s profylaktickými opatřeními proti jejímu šíření) byl podle Roda (1996) zjišťován a potvrzen u více jak 300 botanických druhů z 61 rodů č. *Brassicaceae* a to kulturních druhů zeleniny:

- *Brassica campestris* syn. *Brassica rapa* (vodnice, čínské zelí, event. dalších exotických druhů,
- *Brassica oleracea* (hlávkové a listové zelí, kedluben, květák, brokolice, růžičková kapusta, hlávková kapusta, kadeřávek a čínská kapusta)
- *Brassica napus* – tuřín
- ostatní druhy – ředkvička, ředkev, ketrán přímořský, řeřicha zahradní řeřicha potoční

U olejnin jsou to následující druhy:

- *Brassica napus* var. *oleifera* – řepka olejná ozimá a jarní, *Brassica campestris* var. *oleifera* – řepice olejná, *Sinapis alba* – hořčice setá, *Raphanus sativus* var. *oleifera* – ředkev olejná, *Camelina sativa* – lníčka setá, *Brassica juncea* – hořčice sareptská, *Brassica nigra* – hořčice černá, *Brassica carinata* – hořčice habešská

U pícninářsky pěstovaných druhů č. *Brassicaceae* napadá *Plasmodiophora brassicae* Wor. následující druhy:

Brassica oleracea var. *acephalla* – krmná kapusta, *Brassica oleracea* var. *medullosa* – kapusta dřehová, *Brassica oleracea* var. *ramosa* – kapusta tisícíhlavá, *Brassica oleracea* var. *palmiflora* – jersejská kapusta a mezivarietální a mezidruhoví kříženci.

Z plodin pro zelené hnojení: řepka olejná, řepice olejná, hořčice setá a mezivarietální a mezidruhoví kříženci.

Nádorovitost kořenů brukvovitých se vyskytuje podle Roda (1994) i u některých rodů okrasných rostlin: např. rodu *Alysum*, *Arabis*, *Aubrietia*, *Cheiranthus*, *Cochlearia*, *Descurainia*, *Draba*, *Hesperis*, *Iberis*, *Lepidium*, *Lunaria*, *Matthiola*, *Sisymbrium*, okrasného zelí resp. kapusty a některých plevelných druhů (fungují jako přenašeči, případně se vyskytují i bez přítomnosti kulturních hostitelských rostlin), což stěžuje ochranu proti nádorovitosti na pozemcích s jejím výskytem. Jedná se zejména o plevelné druhy z čeledi *Brassicaceae*, z nichž se v našich podmínkách vyskytuje zejména na penízku rolním (*Thlaspi arvense*), kokošce pastuší tobolce (*Capsella bursa pastoris*), ředkvi ohnici, (*Raphanus raphanistrum*), případně vesnovce obecné (*Cardaria draba*). Výskyty byly potvrzeny i u druhů, které se u nás nevyskytují vůbec, nebo sporadicky jako: řeřicha ladní (*Lepidium sativum*), řeřicha rumní (*Lepidium ruderale*), barborka obecná (*Barbarea vulgaris*), hulevník nejvyšší (*Sisymbrium altissimum*), huseníček (*Arabidopsis* spp.), řepinka latnatá (*Neslia paniculata*), rukev (*Roripa* spp.) a dalších.

Mimo čeleď *Brassicaceae* byla zjištěna určitá vývojová stádia *Plasmodiophora brassicae* i u některých zástupců jiných čeledí rostlin a to z dvouděložných např. u resedy vonné (*Reseda odorata*), lichořeřišnice větší (*Tropaeolum majus*), máku vlčího (*Papaver rhoeas*), šťovíku (*Rumex* spp.), jahodníku (*Fragaria* spp.), jetele plazivého (*Trifolium repens*) a z jednoděložných č. *Poaceae* u jílku vytrvalého (*Lolium perenne*), medynku vlnatého (*Holcus lanatus*), srze říznače (*Dactylis glomerata*) a psinečku výběžkatého (*Agrostis stolonifera*). U těchto posledně zmiňovaných druhů (mimo č. *Brassicaceae*) byl zaznamenán pouze primární cyklus, takže svým způsobem tyto rostliny provokují k vyklíčení trvalých spor a *de facto* snižují výskyt vitálních trvalých spor v půdě, což by bylo možné využít jako metodu biologické ochrany (Rod, 1994).

Genetická variabilita patogena *Plasmodiophora brassicae* Wor.

K potvrzení existence více patotypů (ras) došlo v roce 1959. V Československu se fytopatologové k názoru, že existuje variabilita patogena i u nás, přiklonili na počátku 60 - tých let, kdy byl indikován výskyt nádorovitosti na tuřínu „Milevský“ v půdách postižených nádorovitostí na Písecku, Milevsku a Tábořsku, zatímco v zamořených půdách na Tachovsku k napadení nádorovitostí nedošlo (Rod, 1994). Rovněž Benada, Špaček, a kol. (1961) usuzovali, že *Plasmodiophora brassicae* může mít několik biologických ras nebo kmenů různé virulence a specifických pro určité hostitele. Důkazem pro toto tvrzení, jak uvádí tato autoři, bylo testování odrůdy tuřínu White Stone ve Velké Británii – tam byla napadena z 87%, ale při pěstování stejné odrůdy na zamořeném pozemku v USA tato odrůda napadena nebyla.

K identifikaci patotypů patogena *Plasmodiophora brassicae* se již několik desetiletí používají dvě základní metody – Williamsova metoda (Williams, 1966) a od roku 1975 je využívána metoda ECD (European Clubroot Diferencial). Tato o něco složitější – zpřesňující metoda zahrnuje 15 testerů (po pěti z *Brassica rapa*, *B. oleracea* a *B. napus*) (Rod, 1996).

V současnosti jsou ve světě stále využívány obě metody s tím, že častěji jsou ve výzkumných pracích citovány patotypy zjištěné metodou dle Williamse, ve většině případů je vyhodnocení provedeno oběma metodami.

Třetí metodu vypracoval Somé et al. (1996). Metodu již několik let využívá INRA (Francie) přičemž se vyhodnocuje celkem 8 patotypů *Plasmodiophora brassicae*.

V letech 1987 – 1988 bylo dle údajů Roda (1996) na území bývalého Československa zjištěno 6 patotypů (hodnoceno metodou dle Williamse), nicméně z původního zdroje (Rod, 1994) vyplývá, že to bylo celkem 7 patotypů.

Nicméně z údajů z průzkumu výskytu patotypů *Plasmodiophora brassicae*, který provedl Rod (1994) na počátku 90 – tých let vyplývá, že v ČR bylo identifikováno 7 patotypů. „Nejvíce se vyskytovaly patotypy 7 (51 vzorků) a 6 (43 vzorků), 4 (17 vzorků) a 10 (15 vzorků). Kromě nich byly identifikovány patotypy 2 (9 vzorků) a 3 (3 vzorky) a 1 (1 vzorek). U 38 vzorků bylo zjištěno, že se jedná o směs dvou patotypů a u 4 vzorků o směs 3 patotypů. Nebyly zjištěny závislosti mezi jednotlivými patotypy a

oblastmi jejich výskytu. Pouze patotyp 3 byl zjištěn ve dvou sousedních obcích, třetí byl od nich vzdálen 25 km. Při použití metody ECD bylo identifikováno celkem 36 různých patotypů, přičemž 26 patotypů se vyskytlo jen jednou. Podle této metody jsou nejčastější patotypy, označeny kódy 16/15/31 (26 vzorků), 16/14/31, 16/02/28 (oba u osmi vzorků) a 16/03/28 (pět vzorků). Ze všech tří testovaných botanických druhů (*Brassica oleracea*, *B. campestris* a *B. napus*) byl nejcitlivější druh *B. oleracea* (47 vzorků způsobilo napadení všech 5 ECD testerů). Nejméně byl napadán druh *B. campestris* (86 vzorků způsobilo napadení pouze testeru ECD 05 (pekingské zelí Granaat) a poměrně odolné byly i testery ECD z druhu *B. napus*. Jedenáct vzorků nezpůsobilo napadení ani jednoho z pěti testerů tohoto druhu.“.

Podle Roda (1996) se v době průzkumu v sousedním Německu nejčastěji vyskytovaly patotypy 16/14/31, 23/31/31 a 21/31/28, v USA patotypy 16/02/31, 16/03/31, 16/07/31 a 16/23/31, v Kanadě 16/22/30 a 16/22/31. V Japonsku se nejčastěji vyskytoval patotyp 16/14/15, při 46 se zde vyskytujících patotypech.

Na základě informace SPZO (*osobní sdělení*) byly (v období 2011 – 2012) provedeny odběry zeminy na postižených pozemcích v rámci ČR pracovníky SPZO. Vzorky byly údajně odeslány do Německa, k určení patotypu *Plasmodiophora brassicae*. Výsledky testů zatím nebyly oficiálně zveřejněny.

Symptomy onemocnění na rostlinách řepky

Pro napadené rostliny řepky již v podzimním období je typické krnění rostlin ve spojitosti s chlorozou a žlutým, resp. načervenalým zabarvením listů (Häni a kol., 1993). Na kořenech napadených rostlin jsou zduřeniny přecházející v nádory různé velikosti, které jsou na průřezu plné, bílé, bez chodbiček, nevykazují dutiny. Později (v jarním období) nádory zahnívají a mění se v páchnoucí kašovitou hmotu (Benada, Špaček a kol., 1958). Projevy na rostlinách popisuje Prokinová a kol. (2013) jako „odlišné tvary nádorů na kořenech“, což vysvětluje jako „reakci různě citlivých odrůd na napadení a vliv patrně mají i podmínky a termín infekce. Vývoj rostlin je ohrožen, pokud nádor má kulovitý až válcovitý tvar, který je dislokován symetricky okolo hlavního kořene“.

Během zimy a zejména v časném jarním období je následkem rozpadu nádorů a hnilobnými procesy narušena zpevňovací funkce kořenového systému mnohdy do takové míry, že zejména rostliny silně napadené (s nádory na hlavním kořenu) bývají snadno vytahovány mrazem, přičemž dochází k zpřetrhání pletiv a následnému odumírání. V některých letech tak dochází k vysoké redukci počtu rostlin a výnosovým ztrátám (*vlastní poznatek*).

Prokinová a Kazda (2013) dále uvádí, že se v podzimním období „... na některých odrůdách spíše objevují nepřírozeně zesílené kořeny s četnými drobnými nádorky nebo větší nádory přirůstají ze strany větších kořenů. Kořenový systém je méně redukovaný než v prvním případě. Takto mírně poškozené rostliny mají šanci za příznivých podmínek v časném jarním období svůj kořenový systém zregenerovat (obr. 1 – 3 viz příloha). Původní nádor bývá rozpadlý či hnijící, ale v chladné půdě nedochází k opětovné infekci. Rostliny se normálně vyvíjejí, a přestože je jejich kořenový systém mnohem slabší, než u zdravých rostlin, nejsou na nadzemních částech viditelné žádné příznaky změn v růstu nebo vývoji. V průběhu května, poté co se půda oteplí, opět vznikají na koříncích nové malé nádory, které však vývoj rostliny prakticky neovlivňují.“.

Podle Roda (1996) rychlejší rozpad nádorů oproti zdravým kořenům ovlivňuje jejich specifické složení – o cca 50% nižší obsah ligninů, cca 7x nižší obsah aldehydů a hořčičných silic s glukosinoláty, dvojnásobným množstvím obsahu vody. Mnohočetnými trhlkami a prasklinkami přítomnými na povrchu rhizodermis nádorů jsou rostliny infikovány primárně bakteriemi *Pseudomonas spp.*, *Flavobacteria spp.*, *Entobacteria spp.*, *Pectobacterium aroidea* a *Erwinia carotovora* a následně sekundárně houbami např. r. *Fusarium*, *Penicillium* nebo *Trichoderma*. (Nádory mají nižší obsah cukrů, sníženou aktivitu peroxydázy, ale zvýšenou činnost katalázy). Nádory na kořenech řepky omezují funkci vodivých pletiv a ztěžují tak pohyb živin a asimilátů, což vede nejen k barevným změnám na listech, ale také ke snížení turgoru a vadnutí.

Podobné, ale podstatně menší hálky na kořenech řepky způsobené krytonoscem zelným (*Ceutorhynchus pleurostigma*) než nádory způsobené patogenem *Plasmodiophora brassicae*, obsahují dutinky způsobenou žírem larvy (Häni a kol., 1993; Rod a kol., 2005).

Podle Roda (1996) „...mohou brukvovité rostliny reagovat tvorbou nádorků i po aplikaci některých růstových herbicidů na bázi 2,4 D, MCPA nebo MCPP, případně činností bakterií zejména *Agrobacterium tumefaciens* či *Corynebacterium fascians*.“.

Výskyt a rozšíření nádorovitosti brukvovitých na území ČR

V Československu byl poprvé proveden průzkum na plochách s pěstováním brukvovitých rostlin v letech 1984 – 1986 (Rod, 1986).

Výsledek tohoto průzkumu má souvislost s rozšířením choroby na plochy s pěstováním řepky, neboť je velmi pravděpodobné, že k tomuto rozšíření mohlo dojít různými cestami právě ze zamořených pozemků, kde se pěstovala zelenina.

V tomto průzkumu, jak uvádí autor, bylo zaznamenáno 115 lokalit s výskytem nádorovitosti způsobené patogenem *Plasmodiophorou brassicae* o celkové výměře 1 639 ha. Největší počet lokalit s nádorovitostí byl zjištěn u kvěťáku (51 případů z 680) a hlávkového zelí (46 případů na ploše 509 ha). V 9 případech byl zjištěn výskyt nádorovitosti na kedlubnech. Pouze 4 případy byly zjištěny na řepce olejce a v jednom případě na hořčici bílé.

Nejsilnější výskyty nádorovitosti byly zjištěny v oblastech s intenzivním pěstováním zeleniny (okr. Mělník, Litoměřice, Pardubice, Hradec Králové, Olomouc a Brno – město). Nádorovitost byla zjištěna na 1,4 % ploch zcelkové výměry brukvovitých včetně řepky a 18,4% brukvovité zeleniny bez řepky. Nádorovitost se v době tohoto průzkumu vyskytovala na ploše 15 -20 tisíc hektarů, tj. 0,3 – 0,4 % výměry orné půdy.

Požadavky na prostředí

Podle Benady, Špačka a kol. (1961) zoospory mohou klíčit od 6 do 27 °C, s optimem kolem 18 – 25 °C. Záleží i na fázi infekce – prvních 9 dnů se optimální teplota pohybuje mezi 18 – 20 °C, dalších 7 dnů 20 – 25 °C a v poslední fázi jen 18 – 20 °C. Minimální vlhkost půdy je 50% plné vodní kapacity, optimum mezi 70 – 90%. I když růst vlhosti nad 60 % znamená zvýšení virulence parazita, 90% je jejím maximem a nad tuto hranici

působení patogena se zastavuje – potřebuje aerobní podmínky. Vyšší vlhkost je podmínkou pro infekci jen po dobu 18 hodin.

Podle Roda (1996) „...vysoce významně koreluje s vývojem a intenzitou napadení interakce půdní teploty a vlhkosti. Hodnota pH má vliv na klíčení spor. Spory klíčí spíše při nižším pH v rozmezí 4,5 až 6. Za optimálních teplotních a vlhkostních podmínek mohou spory klíčit i v alkalickém prostředí. Kořeny v zásaditých půdách vylučují CO_2 , ten se mění na H_2CO_3 , dochází k okysličování prostředí a stimulaci spor k vyklíčení.“. Rovněž, dle Roda (1996) „...existují názory, že výskyt nádorovitosti je ovlivněn spíše obsahem Ca iontů, než půdní reakcí. Na vznik infekce může mít vliv i délka dne. Délka dne je rozhodující prvních 11 dnů po infekci. Intenzita světla pro infekci je $600 \text{ Wh. m}^{-2}\text{den.}$ “.

Kazda a kol. (2013) upřesňuje, že „...za méně vhodných podmínek pro infekci je potřeba koncentrace spor 10 až 50 kusů v gramu, při optimálních podmínkách postačuje 1 vitální spora na 10 g půdy“. Podle Roda (1996) se obsah spor v půdě zvyšuje také pěstováním náchylných hostitelských rostlin, ale i tím, že na pozemku nejsou zlikvidovány brukvovité plevely. Trvalé spory z rozpadlých nádorů klíčí lépe než z nádorů mladých. Obsah humusu, půdní typ a půdní druh nemají na klíčivost a stupeň napadení vliv.

Kazda a kol. (2013) dále uvádí, že „...k infekci není důležitá koncentrace spor v půdě, ale spíš součinnost podmínek podporujících klíčení a životnost zoospor. Zásadním aspektem napadení je vzdálenost zoospor od kořenových vlásků, neboť pohyblivost zoospor je omezena na maximálně 2 cm. V tomto případě může hrát roli i vzájemný antagonismus jednotlivých patotypů projevující se v rychlosti obsazení kořenových vlásků a dále uvádí, že pro optimální kolonizaci kořenových vlásků zoosporami jsou rozhodujícími faktory teploty a vlhkosti. Optimální teplota je $23 - 26^\circ\text{C}$, při teplotách pod 17°C nebo nad 26°C je růst nádorů menší. Rozhraní teplot je široké a je podmíněno klimaticky, půdně a geograficky. K vysokému výskytu nádorovitosti na zamořených pozemcích je zapotřebí, aby v srpnu zasetá řepka byla infikována co nejdříve po vzejití za vysokých půdních teplot a vysoké půdní vlhkosti.“.

Poznatky tohoto výzkumu potvrzují některé zahraniční výzkumy. Objasněním vzniku podmínek pro výskyt nádorovitosti brukvovitých na kořenech řepky se zabýval

v poslední době Hu Qiong, a kol. (2014). V krytém nádobovém pokusu byly zkoumány některé faktory jako je pH, půdní vlhkost, koncentrace inokula, teploty, atd. Výsledky ukázaly, že když se pH půdy pohybovalo mezi 4 – 7 rostliny onemocněly; výskyt onemocnění a index onemocnění byly nejvyšší při pH 5. Vážné onemocnění touto chorobou nastalo, když obsah vlhkosti v půdě byl přibližně 60%. Čím vyšší byla koncentrace inokula, tím se zvyšoval výskyt onemocnění a také index onemocnění. Hostitel neonemocněl, když koncentrace inokula byla menší než 10 spor /ml. Infekce kořenového vlásku byla ovlivněna fotoperiodou a teplotou půdy. Rovněž bylo zjištěno, že vyšší dávky dusíkatých hnojiv zhoršují průběh onemocnění.

Pokud se jedná o vliv pH na nádorovitost udává Rod (1994) „...že na kyselých půdách procento napadených rostlin je nižší, než na půdách zásaditých. Nejnížší škodlivosti jsou zaznamenávány v kukuřičné oblasti, nejvyšší v oblasti podhorské. Nejvyšší ztráty byly zjištěny v nadmořské výšce 400 – 500 m n. m. Nejvyšší procento napadení bylo zjištěno na písčitých a jílovitých půdách. Výskyt nádorů může ovlivnit i obsah humusu v půdě – vyšší procento napadených rostlin zjištěno na půdách s nižším obsahem humusu. Intezitu napadení nádorovitostí, může ovlivňovat obsah některých prvků, např. Cu, Mn, Mo, které ji snižují, podobně tak i bór. Vyšší obsah Mg však nádorovitost podporuje. Perzistence spór v půdě se mírně zvyšuje se zvyšující se hodnotou pH. Při pH 3-6 nezůstaly po 4 letech žádné vitální spory, při pH 8 jich bylo vitálních ještě 72%“. Podle téhož autora se nádorovitost vyskytuje na pozemcích s hodnotou pH 4,7 do 7,4 % a to spíše na půdách neutrálních – zásaditých (58%).

Agrotechnická (agronomická) opatření k omezení šíření nádorovitosti

V rámci preventivních opatření lze uplatnit řadu přístupů, které mohou omezit výskyt nádorovitosti a snížit její škodlivost. Základní opatření je nepochybně zvýšení odstupů pěstování řepky (nebo jiných brukvovitých plodin) snížením jejich zastoupení v osevním postupu včetně omezení brukvovitých mezplodin a důsledná likvidace brukvovitých plevelů na zamořených pozemcích. To potvrzuje řada již citovaných autorů. Např. Hani a kol. (1993) uvádí dodržení minimálního odstup řepky po sobě 3-4 roky, na nádorovitostí postižených pozemcích doporučuje dodržet odstup až 7 let. Nejčastějším opatřením doporučovaným v odborné literatuře při zjištění nádorovitosti

bylo odvodnění postižených pozemků a úprava kyselé půdní reakce vápněním. Často však, jak udává Rod (1996) dochází k různosti názorů na opodstatněnost a účinnost tohoto opatření v ochraně proti nádorovitosti. Jak dále uvádí (Rod 1996) „... k rozvoji nádorovitosti dochází i na mírně vlhké půdě pozemků, kde je výskyt nádorů lokálně vyšší především v místech s mírnými povrchovými depresiemi.“.

V současné době, kdy vlastnické vztahy a cena za provedené meliorace je vysoce nákladná zůstává vápnění jedním z nejčastějších opatření, které se provádí v praxi.

Vápnění po sklizni předplodiny před setím hostitelské plodiny může omezit klíčení trvalých spor a snížit možnost napadení ještě v témž roce. Vápnění z hlediska ochrany proti nádorovitosti je účinné tehdy, kdy se provede těsně před výsevem náchylné plodiny (Rod 1994; Rod a kol., 2005).

Oprávněně se lze domnívat, že na potlačení spor nemá tedy vliv ani tak úprava půdní reakce, jako spíš dezinfekční účinek vápna.

Toto doporučení potvrzují výsledky výzkumu, který provedl Gossen a kol. (2013). Na polích (267 zkoumaných pozemků) v Albertě zamořených původcem nádorovitosti kořenů brukvovitých, kde byla pěstována řepka, autoři prokázali, že existuje jen slabá korelace mezi pH půdy a úrovní nádorovitosti kořenů brukvovitých ($r = -0,30$ pro výskyt a $r = -0,33$ na závažnost choroby). Absence silné korelace podporuje výsledky kontrolní studie životního prostředí. Autor došel k závěru, že mírná úroveň nádorovitosti kořenů brukvovitých se může vyvinout i mimo optimum hodnoty pH, když teplota a vlhkost jsou vhodné. Základní příčinou selhání v ochraně proti nádorovitosti kořenů brukvovitých může být to, že se vyskytuje v zamořených polích (se zeleninou) ošetřených vápnem. Existuje značné riziko, že mírné napadení patogenem nádorovitosti kořenů brukvovitých se bude vyvíjet v oblastech, kde jsou půdy neutrální nebo mírně zásadité, pokud ostatní podmínky (teplota, vlhkost, inokulum zatížení) jsou příznivé pro vývoj choroby.

Podle Roda (1994) byla v některých případech zjištěna odlišná reakce na vápnění u různých druhů čeledi *Brassicaceae*. Zatímco vápnění snižuje napadení patogenem nádorovitostí u hlávkového zelí, krmné kapusty a tuřínu, u řepky tomu tak není. Užití páleného (nehašeného) vápna je účinnější, než hašeného vápna. Pálené vápno kromě

lepší účinnosti na omezení klíčení trvalých spor může usmrcovat spory vlivem zvýšení teploty při kontaktu s vlhčí půdou. Negativem páleného vápna je to, že působí biocidně a snižuje obsah humusu v půdě. Obdobný účinek má karbidové vápno, biocidně zde působí zbytky acetylenu, proto je nutné toto opatření provádět minimálně 10 – 14 dní před výsadbou brukvovité zeleniny. Mezi účinnostmi jednotlivých forem vápna se vedou diskuse. Někteří autoři vyzvedávají lepší účinnost páleného (nehašeného) než hašeného vápna (hydrátu vápenatého), jiní autoři tvrdí opak.

Jak zjistili Robak a Rod (1991) funkční dávka k eliminaci klidových spor patogena *P. brassicae* je cca 2 - 4 t/ha hašeného nebo karbidového vápna, ale je nutné jej zapravit do půdy. Jak dále uvádí Rod (1996) alikvotní dávka mletého vápence vůči uvedené dávce hašeného vápna je cca 10 t/ha. Příkladem použití jiných forem vápenatých hnojiv je, jak dále uvádí autor, použití mořského písku, který obsahuje značné množství vápníku z rozdrčených ulit a lastur, jako preventivní opatření vůči nádorovitosti při monokulturním pěstování kvěťáku na pobřeží Bretaně, nebo v jiných částech světa (Filipíny, Tchaj-wan, Japonsko).

K tlumení nádorovitosti na košťálovinách je kromě vápnění doporučováno obecně i využití biocidního účinku kyanamidu, uvolňujícího se rozkladem dusíkatého vápna (Ca CN_2) (Zvára, Rod 1967). Toto opatření se dosud užívá, avšak pouze omezeně na pozemcích, kde se pěstuje zelenina. Doporučenou dávku dusíkatého vápna, jak upřesňuje Rod (1996), je mezi 0,8 – 1,0 t/ha, přičemž aplikaci doporučuje provést 2 - 3 týdny před výsevem (resp. výsadbou zeleniny). „Účinnost inhibičního účinku jak vápna, tak i aplikace dusíkatého vápna“, jak uvádí autor, „značně zvyšuje jak jemnost mletí, tak i po rovnoměrné aplikaci na postižený pozemek dobré promísení se zeminou – a to minimálně zavláčení, případně ještě lépe zafrézování, aby bylo docíleno lepšího kontaktu s trvalými spory patogena, přičemž je z empirického hlediska evidentní, že vliv na výskyt na nádorovitost může mít krom pH, vlhkosti a teploty i půdní typ a druh půdy (zrnitostní složení).“.

Velkoplošné aplikace na polích, kde se pěstuje řepka, se aktuálně neprovádí z důvodu zejména vysoké ceny dusíkatého vápna, ale také jak uvádí Rod (1996) z technických důvodů – nedostatku času potřebného pro rozklad dusíkatého vápna mezi sklizní předplodiny a výsevem řepky.

Vyvážená výživa a optimální příjem živin za optimálních podmínek dle Roda (1996) zvyšují přirozenou odolnost rostlin vůči patogenům obecně, včetně nádorovitosti. Hlavním předpokladem růstu optimálního vývoje rostlin je dobrý příjem dusíku, což má hlavní vliv na rychlost vývoje a také snížení výskytu nádorů. Toleranci rostlin zvyšuje příjem některých mikroelementů a to zejména bóru, zinku, manganu, mědi, síry a chlóru. Nepříliš jednoznačné jsou zkušenosti s foliární aplikací některých mikroprvků, jako např. bóru, zinku nebo manganu. Účinnost mikroelementů je vysvětlována jejich vysokým obsahem v půdách Středomoří, kde jsou brukvovité rostliny domovem. Rovněž názory na vyšší použitelnost hořečnatých hnojiv jsou sporné.

K ochraně proti nádorovitosti byly v zelinářské praxi využívány i fyzikální metody spočívající v termické desinfekci půdního profilu, což je v praxi proveditelné způsobem propařování pod plachtou, případně speciálními propařovacími branami, propařovacími pluhly aj. Tyto metody jsou pro použití v ochraně řepky pěstované na velkých plochách nereálné. Další metodou je půdní solarizace (Rod, 1994), která spočívá ve využití skleníkového efektu tím, že se na určitou dobu na postižený pozemek položí průhledná, tenká folie a využitím skleníkového efektu dojde k prohřívání půdy a inhibici patogenů v ní obsažených. Tato v praxi často využívaná metoda je rovněž použitelná jen na menších provozních plochách.

Možnosti využití biologické ochrany proti nádorovitosti jsou předmětem stálého výzkumu. Některé metody využívají vlastností některých plodin, jejichž kořenové výměšky mají vliv na inhibici vitality trvalých spor v půdě. Podle Roda (1996) výskyt nádorovitosti snižují z polních plodin např. brambory, pšenice, kukuřice cukrová, jilek, soja, vikev, pohanka. Ze zeleniny to jsou česnek kuchyňský, fazol, mrkev, okurky, rajčata, salát.

Inhibiční účinky na potlačení výskytu nádorovitosti podle téhož autora byly zjištěny dále i u některých rostlin bohatých na aromatické silice, z nichž mnohé jsou využívány jako kořeninová zelenina nebo léčivky, např. řebříčku bertrámu (*Achillea ptarmica*), udatny lesní (*Aruncus vulgaris*), máty peprné (*Mentha piperita*), saturejky zahradní (*Satureja hortensis*) a tymiánu obecného (*Thymus vulgaris*), ale i okrasných rostlin – čechravy (*Astilbe*) a kopretiny indické (*Chrysanthemum – Dedranthema indicum*), *Chrysanthemum carinata* a *Physostegia virginaca*. V tříletém pokuse s 8 vybranými aromatickými plodinami sledoval Rod (1994) jejich vliv na potlačení trvalých spor

patogena *Plasmodiophora brassicae* Wor. Nejlepší účinek byl dosažen u saturejky zahradní, kde již po dvou letech byla půda prosta trvalých spor. Velmi dobrý účinek mělo pěstování máty peprné a tymiánu. Pěstování kmínu kořenného nemělo na inaktivaci spor žádný vliv a bazalky (odrůda Ohře) vliv jen minimální (viz tabulka 1).

Tab. 1 Účinek tříletého pěstování některých aromatických plodin na ozdravění půd (Světla Hora u Bruntálu, 1987 – 1989)

Plodina	Intenzita napadení po		
	1 roce	2 letech	3 letech
Černý úhor	70,0	40,8	20,0
Pekingské zelí "Granaat"	69,1	54,2	57,7
Máta peprná (průměr 2 klonů)	38,4	6,7	1,7
Tymián obecný (průměr 3 odrůd)	29,4	10,4	4,8
Saturejka zahradní "Pikanta"	26,8	0,0	0,0
Bazalka pravá "Ohře"	66,1	20,0	11,7
Kmín kořenný "Rekord"	44,3	35,0	26,7

Z tabulky vyplývá, že k výraznému ozdravění půdy došlo vlivem pěstování máty (po 3 letech pouze 1, 7% napadených rostlin) a zejména saturejky, kdy dokonce již po 2. roce pěstování došlo k úplnému vymizení choroby.

Jinou možností je využití rostlin, které stimulačními účinky kořenových výměšků provokují trvalé spory k vyklíčení a primární infekci, ale nedojde k vytvoření nádorů. Tímto způsobem (lapacím efektem) rostliny snižují koncentraci trvalých spor v půdě (inokula). V minulosti byl v zelinářské praxi k tomuto účelu využíván tuřín. Jeho kořenový systém je slabší a tudíž jeho schopnost vylapávat spory patogena nádorovitosti byla omezená. Navíc odrůdy tuřínu nejsou rezistentní vůči všem rasám patogena. Může se stát, že v některé oblasti stejná odrůda může být odolná vůči vyskytujícímu se patotypu, v jiné oblasti s výskytem jiného patotypu může být náchylná (Rod, 1996).

Rod a Robak (1994) uvádí, že v případě řepky olejky je v rámci opatření ke snížení obsahu trvalých spor v půdě nutné likvidovat (zaorávkou) výdrol po sklizni řepky, aby se zamezilo namnožení a zmlazení nádorků na kořenech, tj. maximálně do 3 týdnů po sklizni. To vyplývá ze skutečnosti, že již po 5 týdnech od výsevu řepky jsou na kořincích řepky vytvořeny nádorky. Vhodné pro tyto účely jsou rovněž brukvovité rostliny, které patří k hostitelským, ale mají silnou rezistenci vůči nádorovitosti. Nejlépe

se osvědčily odrůdy ředkve olejné (*Raphanus sativus* var. *oleifera*), které jsou zcela rezistentní vůči všem patotypům *Plasmodiophora brassicae* vyskytujících se v České republice. K vylapávání klidových spor a ozdravení půd lze mimo čeleď *Brassicaceae* využít i nehostitelských rostlin, jako např. jílku – viz tabulka 2.

Tab. 2 Vliv tříletého pěstování některých plodin na ozdravení půd (Světla Hora u Bruntálu, 1984 – 1986)

Plodina	Intenzita napadení po		
	1 roce	2 letech	3 letech
Černý úhor	83,5	74,3	71,5
Hořčice bílá "Zlata"	97,0	99,8	98,6
Řepka olejná "Silesia"	99,3	98,4	83,5
Ředkev olejná "Rauola"	79,2	48,7	41,2
Oves setý "Hermes"	59,2	50,4	49,3
Jílek vytrvalý "Bača"	44,8	44,5	20,7
Mrkev obecná "Karotina"	55,2	52,9	67,7
Pohanka tatarská	80,3	89,5	86,9
Kmín kořený "Rekord"	91,8	92,9	91,2

Možnosti využití biologické ochrany vůči nádorovitosti

V poslední době se zkoumá možnost využití i metod biologické ochrany, např. využitím jiných mikroorganismů na bázi hub nebo bakterií. Komerčně využívaný biofungicid Prestop Reg (*Clonostachys rosea*) byl podroben zkoumání v ochraně proti nádorovitosti jak řepky olejky, tak i košťálové zeleniny (Lahlali, Peng 2014). Autoři zjistili, že při dvojnásobném ošetření tímto biofungicidem a to při setí a 7-14 dnů po naočkování bylo dosaženo lepší ochrany vůči nádorovitosti kořenů brukvovitých, než jedné aplikace biofungicidu buď při setí, nebo po zasetí. To podle autorů může znamenat, že je třeba zachovat vysokou dávku biofungicidu v půdě v průběhu primární a sekundární infekce. Pokusem bylo potvrzeno potlačení nádorovitosti fungicidem Prestop Reg a potvrzení mechanismu bioagens *Clonostachys rosea*, který spočívá v kolonizování rhizosféry a vnitřku kořenů řepky a pravděpodobně indukuje rezistenci rostlin na bázi regulace genů, které se podílejí na biosyntéze kyseliny jasmonové, ethylenu a fenylpropanových biosyntetických drah.

Podobných výsledků bylo dosaženo o něco dříve v pokusech, které provedli Lahlali a kol. (2013) s bakteriálním biofungicidem Serenade Reg. (*Bacillus subtilis*). Dvě aplikace biofungicidu byly účinnější než jedna aplikace a redukovala výskyt nádorovitosti od 62 do 83%. Biofungicid také snižoval genomovou DNA z *Plasmodiophora brassicae* na kořenech řepky o 26 až 99% (7 až 14 dnů po setí) a výsledky kvantitativní PCR silně korelovaly s infekcí kořenového vlášení v procentech hodnocené ve stejnou dobu ($r = 0,84 - 0,95$). Kvantitativní PCR byla také používána ke kvantifikaci aktivity transkripce devíti genů za účelem zjištění rezistence hostitele v naočkovaných ošetřených rostlinách. Autoři i v tomto pokusu připustili, že vlivem aplikace biofungicidu Serenade Reg., může dojít k vyvolání antibiózy a indukované rezistence, které jsou zapojeny do potlačení nádorovitosti na řepce.

Chemická ochrana

Výzkumu ohledně chemického způsobu ochrany proti nádorovitosti kořenů brukvovitých byla v minulosti věnována velká pozornost. Rod (1996) uvádí, že zkoušeno bylo již více než 100 různých fungicidních látek. Dosažené výsledky nebyly přesvědčivé, a pokud některé zkoušené látky byly biologicky minimálně účinné, tak se nehodily pro praktické využití z důvodu fytotoxicity, ekonomické náročnosti nebo nevyhovujících hygienických a ekologických vlastností.

Zkoušeny byly v současnosti již zakázané rtuťnaté fungicidy, benzimidazoly (benomyl, carbendazim, thiofanát-methyl), dithiocarbamidy (zineb, maneb, mancozeb), captan, thiram, quintozen, (PCNB), captafol, ethridiazol, dichlofluanid, trichlamide, chlorthalonil, metalaxyl, cymoxamil, fosetyl-Al, procimidone, pencycuron, napropamide, chlorpikrin, allylalkohol, AITK, methylbromid, dazomet, vapam, polycarbacin, formaldehyd a kyanamid a to samostatně i v různých kombinacích těchto látek. Zkoušené přípravky byly aplikovány mnohými způsoby – plošnou aplikací postřikem, plošnou aplikací s následným zapravením, páskovou aplikací, preparací půdy, zálivkou na povrch půdy, nebo do jamek, máčení kořenů sadby, moření osiva a foliární aplikace. (Rod, 1989; Robak, Rod 1991).

Zajímavostí bylo zjištění, že po ošetření pozemku postiženého nádorovitostí herbicidy Treflan a Synfloran s účinnou látkou trifluralin, došlo ke snížení napadení rostlin nádorovitostí (Rod, 1996).

Z těchto mnohých v minulosti ověřovaných látek je v současnosti v zelinářství stále povolena aplikace Basamid granulátu (dazomet – 97%), který se v ochraně proti nádorovitosti používá při plošné aplikaci v dávce 50 g/m² a při ošetření pěstebních substrátů v dávce 200 g/m³ (Anon, 2015). Přípravek pro zvýšení účinnosti je vhodné zapravit do země a následně zalít povrch půdy větším množstvím vody. Důvodem je vytvoření mechanické bariéry a zamezit úniku plynné látky z půdy. Poté je vhodné překrytí takto ošetřené půdy PE fólií po dobu 5-7 dnů.

Supresivní půdy

Jedná se o dosud ne zcela do detailu prozkoumaný fenomén. Vlastností supresivních půd je jejich schopnost potlačit rozvoj patogena natolik, že buď se choroba vůbec neprojeví, nebo jen v takové míře, že způsobí jen malé škody. Příčinu supresivity půd se nepodařilo zjistit, zatím tento jev si Rod (1996) vysvětloval jako komplex abiotických (fyzikálních nebo chemických) a biotických faktorů (antagonistických organismů). Poprvé byl tento jev pozorován na Tchaj-wanu, kdy bylo při mapování výskytu nádorovitosti zjištěno, že odebrané vzorky půd z některých pozemků, kde nedošlo k napadení, potlačovaly vývoj choroby i po umělé inokulaci patogenem. U nás se vyskytuje lokalita se supresivní půdou v Bolehošti, kde se nádorovitost nevyskytuje přesto, že se zde zelí opakovaně pěstuje přes 150 let a v Nahořanech na Náchodsku. Pokusy bylo zjištěno, že supresivita není biologického charakteru a to tím, že se supresivita neztratila ani po dlouhodobém propaření. Jde pravděpodobně o supresivitu velmi silnou, neboť půdy neztrácí schopnost supresivity po několika násobném zředění konduktivní půdou v poměru 1: 15. Objasnění podstaty supresivity by mohlo mít značný praktický význam. Podle autora (Rod, 1996) se na základě provedených pokusů bude spíše pohybovat v oblasti abiotických faktorů.

Tolerance versus rezistence

Tolerance není synonymum rezistence. Tolerantní druhy, resp. odrůdy jsou sice náchylné k napadení, avšak významně nesnižují výnos. Naproti tomu rezistence je odolnost vůči patogenu – původci onemocnění. Principem tolerance odrůd vůči nádorovitosti je obejít vznik nádorů, tj. iniciace tvorby náhradních – adventivních kořenů, kterými je zabezpečována výživa rostliny, takže rostlina nestrádá (Rod 1992). Jak dále autor uvádí, tolerantní odrůda je taková, která má příznaky napadení (v tomto případě nádory na kořenech), ale toto napadení nemá vliv na výnos a kvalitu produktu. Tolerance je odolnost rostliny k chorobě (k nádorovitosti), zatímco rezistence je odolnost rostliny vůči patogenu (*Plasmodiophora brassicae*). Jestliže se stupeň rezistence hodnotí intenzitou výskytu choroby, stupeň tolerance se hodnotí vyšší výnosu.

Šlechtění na rezistenci vůči patogenu *Plasmodiophora brassicae* obecně

Šlechtění na rezistenci vůči nádorovitosti (Rod, 1994; Diederichsen a kol., 2009) se omezuje na 3 botanické druhy *Brassica oleracea*, *B. rapa* (*Brassica campestris*) a *Brassica napus*. Nejvyšší pravděpodobnost výskytu zdrojů rezistence je dle Roda (1994) odhadována v geografických centrech původu jednotlivých plodin, tzn. ve Středomoří, případně západoevropském pobřeží.

Vlastní šlechtění na rezistenci je komplikovaná záležitost, rezistence je totiž polygenně založená, recesivní s aditivním účinkem. Rezistentní genotypy se vyskytují vzácně a při šlechtění bez stálého tlaku patogena dochází k rychlé ztrátě genů rezistence (Rod, 1996).

Ve všech zemích s vyvinutým výzkumem nádorovitosti si šlechtitelé uvědomují znalost výskytu patotypů *Plasmodiophora brassicae* jako jednu ze základních podmínek pro vyšlechtění spolehlivě rezistentních odrůd.

Šlechtění na rezistenci řepky a výsledky výzkumu a praktických zkušeností s rezistentními materiály

Výzkum na rezistenci řepky byl zahájen na základě již existujících poznatků s ošetřením proti nádorovitosti kořenů brukvovitých, původně vyvinutých pro zelinářství a aplikován na systém výroby řepky, jak uvádí např. Hwang S. a kol. (2014). Základním a stěžejním úkolem, na němž několik desetiletí pracovali šlechtitelé, fytopatologové, biochemici a genetici, bylo i v tomto případě najít zdroj rezistence. Protože *Plasmodiophora brassicae* má značnou genetickou variabilitu – jak bylo zmíněno výše – je velmi obtížné nalézt univerzální zdroj rezistence pro všechny se vyskytující patotypy tohoto patogenu.

Jako příklad odolných genotypů autor uvádí následující příklady:

řepka – Giant Rape, Kiri, Moana, Nevin, Resitant Rape, Roskilda...

tuřín – Bangholm, Danish Giant, Dela, DitmarsBronys Top, Ditmars S2, Marian, Merick, Monkwood, Seefelder, Tina, Wilhelmsburger, Wye, York.

Z 567 genotypů řepky olejné, které byly testovány u nás, vykazovalo 545 genotypů vysokou náchylnost a pouze jedna odrůda byla zcela odolná. Z 9 odrůd tuřínu byla jen jedna odrůda zcela rezistentní, 3 odrůdy byly silně náchylné k nádorovitosti.

Podle Dixona (2014) je v současné době známo pouze několik genů řídících silnou odolností proti *Plasmodiophora brassicae*, které jsou snadno dostupné a v rámci ochrany navrhuje provádět v podstatě klasické zemědělské hospodaření, podporující zlepšení struktury půdy, textury, složení živin a vlhkosti, které může snížit populaci patogena v půdě. Integrace těchto strategií společně s rotací pěstovaných plodin sníží intenzitu výskytu, ale zároveň autor varuje, že neodstraní tuto nemoc.

Podle Diederichsen a kol. (2014) byla ochrana proti nádorovitosti kořenů brukvovitých doposud hlavním zájmem pěstitelů zeleniny, nyní toto onemocnění má významný dopad na řepku olejku (*Brassica napus* L.). V souladu s tím se nedávný výzkum v Německu zabýval různými aspekty ochrany vůči nádorovitosti kořenů brukvovitých u této plodiny. Uvedení rezistentní odrůdy řepky olejné "Mendel" německou osivářskou společností bylo milníkem v oblasti managementu ochrany vůči nádorovitosti kořenů

brukvovitých u řepky olejné na celém světě. Efektivnost tohoto zdroje rezistence, jak uvádí autoři tohoto článku má klíčový význam a prováděné studie si berou za cíl charakterizovat změny patogena. Korbas a kol. (2009) potvrdili ve skleníkových pokusech v porovnání s ostatními zkoušenými odrůdami vysoký stupeň rezistence odrůdy Mendel vůči nádorovitosti a autoři kromě toho upozorňují na to, že výskyt nádorovitosti lze snížit především správným střídáním plodin, ale také pěstováním odolných (rezistentních) odrůd. Kromě rezistence kultivaru, jsou k dispozici i agronomické přístupy, jako je například aplikace kyanamidu vápenatého (dusíkatého vápna) a strategie integrované ochrany proti škůdcům, kterými lze řešit prevenci množení inokula spor patogena *Plasmodiophora brassicae* v půdě.

Na základě informace E. Diederichsen z konference o nádorovitosti, která proběhla v roce 2013 pod záštitou Canola Council of Canada, byla po 12 letech provozního používání odrůdy Mendel prolomena rezistence jak v Německu, tak i v Polsku a Velké Británii. Příčinou mohlo být nedodržování osevních postupů a odstup pěstování řepky na zamořených polích nebyl dostatečně dlouhý. Aby nedocházelo k znehodnocení rezistentního genomu, měl by být tento odstup minimálně 3 roky. Z dalších opatření doporučuje střídání rezistentních odrůd, včasnou likvidaci výdrolu, aby nedošlo k namnožení patogena a použití dusíkatého vápna. Je potřeba rovněž pracovat na šlechtění nových odrůd s širší rezistencí vůči evropským patotypům r. *Plasmodiophora* (Říčařová, 2013).

Důležitost podobných výzkumů si uvědomují výzkumná pracoviště na dalších místech na světě. V Kanadě je nádorovitost natolik rozšířená, že představuje hrozbu pro kanadský průmysl s řepkou. Výzkum si uvědomuje, že je nutné nejen ověřit rezistenci komerčně využívaných kultivarů (Deora, 2012) ale také vyvstává potřeba dalšího vývoje rezistentních odrůd. Dle Hasana a kol. (2012) je nutností identifikovat genofond č.*Brassiceae* s odolností vůči patotypům *Plasmodiophora brassicae* převládajících v Albertě. Autor v článku uvádí, že genotyp se specifickou rezistencí byl identifikován v diploidním druhu *Brassica rapa* a *B. oleracea* a v amfidiploidu *B. napus*. Mezi genotypy *Brassica rapa* byla nejodolnější vodnice, méně některé typy ozimé a jarní řepky olejné. Tuřín skupiny *Brassica napus* byl homogenní na odolnost vůči kanadským patotypům *Plasmodiophora brassicae*. Diploidní druh *Brassica nigra* také vykázal specifickou rezistenci k patotypu. Rezistence vůči původci nádorovitosti kořenů

brukvovitých byla zkoumána rovněž v genomu modelové rostliny *Arabidopsis thaliana*. Tato činnost vyústila v klonování lokusu rezistence RPB1.

Účinnost genů rezistence je podmíněna znalostí interakce patotypů (ras) patogena a hostitele. Tato specifická reakce jednotlivých patotypů včetně mapování výskytu je nyní vysoce aktuální z hlediska zpřesnění doporučení vhodných odrůd řepky.

V Číně v provincii Huangshan byla zkoumána odolnost 30 kultivarů řepky k původci nádorovitosti kořenů brukvovitých. Hodnocení proběhlo v polních podmínkách. Výsledkem bylo zjištění převažujícího výskytu patotypů č. 4 a č. 9 v Huang-šan. Kultivary 'Quan-jin-jou 5' a 'Dejou-žao 1' byly odolné vůči nádorovitosti. Tyto odrůdy jsou doporučovány jako hlavní odrůdy a šlechtitelské materiály v regionech s výskytem nádorovitosti kořenů brukvovitých (Wang Chun a kol., 2014).

V ČR se v praxi začaly využívat rezistentní hybridní odrůdy od roku 2008. V současnosti představují rezistentní odrůdy, jak se zdá, jedinou spolehlivou metodu ochrany vůči nádorovitosti (Kazda a kol., 2013). První z těchto odrůd byla odrůda Mendel, vyšlechtěná NPZ H. G. Lembke, kterou dodává na náš trh fa Rapool. Tato odrůda byla nahrazena postupně odrůdou Mendelson a v roce 2014 odrůdou Mentor (obě rovněž dodává Rapool). V praxi je momentálně na vzestupu hybridní odrůda firmy Lg Andromeda, která dominuje výnosem, ale i velmi dobrou rezistencí vůči nádorovitosti. Podobných výsledků dociluje i odrůda SY Alister vyšlechtěná a dodávána společností Syngenta. Z dalších materiálů, které se zatím ověřují v pokusech, je možné uvést PT 235 (Pioneer) a CWH 241(Monsanto). Všechny tyto materiály jsou jak v polních podmínkách, tak i skleníkových testech prověřovány na stupeň odolnosti vůči nádorovitosti.

Řičařová a kol. (2014) provedla v roce 2012 pilotní experimenty ve skleníkových podmínkách s nádorovostí kořenů brukvovitých u rezistentních kultivarů řepky. Cílem pokusů bylo testování rezistentních odrůd Mendel, Alister a novošlechtěnce NV 2012. Semena odolných odrůd řepky olejné (deklarovaných osivářskými společnostmi) spolu s citlivými kontrolami (odrůda Rohan a čínské zelí odrůdy Granaat) byly zasety do půdních vzorků z oblasti, která byly silně a homogenně kontaminovány patogenem *Plasmodiophora brassicae*. Výskyt a závažnost symptomů na kořenech byly hodnoceny po osmi týdnech, ale nádory byly na rostlinách patrný již 29. den po zasetí. Náchylné

odrádky byly napadeny silně, nádory vážily 3,8 a 6,3 g, nenapadený kořenový systém 0,6 a 0,3 g.

Přítomnost *Plasmodiophora brassicae* na kořenech byla testována pomocí PCR. Nebyly prokázány žádné viditelné příznaky testovaných vzorků půdy, i když PCR potvrdila přítomnost patogenu ve všech případech.

Ve spolupráci ČZU Praha a SPZO byly v roce 2012 založeny polní pokusy na silně zamořeném pozemku sporami patogena *Plasmodiophora brassicae* v severních Čechách s rezistentními hybridními odrůdami Mendel, Mendelson, Alister, Andromeda a NV 2012.

Podle Kazdy a kol. (2013) „...byl výsev proveden ve třech termínech výsevu 2. 8., 15. 8. a 4. 9. 2012. Kontrola probíhala jednou za měsíc. Nejsilněji byly napadeny kontrolní rostliny z prvního výsevu. Rezistentní odrůdy Mendel, Mendelson a Andromeda nebyly napadeny. Odrůda Alister jevila mírné příznaky napadení při prvním výsevu, přičemž nedošlo k dalšímu rozvoji choroby, další výsevy byly bez příznaků. U novošlechtění NY 2012 byly zjištěny rostliny se silnými příznaky na kořenech, ale taky rostliny zcela nenapadené. Největší nádory byly patrné na citlivých rostlinách z nejčasnějšího výsevu a jejich vývoj byl rychlý. Takto silně napadené rostliny by zřejmě nepřežily zimu. Vývoj citlivých odrůd zasetých v pozdním termínu výsevu probíhal podstatně pomaleji a po měsíci od zasetí vykazovaly jen minimální příznaky nádorků viditelné pouze mikroskopem.“. Závěrem autoři uvádí nutnost zmapování výskytu ras patogena na území ČR, které již bylo zahájeno.

V navazujících pokusech jak uvádí Řičařová a kol. (2014) „...bylo v roce 2013 (lokalita Hrádek n/Nisou) testováno širší spektrum rezistentních odrůd (Mendel, Mendelson, Mentor (RAP 1122), Andromeda, SY Alister, CWH 241 a PT 235 (X10W513C) v porovnání s náchylnou kontrolou (3 opakování). Hodnocen byl nejen výnos, ale také index napadení *ID* v % – (*Index of Disease*). Napadení nádory bylo hodnoceno v 5 termínech odběru od poloviny října do začátku dubna, přičemž žádná odrůda nedosáhla nulového napadení, nicméně některé zkoušené odrůdy dosáhly poměrně vysokého stupně rezistence – Andromeda a PT 235 5%, Mendelson 7%, Mentor 8%, ale u Mendela „jen“ 14% napadených rostlin. Nejslabší výsledek byl zaznamenán u odrůdy CWH 241 – 40%. Poněkud horší výsledek u odrůdy Mendel si autoři vysvětlují stářím této odrůdy (Mendel byl vyšlechtěn v roce 2000) a určitou ztrátou síly rezistence, resp.

„erozí rezistence“. Zajímavou informací je v této souvislosti skutečnost, že německá legislativa uznává jako rezistentní odrůdy ty, které nepřesáhnou ID – 25%. Podle tohoto kritéria by byly všechny odrůdy s výjimkou CWH 241 v tomto pokusu uznány jako rezistentní. Dalším kritériem pokusu bylo hodnocení počtu přezimujících rostlin (mortality v %). Mortalita rostlin na pokusných parcelách závisela na intenzitě napadení kořenů. Nejvyšší mortalita byla zaznamenána na kontrole (v průměru 6,3 – 7,0 rostlin/m²). U odrůdy Mendel uhynuly 2 rostliny, u odrůdy Mendelson 1 rostlina a u CWH 241 (úhyn 2 rostlin). U ostatních odrůd byla zaznamenána nulová mortalita. Výnosové výsledky se pohybovaly u testovaných rezistentních odrůd mezi 3,79 – 6,78 t/ha (včetně odrůdy CWH 241) s průměrným výnosem 5,03 t/ha. Na kontrolách bylo dosaženo průměrného výnosu 3,79 t/ha.“ Upřesnění výnosových výsledků jednotlivých odrůd autoři bohužel neuvádí, s tím, že budou zveřejněny až na základě 3 – letých výsledků.

Testování půd na přítomnost inokula *Plasmodiophora brassicae* Wor.

Testy na zjišťování přítomnosti jednotlivých patotypů (ras) jsou poměrně složité a časově náročné a měly by jim předcházet jednodušší test ke zjištění obecného zamoření půdy, případně zjištění indexu napadení (ID %).

Z řady zkoušených metod a způsobů zjištění zamoření půdy (substrátu) se podle Roda (1988) nejlépe osvědčila následující metoda:

„Odběr vzorku (zkoumané půdy, substrátu) dle běžných pravidel v objemu minimálně 4 litrů. Zemina se rozmělní, proseje sítím o velikosti ok 2 mm. Tímto prosátým materiálem se naplní sadbovače s 38 vegetačními buňkami (každá o objemu 100ml). Do každé buňky se vyseje 6 semen pekinského zelí citlivého kultivaru Granaat. Po vzejití se v každé buňce ponechají pouze 3 rostoucí rostlinky. Sadbovače se poté umístí do nízkých PS přepravek vyložených fólií, v nichž je trvale udržována hladina vody ve výši 1-2 cm. Přepravky s rostlinami se poté umístí do skleníku, kde se udržuje teplota 22 -28°C. Přisvětlování je nutné tehdy, pokud se tento biotest provádí v zimním období (prosinec – březen). Hodnocení se provádí v 6. týdnu (v zimním období), v letním období již po 5 týdnech a to tak, že po vynětí rostlin z půdy se hodnotí výskyt nádorů na

kořenech. Osivo testovací plodiny je nutno chránit proti padání klíčnicích rostlin, a sice mořením přípravky, které nepotlačují působení patogena *Plasmodiophora brassicae*. Autor doporučuje maximální dodržování fytosanitárních opatření, aby se zabránilo rozšiřování nádorovitosti. Desinfekci nářadí, pomůcek a prostor doporučuje provádět přípravky, které obsahují chlor (chlorové vápno, Savo nebo Chloramin).“.

Index napadení (ID%) spočívá ve stanovení míry poškození kořenů rostlin nádory. Míra poškození se hodnotí dle stupnice poškození, kde 0 je bez napadení, 1 – nádor na postranních kořenech, 2 – nádor na postranních a hlavním kořenu, 3 – velký nádor spojený s deformací kořenu. Pomocí této stupnice lze vypočítat index napadení v % dle vzorce sestaveném např. dle Roda (1987):

$$\frac{(0 \cdot n_0) + (1 \cdot n_1) + (2 \cdot n_2) + (3 \cdot n_3)}{n} \cdot \frac{100}{3}$$

Kde n_0 , n_1 , n_2 , n_3 je počet rostlin v jednotlivých třídách stupnice N je celkový počet rostlin. Získané hodnoty je vhodné vyhodnotit statisticky jednofaktorovou analýzou variance. Odečet lze provádět i vícekrát během podzimního a zimního období, čímž lze sledovat vývoj napadení v čase.

Z praktického hlediska lze sledovat mortalitu rostlin na napadených porostech způsobem, který je popsán výše a který by mohl sloužit pro posouzení odolnosti dané odrůdy vůči nádorovitosti na daném pozemku. Na pozemcích s výskytem nádorovitosti by se v podzimním období označilo několik míst s průměrem 1m^2 , spočetly všechny rostliny a na jaře (po ukončené regeneraci) by se provedl druhý odečet a vypočetla mortalita v %. Prakticky shodný způsob vyhodnocení zvolila i např. Říčařová a kol. (2014) v pokusech SPZO v Hrádku nad Nisou.

MATERIÁL A METODY

Průzkum výskytu nádorovitosti kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) na řepce ozimé ve vybraných zemědělských podnicích a farmách na Opavsku (Hlučínsku) byl proveden doptáváním. Za tímto účelem byl v lednu 2015 vypracován dotazník (viz příloha č. 5) s celkem 14 otázkami a osobně předán ke zpracování kompetentním pracovníkům (agronomům nebo majitelům) jednotlivých podniků. Průzkum byl dokončen v průběhu 1. dekády května 2015.

Dotazník byl předložen ke zpracování celkem 13 zemědělským podnikům, z nichž 10 podniků hospodaří v oblasti Hlučínska (okr. Opava), 2 podniky v okr. Opava, ale mimo tuto oblast. Většina sledovaných podniků hospodaří na Hlučínsku ve stejných výrobních podmínkách. Z tohoto důvodu, neuvádím charakteristiku podniků z této oblasti z hlediska kategorizace výrobních oblastí zvlášť za každý podnik, ale společně za celou tuto oblast.

Charakteristika části okresu Opava – Hlučínska z hlediska zemědělských oblastí a podoblastí dle kategorizace z roku 1996 (Němec, 2001)

Hlučínsko zaujímá značnou část území okr. Opava (cca 317 km²), vymezené městem Ostravou z východní části, ze západu městem Opavou, ze severu hranicemi s Polskem, a z jižní části řekou Opavou. Z hlediska zemědělství a rostlinné produkce se jedná o úrodnou řepařskou výrobní oblast (podoblast Ř2 – Ř3), mírně zvlněnou s nadmořskou výškou mezi 240 – 350 m. Klimatický region je teplý, mírně vlhký, s průměrnou roční teplotou 8 – 9°C a průměrným ročním úhrnem srážek okolo 600 mm. Převládají zde spíše hnědozemní půdy, i když na hranicích s Polskem se vyskytují sporadicky i černozemě. Zrnitostní složení půd je značně proměnlivé, od lehčích hlinitopísčitých po těžší hlinitojílovité. Pěstují se zde převážně obilniny – kvalitní ozimá pšenice, sladovnický ječmen, řepka ozimá, cukrová řepa, a v podnicích s živočišnou výrobou víceleté pícniny (vojtěška). V poslední době v souvislosti s nárůstem počtu bioplynových stanic, zejména na úkor pěstování olejnin a luskovin, se zvýšila plocha silážní kukuřice.

Mimo Hlučínsko, ale stále v okrese Opava byly zjištěny 2 podniky s výskytem nádorovitosti (oba v okr. Opava) a to konkrétně Agroproduktiva s.r.o. se sídlem v Děhylově, pouhé 3 km jihozápadně od Hlučína s přibližně stejnými teplotními a

srážkovými hodnotami jako má Hlučínsko. Podnik se nachází ve výrobní oblasti obilnářské, O1, se svažitými půdami a sklonem k erozi s nadmořskou výškou cca 350 m.

Zemědělský podnik Zagra a.s. společně s rodinnou farmou Tvarůžkových v Hlubočci hospodaří v obilnářské výrobní oblasti, podoblasti O2, s mírně teplým, vlhkým klimatem a nadmořskou výškou okolo 400 – 450 m n. m. Vyskytují se zde hlavně půdy illimerizované nebo glejové s různým stupněm skeletovitosti, méně kvalitnější půdy hlinité, resp. hlinito písčité nebo hlinitojílovité.

Charakteristika vybraných podniků a dílčí zjištění provedeného průzkumu

Ing. Ivo Kaspar – soukromý zemědělec

Podnik hospodaří na cca 250 ha orné půdy. Hlavní pěstovanou plodinou je pšenice ozimá – cca 45%, řepka ozimá – 25%, mák – 25%, ječmen jarní 5 – 10 %, ostatní (kmín, peluška na semeno) 5 – 10%.

V podniku se na řepce z houbových chorob vyskytují běžně hlízenka, fomová hniloba, občas plíseň šedá a ojediněle verticiliové vadnutí řepky. K zamezení výskytu hlízenky, fomové hniloby, případně plísně šedé je v rámci zavedené a doporučované pěstitelské technologie využívána preventivní fungicidní ochrana.

Nádorovitost byla v podniku zjištěna poprvé v roce 1995 na pozemku „Fajkovo“ na ploše 6,5 ha. Podle poskytnutých informací v době výskytu nádorovitosti na řepce, kdy tento pozemek ještě patřil původnímu majiteli, od něhož současný majitel tento pozemek získal v roce 2000 a o výskytu nádorovitosti se dozvěděl až poté, co nastal problém s výskytem nádorovitosti. Během několika let došlo k rozšíření infekce na další pozemky. K masivnímu výskytu nádorovitosti, jak uvádí pěstitel, pak došlo v letech 2004 – 2005 na 3 pozemcích o celkové výměře cca 31 ha. Jak dále uvádí pěstitel, rostliny s nádory na kořenech po mírné zimě na jaře většinou zregenerovaly a na postižených pozemcích byl docílen průměrný výnos okolo 3,5 t/ha. V současnosti se nádorovitost řepky v podniku nevyskytuje. Hlavním opatření ke snížení výskytu nádorovitosti je používání rezistentních odrůd (od roku 2009 – Mendel). V posledních 3

letech jsou pěstovány výhradně rezistentní odrůdy (Mendelson, Andromeda a Mentor). Důvodem pro toto rozhodnutí je schopnost těchto odrůd dosáhnout vysokého výnosu a vysoká odolnost vůči nádorovitosti. Z dalších opatření přijatých podnikem je každoroční vápnění na 30 – 40 % ploch dolomitickým vápencem. Podnik nevyužívá ani neposkytuje služby (např. setí, postřiky nebo sklizeň) jiným zemědělským subjektům, čímž se eliminuje riziko šíření choroby na nezasazené plochy.

Agroproduktiva Děhylov s.r.o.

Podnik hospodaří na výměře 474 ha orné půdy. Struktura pěstovaných plodin: pšenice ozimá – 45%, ječmen ozimý – 12%, ječmen jarní – 2%, řepka ozimá – 20%, kukuřice na zrno 14%, ostatní (peluška, hořčice, úhor) – 7%. Řepka ozimá se v podniku pěstuje po sobě se 4 letým odstupem. Kromě nádorovitosti se na řepce v podniku vyskytují zejména hlízenka, méně fomová hniloba, v některých letech plíseň šedá a verticiliové vadnutí (ojedinělý výskyt). Ochrana proti hlízence, fomové hnilobě a plísni šedé, jsou řešeny preventivní aplikací fungicidů. K zamezení šíření nádorovitosti bylo přijato jako hlavní opatření snížení podílu řepky ozimé v osevním postupu z 25% na 20% a později pěstování rezistentních odrůd. První výskyt nádorovitosti na řepce byl v podniku zjištěn na podzim v roce 2002 na pozemku „Za Dostálem“ na liniové odrůdě Cando (postižená plocha pozemku cca 7 ha z 20,5 ha). Zajímavou skutečností bylo, že se nádorovitost objevila jen na části pozemku, a sice podél hlavní cesty z Děhylova na Porubu, kde předcházející rok bylo pokládáno plynovodní potrubí. Vývoj výskytu nádorovitosti v podniku je sumárně uveden v příložených tabulkách. Výskyt nádorovitosti v roce 2007 – 2008 byl natolik vážný, že bylo nutné na jaře zaorat plochu 31 ha. Výskyt nádorovitosti v podniku se rok od roku různil, zřejmě v návaznosti na vývoj počasí v době setí a raného vývoje řepky. V tomto roce se rezistentní odrůdy nepěstují, jelikož se řepka pěstuje na nezasazených pozemcích.

Důvodem pro výběr odrůd jsou výnos, obchodní podmínky a vlastnosti odrůd – tj. hlavně nepoléhavost v souvislosti s usnadněním výmlatu a rannost. V případě setí na dříve postižených pozemcích nádorovitostí bude nutnost opětovného zařazení rezistentních odrůd. Podnik v současnosti nevyužívá, ani neposkytuje služby jiným zemědělským subjektům.

Tento zemědělský podnik patří k největším podnikům na Hlučínsku – výměra orné půdy v podniku je 1 050 ha. Struktura pěstovaných plodin na orné půdě je následující: pšenice ozimá 44%, pšenice jarní 6%, řepka ozimá 24%, cukrová řepa 12% víceleté pícniny 7%, kukuřice silážní 5%. V podniku se z chorob řepky vyskytují nejčastěji hlízenka, fomová hniloba, plíseň šedá, verticiliové vadnutí, ale také nádorovitost řepky. K ochraně proti hlízence, fomové hnilobě a plísni šedé jsou využívány metody chemické ochrany (strobilurinové fungicidy, případně jejich kombinace s triazolovými fungicidy). První výskyt nádorovitosti na řepce ozimé byl zaznamenán v roce 2004 na pozemku „Nádraží“ o výměře 68 ha celoplošně. Na jaře 2005 došlo k částečnému prořídnutí porostu, ale řepku nebylo nutné zaorat. V období od roku 2006 – 2009 byly zaznamenány výskyty na dvou dalších pozemcích – „Hudeček“ o výměře 66 ha a „Rakovec“ na 34 ha. V obou těchto případech se jednalo o lokální výskyty bez nutnosti zaorávky. V letošním roce se nádorovitost na řepce v podniku nevyskytla. Pěstitel od roku 2009 využívá rezistentní odrůdy, které zařazuje na pozemky, kde byla zjištěna v minulosti nádorovitost. Na pozemku s prvním zjištěným výskytem nádorovitosti bylo vyloučeno pěstování řepky po dobu 8 let, tj. 2 rotací osevního postupu. V podniku se pravidelně provádí úprava pH vápněním.

Z liniových odrůd řepky ozimé se v podniku v posledních 3 letech pěstují Sherlock, Ladoga, Lohana (menší podíl). Větší podíl představovaly hybridní – rezistentní odrůdy, a sice Mendel, Mendelson a Andromeda. Důvodem pro zvolení těchto odrůd je odolnost vůči nádorovitosti, plasticita a odolnost vůči suchu a výnosová stabilita.

Podnik využívá služeb jiného subjektu, který vlastní portálový postřikovač a to v chemické ochraně řepky za účelem fungicidního, nebo insekticidního ošetření řepky v době květu a desikace.

Zemědělský podnik vlastní vyoravač cukrové řepy, kterým zabezpečuje sklizeň, čištění a nakládání pěstitelům cukrové řepy vesměs v okrese Opava.

Opavice a.s. (bývalé JZD Bolatice)

Tento zemědělský podnik s výměrou 2 258 ha k největším v okrese Opava. Podíl řepky v osevním postupu činí 27%, z ostatních plodin zaujímá pšenice ozimá 45% výměry, ječmen jarní 13%, cukrová řepa 8% a kukuřice silážní 7%. Na řepce ozimé se v podniku vyskytují běžné choroby řepky – hlízenka, fomová hniloba, verticiliové vadnutí (slabě) a nádorovitost. K ochraně proti běžným chorobám řepky – hlízence, fomové hnilobě a plísni šedé využívá hlavně chemické ošetření, ale v posledních dvou letech ověřuje i biologické metody ochrany proti hlízence – přípravek Contans. Primární výskyt v podniku a zároveň na Opavsku byl zaznamenán na pozemcích původně hospodařícího podniku (JZD Bolatice) v pěstitelském období 1984 – 1985 na pozemku „Pod borem“ v katastru Bohuslavice na ploše 50 ha s celoplošně silným výskytem (85% rostlin s nádory) – tyto údaje primárního výskytu byly aktuálně upřesněny po konzultaci s tehdejším agronomem ing. Kladivou. Další výskyt nádorovitosti (v novodobé historii podniku) byl zaznamenán až v roce 2008 (pozemek „Nad borem“ – 35 ha v katastru Píšť). Podle vyjádření současného hlavního agronoma se na tomto pozemku za 7 let jeho působení v podniku nádorovitost na tomto pozemku nevyskytla.

K zamezení šíření nádorovitosti v podniku začal podnik od roku 2009 využívat rezistentní odrůdy řepky. Aktuálně v podniku nádorovitost podle agronoma nebyla zjištěna, nicméně nevylučuje možnost jejího dalšího výskytu. V rámci opatření ke snížení výskytu nádorovitosti podnik každoročně část výměry vápní a využívá rezistentních odrůd, nesnížil ale zastoupení řepky v osevním postupu. V posledních 3 letech podnik využíval výhradně hybridní odrůdy – Rohan, Artoga, DK Exquisite, Inspiration, z rezistentních odrůd vůči nádorovitosti Mendel a Mendelson. Důvodem pro volbu této odrůdové skladby, jak uvádí agronom podniku je velmi dobrý zdravotní stav (Artoga), rannost (Rohan) a výnos (DK Exquisite). Podnik nevyužívá, ani neposkytuje služby jiným subjektům.

Dihel a syn s.r.o. Jilešovice

Zemědělský podnik typu rodinné farmy, který obhospodařuje plochu 307 ha orné půdy. Podíl řepky v osevním postupu je v současnosti 12%, v minulosti až 25% výměry orné půdy. Z dalších pěstovaných plodin největší podíl na orné půdě zaujímá pšenice ozimá

cca 68% a lupina 20%. V podniku se vyskytují běžné choroby řepky – hlízenka a fomová hniloba, které jsou řešeny aplikací fungicidů a slabě i verticiliové vadnutí. V minulosti byl na některých pozemcích zjištěn výskyt nádorovitosti. V návaznosti na výskyt nádorovitosti byl v rámci prevence snížen podíl řepky v osevním postupu. První výskyt nádorovitosti v podniku byl zaznamenán v roce 2003 „U kapličky“ na ploše cca 15 ha. Podobně jako v případě zjištění nádorovitosti v Agroproduktivě Děhylov i zde byl primární výskyt zaznamenán na pozemku, kde rok před osetím řepkou bylo pokládáno plynové potrubí. V období mezi prvním výskytem do roku 2013 byly zaznamenány slabé až střední výskyty bez nutnosti zaorávky. Poslední výskyt nádorovitosti byl zaznamenán na podzim v roce 2012 na celé pěstitelské ploše řepky, ale ani v tomto případě nebyla řepka zaorána a dosáhla průměrného výnosu. K zamezení výskytu nádorovitosti v podniku bylo přistoupeno k snížení zastoupení řepky v osevním postupu (od roku 2004), vápnění (v posledních 5 letech) a využití rezistentních odrůd od roku 2013. Od tohoto roku jsou pěstovány výhradně odrůdy, rezistentní k nádorovitosti (Mendel, Andromeda a Mentor). Podnik nevyužívá, ani neposkytuje služby jako je příprava půdy, setí postřiky jiným subjektům.

Ing. Laňka Alfons – Darkovičky se sídlem v Hati

Zemědělský podnik jednoho vlastníka, který obhospodařuje výměru cca 1139 ha orné půdy. Podíl řepky v osevním postupu představuje 25%, pšenice ozimé 36%, kukuřice na zrna 30%, cukrové řepy 5% a víceletých píceň 4%. V podniku se na řepce vyskytují všechny běžné choroby řepky včetně nádorovitosti. Hlavní opatření proti výskytu houbových chorob řepky – nejčastěji hlízence, fomové hnilobě a v některých letech i plísni šedé představuje chemická (fungicidní) ochrana. Primární výskyt nádorovitosti byl zjištěn v roce 2003 na pozemku s příznačným názvem „Smeták“ na ploše 8,8 ha (odrůda Cando). V dalších letech se nádorovitost rozšířila na sousední pozemek „Pomník“ na ploše 40 ha (odrůda ES Betty). Přes celoplošný silný výskyt nebyla řepka zaorána, ale v jarním období došlo k značnému snížení počtu napadených rostlin v důsledku vytažení mrazem, a následnému odumření postižených rostlin. Dosažený výnos byl výrazně nižší, než na nezasažených pozemcích. V období mezi rokem 2005 – 2009 byly výskyty nádorovitosti ojedinělé a slabé. Od roku 2010 se sejí na postižených pozemcích výhradně rezistentní odrůdy, takže aktuální výskyt nádorovitosti je podle

odhadu pěstitele na 5% z celkové plochy řepky. V rámci opatření proti zamezení šíření nádorovitosti bylo přistoupeno ke snížení zastoupení řepky ozimé v osevním postupu (z 30% na současných 25%), využití rezistentních odrůd a vápnění. Podnik pěstuje v posledních letech výhradně hybridní odrůdy řepky – Rohan, Artoga, Arsenal, DK Exquisite. Z rezistentních odrůd Mentor a Andromeda. Podnik využívá v nezbytných případech služeb (postřiky portálovým postřikovačem), ale neposkytuje služby jako je příprava půdy, setí, postřiky jiným subjektům.

Družstvo Zagra Kyjovice + Tvarůžkovi (Hlubočec)

Zemědělský podnik, který obhospodařuje 902 ha orné půdy, v hornatější části na jihu Opavska. Strukturální skladba plodin: řepka ozimá 30%, pšenice ozimá 30%, ječmen jarní 27%, kukuřice silážní 27% a ostropestřec mariánský 3%. Z chorob se na zdravotním stavu řepky nejvyšší měrou podílí hlízinka a fomová hniloba, verticiliové vadnutí a v poslední době i nádorovitost. Proti hlízence a fomové hnilobě se provádí chemické ošetření dostupnými registrovanými přípravky. Nižší úroveň pH se v poslední době řeší každoročním vápněním a do budoucnosti z důvodu zamezení nárůstu výskytu nádorovitosti, pěstitel uvažuje o snížení zastoupení řepky v osevním postupu (z 30% na 20 – 25%). Po zjištění nádorovitosti na kořenech řepky v podzimním období roku 2011 a značném nárůstu výskytu nádorovitosti v následujících letech byly v roce 2014 rizikové pozemky osety rezistentní odrůdou Andromeda.

Podle vyjádření pěstitele nedošlo v roce 2014 na pozemcích s výskytem nádorovitosti k výraznému snížení výnosů.

2014 – podzim – bez výskytu nádorovitosti.

V posledních 3 letech byly v podniku pěstovány z liniových odrůd NK Morse a Ladoga (cca 10% plochy), z hybridních odrůd Artoga, Rohan, Sherpa, DK Exquisite, DK ExStorm a z rezistentních odrůd Andromeda. Důvodem pro výběr této odrůdové skladby a vyšší zastoupení hybridních odrůd jsou vyšší výnosová stabilita a v důsledku výskytu nádorovitosti nutnost přechodu na rezistentní odrůdy. Podnik nevyužívá služby, nicméně poskytuje některé služby (setí, postřiky nebo výmlat) i jiným zemědělským subjektům.

Bc. Jiří Glenz – Hať

Malá rodinná farma s živočišnou i rostlinnou produkcí hospodařící na výměře 49 ha orné půdy. Podíl řepky v osevním postupu v tomto roce činí 25%, pšenice ozimé 40%, kukuřice silážní a zrnové 15%, brambor 10%, ostatních 10% (víceleté píce). V ochraně proti běžným chorobám řepky (hlízenka, fomová hniloba) se využívá chemického způsobu ochrany. Nádorovitost na kořenech řepky byla zjištěna poprvé v roce 2009 na hybridní odrůdě Rohan na ploše 3 ha. V období let 2009 – 2012 byly zaznamenány každoročně slabé až střední výskyty nádorovitosti. Od roku 2013 byla postupně výrazně navýšována výměra orné půdy z původních 12 ha na současných 49 ha. Počínaje rokem 2013 se v podniku využívají výhradně rezistentní odrůdy (Mendel, Mendelson). Tato farma nevyužívá, ani neposkytuje služby jiným zemědělským subjektům.

Gospoř Jiří, Hať

Malá rodinná farma s výměrou 68 ha orné půdy. Podíl řepky v osevním postupu je 25%, pšenice ozimé 49%, cukrové řepy 18% a ostatních (víceleté píce) 8%. V podniku se vyskytují všechny běžné houbové choroby řepky – hlízenka, fomová hniloba a plíseň šedá. Ochrana proti těmto chorobám je řešena chemickými přípravky a 3 letým odstupem pěstování řepky po sobě. Nádorovitost řepky byla zaznamenána poprvé v roce 2008 na ploše 8 ha (Baldur) se středním až silným výskytem. V roce 2009 nebyl zaznamenán žádný výskyt nádorovitosti a od roku jsou využívány na postižených pozemcích pouze rezistentní odrůdy (Mendel) v letech 2010 – 2013. V letošním roce je na pozemcích s předpokladem výskytu nádorovitosti v katastru obce Hať vyseta odrůda Andromeda. V katastru obce Koblov, kde se nádorovitost dosud nevyskytla, byla vyseta liniová odrůda Sherlock. Důvodem pro výběr těchto odrůd je zejména odolnost proti nádorovitosti a výnos (Andromeda), rannost a plastičnost (Sherlock). Podnik nevyužívá služeb, ale poskytuje služby jiným zemědělským subjektům (výmlat).

Malá rodinná farma s výměrou 94 ha orné půdy. Podíl ozimé řepky v osevním postupu je 17%, pšenice ozimé 32%, ječmene jarního 21%, cukrové řepy 14%, sóji 8%, kukuřice silážní 2,5% a ostatních 5,5% (brambory, oves). Kromě plísně šedé se na řepce vyskytují hlízenka i fomová hniloba. Proti těmto chorobám se využívá standardních fungicidních chemických přípravků. V rámci preventivních opatření vůči hlízence a zejména nádorovitosti bylo přistoupeno ke snížení procentického zastoupení ozimé řepky v osevním postupu (z původních 25 % na současných 17%). Úprava kyselé půdní reakce se v poslední době řeší každoročním vápněním saturačními kaly.

První výskyt nádorovitosti na řepce byl zaznamenán v roce 2005 na 8 ha „Kupkové“ – střední až silný výskyt. Přestože část rostlin na jaře odumřela, porost nebyl zaorán, ale bylo dosaženo pouze podprůměrného výnosu (pod 3 t/ha). Další výskyt nádorovitosti (lokálně střední výskyt) byl zaznamenán v roce 2011 na ploše 8 ha „Paskudové“. Od roku 2011 jsou využívány pouze odrůdy rezistentní k nádorovitosti (Mendel, Mendelson). Aktuálně se nádorovitost řepky nevyskytuje. Podnik nevyužívá služeb, ale poskytuje služby drobným soukromníkům (výmlat).

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Nádorovitost kořenů brukvovitých způsobená patogenem *Plasmodiophora brassicae* Wor. se na Opavsku vyskytuje již několik desetiletí v zelinářských podnicích s produkcí košťálové zeleniny – nejčastěji zelí, květáku a kedluben. Podle informace ing. Teuera (od roku 1986 vedoucí střediska výroby zeleniny JZD Kateřinky v Malých Hořticích na Opavsku – nyní předseda ZD Velké Hoštice) se už i jeho předchůdci dlouhodobě potýkali s touto chorobou. Hlavním opatřením proti nádorovitosti praktikovaným při velkovýrobě zeleniny bylo používání dusíkatého vápna a v pozdějších letech i aplikace chemického přípravku k desinfekci půdy Basamidu granulát (*osobní sdělení*).

V rámci průzkumu byly získány údaje ze 13 podniků. Celková výměra orné půdy na těchto podnicích činí 8 107 ha, z nichž se ozimá řepka pěstuje na ploše cca 1958 ha. Z těchto 13 podniků se nádorovitost na řepce od prvního potvrzeného výskytu v ozimé řepce v roce 1985 vyskytla celoplošně nebo lokálně v různé intenzitě napadení na 10 podnicích s pěstební plochou řepky 1660 ha.

K prvnímu výskytu nádorovitosti v porostech řepky ozimé došlo v roce 1985 v JZD Bolatice na ploše 50 ha (viz tab. 3). Výskyt zachytil a zdokumentoval agronom specialista tohoto podniku ing. Kladiva. Chorobu tehdy potvrdil a určil včetně patotypu ing. Rod, CSc. Zjištěny byly patotypy 6 + 10, podle Williamse a 16/15/31 dle metody ECD (Rod, 1994). Porost nebyl zaorán, poskytnul ale jen podprůměrný výnos. K zamezení přenosu trvalých spor na jiné pozemky byl tento pozemek vyloučen pro pěstování řepky po dobu 8 let. V současné době na pozemcích bývalého JZD Bolatice hospodaří společnost Opavice a.s.

Další výskyt nádorovitosti na řepce byl zjištěn v roce 1995 (viz tab. 4) na výměře 6,5 ha v Kozmicích, současným majitelem tohoto pozemku je od roku 2000 ing. Ivo Kaspar. Během několika let došlo k rozšíření trvalých spor patogena (pravděpodobně vlastní technikou) na další pozemky. Nejvyšší výskyt nádorovitosti byl zaznamenán v pěstitelském roce 2004 – 2005 na 31 ha.

Údaje z postižených podniků byly zaneseny do tabulek č. 3 – 7 a výsledky byly vyhodnoceny v pětiletých cyklech (uvedeny jsou roky sklizně) počínaje obdobím 1980 – 1984 po období 2000 – 2014. Data seřazena v pětiletých cyklech vcelku přehledně

vystihují trend dynamiky šíření patogena, jehož exprese je v jednotlivých ročnících víceméně nahodilá a byla zřejmě vysoce závislá na agroekologických podmínkách daného ročníku, resp. v době počátečního vývoje řepky.

Stupeň napadení rostlin ozimé řepky (viz tab. 3 – 7) byl z poskytnutých údajů zpětně vyhodnocen jen orientačně (dle odhadu počtu poškozených rostlin v porostu):

do 15 % napadených rostlin/m².....nízký stupeň napadení (+)

od 15 do 40 % napadených rostlin/m²..... střední stupeň napadení (++)

nad 40% napadených rostlin/m².....silný stupeň napadení (+++)

Ve dvou obdobích let 1981 – 1985 a 1991 – 1995 byl výskyt nádorovitosti ojedinělý – viz tab. 3 a 4.

Tab. 3 Vývoj výskytu nádorovitosti a intenzity napadení porostů řepky v letech 1981 – 1985

Podnik	Celková plocha řepky ozimé v ZP (ha)	Postižená plocha s výskytem P.b.(ha)	Počet pozemků s výskytem P.b.	Pěstitelský rok (podzim – jaro)	Stupeň napadení rostlin	Postižená plocha pozemků s výskytem P.b.
ZD Bolatice	?	50	1	1984 – 1985	+ + +	celoplošný výskyt
Celkem		50	1			

Tab. 4 Vývoj výskytu nádorovitosti a intenzity napadení porostů řepky v letech 1991 – 1995

Podnik	Plocha řepky ozimé v ZP – (ha) – orient. hodnota	Postižená plocha s výskytem P.b.(ha)	Počet pozemků s výskytem P.b.	Pěstitelský rok (podzim – jaro)	Stupeň napadení rostlin	Postižená plocha pozemků s výskytem P.b.
Fajka	6,5	6,5	1	1994 – 1995	+ + (+)	lokálně silný výskyt
Celkem		6,5	1			

Během období let 1986 – 1990 a 1996 – 2000, se ve sledovaných podnicích nádorovitost nevyskytla. V pětiletém období 2001 – 2005 se choroba objevila postupně v pěti sledovaných podnicích na deseti pozemcích a 181 ha postižené plochy se střední až lokálně silným výskytem na postižené ploše – viz tab 5.

Tab. 5 Vývoj výskytu nádorovitosti a intenzity napadení porostů řepky v letech 2001 – 2005

Podnik	Plocha řepky ozimé v ZP – (ha) – orient. hodnota	Postižená plocha s výskytem P.b.(ha)	Počet pozemků s výskytem P.b.	Pěstitelský rok (podzim – jaro)	Stupeň napadení rostlin	Postižená plocha pozemků s výskytem P.b.
Kaspar Ivo (Kozmice)	63	31,0	3	2004 – 2005	+ +	celoplošný střední výskyt
Agroproduktiva (Děhylov)	97	20,5	1	2002 – 2003	+ + (+)	lokálně silný výskyt
Agroproduktiva (Děhylov)	97	29,8	1	2003 – 2004	+ +	celoplošný výskyt
Dihel a syn (Jilešovice)	77	43	2	2004 – 2005	+ + (+)	lokálně silný výskyt
Kostelník O. + J. (Hať)	16	8	1	2004 – 2005	+ (+)	lokálně střední výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	8,8	1	2003 – 2004	+ + (+)	lokálně silný výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	40	1	2004 – 2005	+ + (+)	lokálně silný výskyt
Celkem		181,1	10			

V následujícím období byla nádorovitost zjištěna již v osmi podnicích (z toho 4 s výskytem v předcházejícím období a 4 novými výskyty) 21 postižených pozemcích o celkové výměře 342,6 ha – viz tab. 6.

Tab. 6 Vývoj výskytu nádorovitosti a intenzity napadení porostů řepky v letech 2006 – 2010

Podnik	Plocha řepky ozimé v ZP – (ha) – orient. hodnota	Postižená plocha s výskytem P.b.(ha)	Počet pozemků s výskytem P.b.	Pěstitelský rok (podzim – jaro)	Stupeň napadení rostlin	Postižená plocha pozemků s výskytem P.b.
Kaspar Ivo	63	13	1	2007 – 2008	+	celoplošný výskyt
Kaspar Ivo	63	3	2	2008 – 2009	+	lokální výskyt
Agroproduktiva (Děhylov)	97	12,3	1	2005 – 2006	+ (+)	lokální výskyt
Agroproduktiva (Děhylov)	97	31	1	2007 – 2008	+ ++	celoplošný výskyt - zaorávka 31 ha

Agroproduktiva (Děhylov)	97	12,3	1	2008 – 2009	+	lokální výskyt
Dihel a syn (Jilešovice)	77	15	2	2007 – 2008	++	celoplošný výskyt
Dihel a syn (Jilešovice)	77	9	2	2008 – 2009	+	lokální výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	20	2	2007 – 2008	+	lokální výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	18	2	2008 – 2009	+	lokální výskyt
Agrozea (Darkovičky)	252	68	1	2005 – 2006	+ (+)	celoplošný výskyt
Agrozea (Darkovičky)	252	66	1	2006 – 2007	+	celoplošný výskyt
Agrozea (Darkovičky)	252	34	1	2007 – 2008	+ +	celoplošný výskyt
Opavice a.s.	610	35	1	2007 – 2008	+ (+)	lokálně střední výskyt
Glenz Jiří (Hať)	3	3	1	2008 – 2009	+ +	
Glenz Jiří (Hať)	3	3	1	2009 – 2010	+ (+)	lokálně střední výskyt
Gospoř J. (Hať)	17	8	1	2007 – 2008	+ +	
Celkem		350,6	21			

V tomto období byly zaznamenány nízké až lokálně střední výskyty nádorovitosti. V jednom případě (Agroproduktiva Děhylov, s.r.o.) bylo zjištěno celoplošně silné napadení, takže bylo nutno porost v jarním období zaorat (31 ha). V posledním sledovaném období 2011 – 2015 (tab. 7) se nádorovitost vyskytla celkem v 6 podnicích (z toho 5 s výskytem v předcházejícím období a novým výskytem v jednom podniku) s nízkou až středně silnou intenzitou napadení, jen v jednom případě zaznamenáno lokálně silné napadení.

Tab. 7 Vývoj výskytu nádorovitosti a intenzity napadení porostů řepky v letech 2011 – 2015

Podnik	Plocha řepky ozimé v ZP – (ha) – orient. hodnota	Postižená plocha v (ha)	Počet pozemků s výskytem P.b.	Pěstitelské období	Stupeň napadení rostlin	Postižená plocha pozemků s výskytem P.b.
Agroproduktiva (Děhylov)	97	5	3	2013 -2014	+	lokálně nízký výskyt
Dihel a syn (Jilešovice)	77	41,6	5	2012 -2013	++	celoplošný výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	14	1	2011 -2012	+	lokální výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	24	2	2012 -2013	+	lokální výskyt
Ing. Laňka Alfons (Hať)	280	15	2	2014 -2015	+	lokální výskyt
Kostelník J. + O. (Hať)	16	8	1	2010 -2011	+(+)	lokálně střední výskyt
Glenz Jiří (Hať)	3	3	1	2010 -2011	++	celoplošný výskyt
Glenz Jiří (Hať)	3	3	1	2011 -2012	+(+)	lokálně střední výskyt
Glenz Jiří (Hať)	3	3	1	2012 -2013	++	celoplošný výskyt
Tvarůžka M. (Hlubočec) (Družstvo Zagra)	270	3	1	2011 -2012	++(+)	lokálně silný výskyt
Tvarůžka M. (Hlubočec) (Družstvo Zagra)	270	18	2	2012 -2013	++	lokální výskyt
Tvarůžka M. (Hlubočec) (Družstvo Zagra)	270	68	3	2013 -2014	+(+)	lokálně střední výskyt
Celkem		205,6	23			

Plocha s výskytem nádorovitosti v tomto období oproti předchozímu období klesla oproti předpokladům na 205,6 ha, ale počet postižených pozemků stoupl na 23. Určité pozastavení trendu šíření výskytu nádorovitosti v posledním sledovaném období ovlivnila již uvedená preventivní opatření postižených podniků, ale především využití rezistentních odrůd. Z těchto údajů lze pozorovat na dvojnásobný nárůst postižené plochy v letech (2006 – 2010) v návaznosti na předcházející období (2001 – 2005) a také určitý pokles postižené plochy, zřejmě v souvislosti se zaváděním odolných odrůd v posledním sledovaném období.

Nárůst plochy zasažených pozemků a jejich počtu od primárního výskytu v roce 1984 po současnost je patrný z grafu č. 1, viz příloha. Výskyt nádorovitosti v jednotlivých letech kolísal jak co do celkově postižené plochy, tak i počtu lokalit přičemž nejvyšší hodnoty výskytu (zřejmě vlivem příznivých agroekologických podmínek v době počátečního vývoje rostlin v podzimním období) byly zaznamenány v pěstitelských letech 2004 – 2005 a 2007 – 2008 a o něco méně v letech 2012 – 2013.

Ve sledovaných podnicích, jak vyplývá z průzkumu (viz předchozí kapitola), byla nádorovitost kořenů brukvovitých v prvním roce výskytu zjištěna vždy jen na jednom pozemku. V dalších letech se nádorovitost zpravidla vyskytovala na více pozemcích. Jelikož k výskytu nádorů na rostlinách nemusí z důvodu nevyhovujících podmínek pro infekci docházet každoročně, mnohdy se choroba na pozemcích s řepkou objevila v některých případech až po několika letech od primárního výskytu. Ve většině případů se až na výjimky ve sledovaných podnicích jednalo o výskyty s nízkým až středním stupněm napadení. Podle vyjádření pěstitelů střední až vysoký stupeň intenzity napadení snižuje výnosy minimálně o 30 a více % oproti zdravým porostům.

Oprávněné riziko dalšího šíření a hlavně hrozba snížení výnosů přiměla většinu podniků s výskytem nádorovitosti k okamžitému uplatnění některých preventivních opatření, tj. zejména snížení podílu řepky v osevním postupu a vápnění. Po uvedení rezistentní hybridní odrůdy Mendel (v rámci ČR) v letech 2008 – 2009 a později dalších (Mendelson, Andromeda a Mentor) některé ze sledovaných podniků využívají rezistentní odrůdy na části plochy, některé na celé pěstitelské ploše ozimé řepky.

DISKUSE

Nádorovitost brukvovitých způsobená patogenem *Plasmodiophora brassicae* Wor. se podle vyjádření pamětníků vyskytovala v okrese Opava již v 60 – 70. letech minulého století a pravděpodobně ještě hlouběji v minulosti a to výhradně u velkopěstitelů zeleniny, ale i zahrádkářů.

Primární výskyt nádorovitosti v porostech řepky na Opavsku (Hlučínsku) byl zjištěn v pěstitelském roce 1984 – 1985 v JZD Bolatice (Kladiva, 1988). Tento výskyt byl potvrzen ing. Rodem CSc., který osobně v roce výskytu postižený podnik navštívil a dodatečně určil i patotyp (Rod, 1994).

Pravděpodobně zavedením přísných karanténních opatření a vyloučením pěstování řepky na tomto zamořeném pozemku se zamezilo na řadu let šíření této choroby v tomto podniku. Po transformaci podniku na akciovou společnost (v 90. letech) a vzniku nového podniku Opavice a.s. byl v tomto podniku zaznamenán další výskyt nádorovitosti v roce 2007 – 2008. Oba pozemky vzájemně nesousedí a rovněž dlouhé období absence výskytu nádorovitosti v podniku vede k domněnce, že pravděpodobnost přenosu spor patogena z původně postiženého pozemku na jiný je minimální. Úplně vyloučit to ovšem také nelze. Důvodem je dlouhodobá schopnost dormance trvalých spor v půdě a rovněž možnost skrytého přežívání choroby na jiných zástupcích brukvovitých rostlin včetně plevelů. Skutečnost, že nádorovitost byla zjištěna v uvedených letech vždy pouze na jednom pozemku, svědčí spíše o možnosti zanesení patogena ze zdrojů patogena v dané lokalitě katastru. I v tomto případě je možné souhlasit s názorem ing. Roda z roku 1985 (*osobní sdělení*), že totiž k zanesení trvalých spor patogena na postižený pozemek došlo nejspíše infikovaným hnojem, který byl vyprodukován nebo dlouhodobě uložen v blízkosti místa výskytu. K této domněnce vede skutečnost, že se v obou těchto případech jednalo o výskyty na celé ploše postižených pozemků. Z důvodu schopnosti přežívání spor v trávicím traktu mohlo dojít k infikování hnoje konzumací spory kontaminovaného krmiva, ale spíše se přikláním k možnosti nekontrolovaného vývozu kontaminovaného odpadu ze zahrádek malopěstitelů na hnojiště nebo úložiště hnoje na poli. Nelze samozřejmě vyloučit i jiné způsoby zanesení patogena na pozemek – větrem, vodou nebo technikou, ale v tomto

případě by se choroba pravděpodobně vyskytla v letech výskytu i na jiných pozemcích (s řepkou).

Podobným způsobem mohlo k zanesení spor i na dalších sledovaných podnicích se zjištěným výskytem nádorovitosti. Ve všech ostatních případech skupiny vybraných podniků (u pěstitelů řepky s vyšším počtem pozemků) došlo v prvním roce výskytu choroby vždy jen na jednom pozemku a ve většině případů se jednalo o pozemky v těsné blízkosti obcí nebo města (Hlučín). Na dalším rozšíření v rámci postiženého podniku se podílí nejvyšší mírou technika (nářadí pro zpracování půdy, secí stroje, atd.) znečištěná zeminou ze zasažených pozemků. Ve většině případů byl totiž po prvním výskytu v podniku (u větších podniků) v dalších letech výskyt zjištěn vždy na větším počtu pozemků.

Na základě posouzení jednotlivých možností ochrany ozimé řepky uvedených v literárním přehledu jsou prakticky použitelné jen některé. Hlavní metoda ochrany, resp. preventivní způsoby ochrany vyplývají z dlouhodobé dormance trvalých spor a jejich koncentrace (koncentrace inokula) v půdě. Různí autoři uvádí různé hodnoty dormance, které se pohybují nejčastěji od 7 do 20 let (Häni a kol., 1993; Kazda a kol., 2013). Tuto v praxi jen velmi obtížně zjistitelnou hodnotu (neboť v praxi může různými způsoby docházet k namnožení inokula i bez pěstování řepky) ověřoval Wallenhammar (2010) přičemž zjistil, že po 17,3 letech klesl počet spor pod úroveň detekce a stanovil i poločas snížení koncentrace inokula trvalých spor v půdě na 3,6 let oproti stoprocentnímu napadení.

Cílem praktických opatření profylaktického charakteru na zasažených pozemcích by mělo být snížení inokula patogena v půdě. Toho lze dosáhnout např. snížením podílu řepky v osevním postupu tak, aby řepka měla v osevním postupu odstup po sobě minimálně 3 roky a více, rychlou likvidací výdrolu řepky jak po sklizni řepky, tak i v porostech jiných plodin zejména ozimů a s tím spojenou regulací výskytu brukvovitých plevelů, omezením použití brukvovitých plodin jako hlavních plodin, ale i meziplodin na zasažených pozemcích, setím řepky v pozdějších termínech setí a pod. (Rod, 1996; Kazda a kol., 2013; Říčařová a kol., 2013). Velký význam k eliminaci šíření může mít důsledná agronomická kontrola a navazující preventivní agrotechnická opatření. Vhodnými opatřeními již v podzimním období prvního roku výskytu, kdy bývá zpravidla postižen jen jeden pozemek, je možné již v témže roce zabránit dalšímu

šíření patogena, tj. zejména desinfekce, případně dokonalé umytí techniky po každé pracovní operaci na postižený pozemek, obutí, atd.

Snížení obsahu inokula trvalých spor v půdě lze dosáhnout hlavně především setím rezistentních materiálů, které jsou odolné vůči nejčastěji se u nás vyskytujícím patotypům patogena *Plasmodiophora brassicae*. I v tomto případě se nelze vyhnout přežívání spor na výdrolu řepky pocházející z citlivých odrůd z předešlých let. Úplná eliminace inokula na postižených pozemcích může, dle mého názoru, i při vhodné strategii kombinace výše uvedených metod ochrany trvat několik desetiletí.

K omezení šíření výskytu v podniku by bylo vhodné uplatnit metodu vnitřní karantény a na postiženém pozemku nepěstovat 2 -3 cykly rotace osevního postupu (tj. 9-12 let), ale toto opatření se v současné praxi z ekonomických důvodů příliš neprovádí.

Z hlediska správnosti volby rezistentních odrůd je důležitá nejen znalost výskytu patogena na pozemcích podniku ale také i jeho patotypů. Z tohoto předpokladu vyplývá důležitost průzkumu provedených v minulosti (Rod, 1994), ale i potřeba podobný průzkum zopakovat a upřesnit. Orientační vyhodnocení výskytu na plochách s podezřením na výskyt patogena by mohl provádět např. ÚKZÚZ v rámci pravidelných odběrů půdy (AZP) a využít poměrně nenáročný biotest resp. metody ke zjištění přítomnosti patogena dle Roda (1988). Testy na určení patotypu patogena by měly provádět pouze specializovaná a k tomu účelu určená pracoviště v rámci ČR.

Použití chemických přípravků v ochraně proti nádorovitosti na velkých plochách s řepkou je limitováno technologickými obtížemi, vysokou cenou a ekologickou přijatelností (negativní vliv na půdní edafon). Hlavně z důvodu vysoké ceny zemědělci, kteří pěstují řepku, odmítají aplikaci dusíkatého vápna.

Vápnění má na potlačení patogena vliv pouze v případě, že se aplikuje před setím řepky a pouze ve formě páleného vápna (Rod a kol., 2005) a následným zapravením do půdy (Rod, 1996). S vápněním, resp. obsahem Ca kationtů v půdě souvisí možná do jisté míry i supresivita půd, která je podle Roda (1996) spíše abiotického původu a podle mého názoru by mohla být způsobena vzájemnou interakcí volných Ca^{++} kationtů s anionty Cl^- v půdním roztoku. Tuto záležitost by bylo vhodné ověřit experimentálně.

Z biologických metod ochrany proti nádorovitosti jsou ve stadiu ověřování mikrobiálních přípravků na bázi *Clonostachys rosea*, nebo *Bacillus subtilis* s nadějnými

výsledky (Lahlali, Peng 2014). U podniků s živočišnou výrobou by bylo možné na základě pokusů provedených Rodem (1994) využít ke snížení koncentrace inokula dormantních spor patogena v půdě lapacího účinku jílku vytrvalého pěstovaného více let na pozemcích postižených nádorovitostí.

ZÁVĚR

Na zvyšování výskytu nádorovitosti kořenů brukvovitých způsobené patogenem *Plasmodiophora brassicae* Wor. se v rámci ČR v průběhu v posledních 30 – 40 letech podílí celá řada faktorů. V současnosti se v rámci ČR ozimá řepka pěstuje podle posledních údajů SPZO na ploše téměř 390 000 ha. S tím souvisí zvýšení podílu řepky v osevních postupech, což vede k jejich zkracování a častějšímu řazení řepky po sobě na stejném pozemku. Dalšími faktory jsou okyselování půdy, zhoršování půdní struktury a samozřejmě i vyšší riziko zanesení infekce ze zelinářských ploch jak od velkopěstitelů, tak i zahrádkářů. Svým dílem k šíření nádorovitosti v posledních letech mohlo přispět i pěstování hořčice jako mezplodiny podporované státní dotací, setí řepky v předčasném termínu setí, ponechávání řepkového výdrolu na řepkovišti, aj.

Nádorovitost kořenů brukvovitých způsobená patogenem *Plasmodiophora brassicae* Wor. se běžně vyskytuje v zelinářských provozech v rámci okr. Opava již několik desetiletí. Dynamika a nárůst šíření choroby v řepce ozimé je ve sledovaných podnicích patrna z uvedených tabulek sestavených po 5 letech od pěstitelského roku 1984 po současnost a rovněž z přiloženého grafu.

Z výsledků průzkumu vyplynuly následující poznatky:

- první výskyt na řepce ozimé v okr. Opava byl zaznamenán v roce 1984 v JZD Bolatice na Hlučínsku na ploše 50 ha. Druhý výskyt byl menšího rozsahu na soukromém pozemku o ploše 6,5 ha v bezprostřední blízkosti Hlučína v roce 1994,
- k intenzivnímu nárůstu postižené plochy a počtu postižených pozemků ve skupině 10 sledovaných podniků s výskytem nádorovitosti docházelo postupně od roku 2002 po současnost,
- nárůst plochy postižené nádorovitostí měl co do počtu postižené plochy a počtu lokalit rostoucí trend – v letech 2001 – 2005 byl výskyt nádorovitosti zjištěn na cca 181 ha a 10 pozemcích, v letech 2006 – 2010 to bylo již 351 ha a 21 pozemků. Ve třetím období let 2011 – 2015 došlo k poklesu postižené plochy na 206 ha se 23 postiženými pozemky, pokles postižené plochy v posledním sledovaném období si lze vysvětlit v praxi aplikovanými profylaktickými

opatřeními (snížením podílu řepky v osevních postupech a vápněním), ale zejména intenzivním využíváním rezistentních odrůd.

Na základě získaných údajů lze vyslovit oprávněnou domněnku, že zdrojem infekce na pozemcích s primárním výskytem choroby v jednotlivých podnicích bylo pravděpodobně zanesení trvalých spor patogena kontaminovaným hnojem z odpadu ze zahrádek (kontaminovaném zbytky zeleniny) na hnojiště nebo polní úložiště hnoje. K dalšímu rozšíření choroby došlo zřejmě při rozmetání hnoje a dále zemědělskou technikou znečištěnou kontaminovanou hlínou z pozemku s primárním výskytem.

Opatření aplikovaná k eliminaci výskytu nádorovitosti by měla vést ke snížení koncentrace inokula trvalých spor patogena v půdě na přijatelně únosnou míru, jež by při aplikaci dostupných metod ochrany byla dlouhodobě konstantní a zabezpečovala v letech s optimálními podmínkami exprese patogena co nejnižší dopady na dosaženou produkci.

Hlavním opatřením v ochraně proti nádorovitosti by mělo být zejména pěstování rezistentních odrůd s odolností vůči patotypům patogena *Plasmodiophora brassicae*, které se v pěstitelské oblasti vyskytují. Tomu by mělo předcházet přesné mapování výskytu patotypů na postižených pozemcích. Z dalších opatření to jsou zejména snížení zastoupení řepky v osevním postupu tak, aby odstup v setí řepky po sobě na stejném pozemku, byl minimálně 3 nebo lépe 4 roky, brzká likvidace řepkového výdrolu po sklizni řepky, setí řepky v pozdějším agrotechnickém termínu, likvidace brukvovitých plevelů a omezení setí brukvovitých plodin a meziplodin. V rámci možností je vhodná také aplikace páleného vápna, případně dusíkatého vápna před setím řepky.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

Anon (2000): http://www.mercata.cz/pdf/et/Basamid_granulat.pdf

Anon (2014): <http://en.wikipedia.org/wiki/Clubroot>

BENADA, J., ŠPAČEK, J. a kol. (1961): *Zemědělská fytopatologie, díl 3. – choroby zeleniny*. ČAZV a SZN, Praha, 147 s.

DEORA, A., GOSSEN, B. D., MCDONALD, M. R. (2013): *Cytology of infection, development and expression of resistance to Plasmodiophora brassicae in canola*. Annals of Applied Biology; 163(1), s. 56 – 71.

DIEDERICHSEN, E., FRAUEN, M., LUDWIG-MULLER, J. (2014): *Clubroot disease management challenges from a German perspective*. Canadian Journal of Plant Pathology; 36(Suppl. 1), s. 85 – 98.

DIEDERICHSEN, E., FRAUEN, M., LINDERS, G. A., HATAKEYAMA, K., HIRAI, M. (2009): *Status and Perspectives of Clubroot Resistance Breeding*. Journal Plant Growth Regulators, 28, s. 265 – 267.

DIXON, G. R. (2014): *Clubroot (Plasmodiophora brassicae Woronin) – an agricultural and biological challenge worldwide*. Canadian Journal of Plant Pathology; 36(Suppl. 1) s. 5 – 18.

GALDAMES, R., AGUILERA, N., MERA, M. (2014): *Outbreak risk of club root caused by Plasmodiophora brassicae on oilseed rape in Chile*. Plant Disease; 98(10), s. 1437.

HÄNI, F., POPOV, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K., VORLET, M. (1993): *Obrazový atlas chorob škůdců polních plodin*. Scientia, s.r.o., pedagogické nakladatelství, Praha, 196 s.

HASAN, M., J. STRELKOV, S., E. HOWARD, R., J. RAHMAN, H. (2012): *Screening of Brassica germplasm for resistance to Plasmodiophora brassicae pathotypes prevalent in Canada for broadening diversity in clubroot resistance*. Canadian Journal of Plant Science; 92(3), s. 501 – 515.

HU QIONG ZHENG, DONGYING WANG CHUN, FAN HONGLIANG SONG, WEI TAN GENJIA (2014): *A preliminary study on the occurrence condition for rape clubroot disease caused by Plasmodiophora brassicae*. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis; 36(4), s. 766 – 771.

HWANG, S. F., HOWARD, R. J., STRELKOV, S. E., GOSSEN, B. D., PENG, G.

(2014): *Management of clubroot (Plasmodiophora brassicae) on canola (Brassica napus) in western Canada*. Canadian Journal of Plant Pathology; 36(Suppl. 1), s. 49 – 65.

CHYTILOVÁ, V., DUŠEK, K. (2007): *Metodika testování odolnosti brukvovitých rostlin k nádorovitosti*. Metodika pro praxi, VÚRV v. v. i..
<http://www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-87011-23-2.pdf>

JEDRYCZKA, M., KASPRZYK, I., KORBAS, M., JAJOR, E., KACZMAREK, J. (2014): *Infestation of Polish agricultural soils by Plasmodiophora brassicae along the Polish – Ukrainian border*. Progress in Plant Protection; 54(3), s. 238 – 241.

KAZDA, J., ŘIČAŘOVÁ, V., PROKINOVÁ, E., GRIMOVÁ, L., BARANYK, P., (2013): *Nádorovitost kořenů brukvovitých ohrožuje ozimou řepku*. Úroda; 6/2013, s. 28 – 32.

KHANGURA, R. K., WRIGHT, D. G.(2012): *First report of club root caused by Plasmodiophora brassicae on canola in Australia*. Plant Disease; 96(7), s. 1075 – 1076.

KLADIVA, B. (1988): *Technologie špičkových výnosů v praxi*. Systém výroby řepky – sborník Referátů, 5. Vyhodnocovací školení, ČSVTS , Plíškovice, s. 81 – 85.

KORBAS, M., JAJOR, E., BUDKA, A. (2009): *Clubroot (Plasmodiophora brassicae) – a threat for oilseed rape*. Journal of Plant Protection Research; 49(4), s. 446 – 451.

LAHLALI, R., PENG, G., GOSSEN, B. D., MCGREGOR, L., YU, F. Q., HYNES, R. K., HWANG, S. F., MC DONALD, M. R., BOYETCHKO, S. M. (2013): *Evidence that the biofungicide Serenade (Bacillus subtilis) suppresses clubroot on canola via antibiosis and induced host resistance*. Phytopathology; 103(3), s. 245 – 254.

LAHLALI, R., PENG, G.(2014): *Suppression of clubroot by Clonostachys rosea via antibiosis and induced host resistance*. Plant Pathology; 63(2), s. 447 – 455.

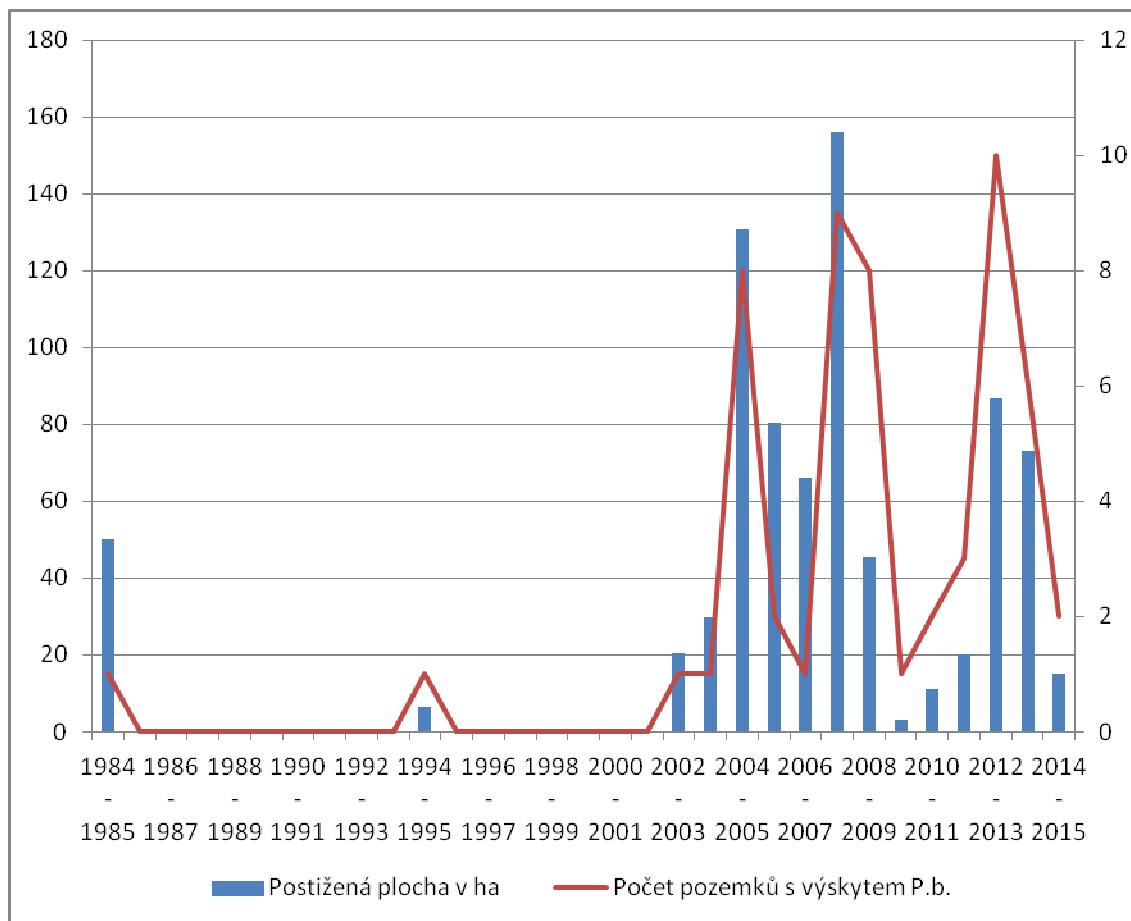
MC DONALD, M. R., KALPANA SHARMA GOSSEN, B. D., DEORA, A., FENG JIE HWANG, SHEAU FANG (2014): *The role of primary and secondary infection in host response to Plasmodiophora brassicae*. Phytopathology; 104(10), s. 1078 – 1087.

NIKOLAYEV, S. I., BERNEY, C., FAHRNI, J. F., BOLIVAR, I., POLET, S., MYLNIKOV, A. P., ALESHIN, V. V., PETROV, N. B., PAWLOWSKI, J. (2004): *The twilight of Heliozoa and rise of Rhizaria, an emerging supergroup of amoeboid eukaryotes*. Proc Natl Acad Sci USA 101, s. 8066 – 8071. (In: DIEDERICHSEN , E., FRAUEN, M., LUDWIG-MULLER, J. (2014): *Clubroot disease management challenges from a German perspective*. Canadian Journal of Plant Pathology; 36(Suppl. 1), s. 85 – 98.).

- NEUHAUSER, S., KIRCHMAIR, M. (2010): 30. *Control of Plasmodiophora brassicae – literature review and future prospects*. IOBC/WPRS Bulletin; 78, s. 127 – 130.
- NĚMEC, J. (2001): *Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky*. VÚZE, Praha, s. 260.
- PROKINOVÁ, E., KAZDA, J., GRIMOVÁ, L., ŘIČAŘOVÁ, V. (2013): *Nádorovitost kořenů brukvovitých na řepce ozimé*.
<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/nadorovitost-korenu-brukvovitych-na-repce-ozime.html>
- ROBAK, J., ROD, J. (1991): *Integrated method of clubroot control in Brassicas*. Sborník – Integrated production of Vegetable, VŠÚZ Olomouc, s. 23 – 28.
- ROD, J. (1986): *Dosavadní zjišťování výskytu nádorovitosti /Plasmodiophora brassicae Wor./v Československu*. X.Czechoslovak Plant Protec. Conf. Brno Sep. 2 – 5, s. 103 – 104.
- ROD, J. (1989): *Omezení padání klíčnic rostlin při biologickém zjišťování zamoření půd sporami Plasmodiophora brassicae Wor.* Ochrana rostlin, 25(LXII), ÚVTIZ Praha, s. 117 – 123.
- ROD, J. (1992): *Tolerance forem a odrůd košťálovin k nádorovitosti*. Záhradníctvo, II., s. 418 – 420.
- ROD, J. (1994): *The use of soil solarization to control clubroot (Plasmodiophora brassicae)*. Ochrana rostlin, 30(3), s. 183 – 188.
- ROD, J. (1994): *The effect of some herbs on soil infestation with clubroot (Plasmodiophora brassicae Wor.)*. Ochr. Rostl., 30(4), s. 261 – 265.
- ROD, J. (1994): *The occurrence and distribution of pathotypes of Plasmodiophora brassicae Wor. in the Czech Republic and Slovakia*. Ochr. Rostl. 30(3), s. 171 – 182.
- ROD, J. (1996): *Plasmodiophora brassicae – původce nádorovitosti brukvovitých plodin*. Zprávy, zvl. číslo Květen, ÚKZÚZ OPMOR Brno, s. 4 – 38.
- ROD, J., ROBAK, J. (1994): *The effect some crops on inactivation of clubroot (Plasmodiophora brassicae Wor.) in soil*. Ochr. Rostl. 30(4), s. 267 – 272.
- ROD, J., HLUCHÝ, M., ZAVADIL, K., PRÁŠIL, J., SOMSSICH, I., ZACHARDA, M., (2005): *Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy*. Biocont Laboratory, spol. s r.o., Brno, 44 s.
- ROD, J., ZVÁRA, J. (1966): *Použití páleného vápna, vápnodusíku a Agronalu v boji proti nádorovitosti košťálové zeleniny (Plasmodiophora brassicae Wor.) u brukvovitých píceňin*. Sborník PEF VŠZ v Českých Budějovicích, č. 9, spis 132, IV, s. 11 – 16.

- ŘÍČAŘOVÁ, V., SANDHU, K. S., KAZDA, J., ZOUHAR, M., PROKINOVA, E., GRIMOVA, L., RYSANEK, P., KOOPMANN, B.; COOK, S.; EVANS, N., EICKERMANN, M. (2014): *Studies of clubroot (Plasmodiophora brassicae) on oilseed rape in the Czech Republic*. IOBC/WPRS Bulletin; 104, s. 161 – 168.
- ŘÍČAŘOVÁ, V. (2013): *Konference o nádorovitosti (Plasmodiophora brassicae) v Edmontonu*. Úroda; 10, s. 23.
- ŘÍČAŘOVÁ, V., KAZDA, J., BARANYK, P. (2014): *Poloprovozní pokusy s odrůdami ozimé řepky rezistentními k Plasmodiophora brassicae v Hrádku nad Nisou*. Výsledky pokusů SPZO, 31. vyhodnocovací seminář, SPZO, s. 60 – 64.
- ŘÍČAŘOVÁ, V., KAZDA, J., BARANYK, P. (2014): *Skleníkové pokusy s odrůdami ozimé řepky rezistentními k nádorovitosti kořenů brukvovitých (Plasmodiophora brassicae Wor.)*. Výsledky pokusů SPZO, 31. vyhodnocovací seminář, SPZO, s. 65 – 68.
- SOMÉ, A., MANZARES, M. J., LAURENS, F., BARON, F., THOMAS, G., ROUXEL, F. (1996): *Variation of virulence on Brassica napus L. amongst Plasmodiophora brassicae collections from France and derived single spore isolates*. Plant Pathology 45, s. 432 – 439.
- WALLENHAMMAR, A. C. (2010): *Monitoring and control of Plasmodiophora brassicae in spring oilseed Brassica crops*. Acta Horticulturae; (867), s. 181 – 190.
- WANG CHUN LI, KAI XUAN PENG, YAN BIAO, TAN GENJIA, BAO ZHOU MING, FANG CHUNHUA (2014): *Identification of physiological races of Plasmodiophora brassicae and resistance of rape cultivars to clubroot in Anhui*. [Chinese] Journal of Anhui Agricultural University; 41(5), s. 772 – 776.
- WILLIAMS, P. H. (1966): *A system for determination of races of Plasmodiophora brassicae that infected cabbage and rutabaga*. Phytopathology; 56, s. 624 – 626.
- SMOLÁK, J. (1954): *Ochrana rostlin*, SZN Praha, 266 – 269 s.
- ZHAO YANG BAI, YUAN JUN MIAO, ZEY AN LI, YING ZHAO, KUI HUA (2013): *Identification of Physiological races of Plasmodiophora brassicae causing club root in Chinese cabbage*. Northeast Journal of Hunan Agricultural University, 39(2), s. 176 – 178.

PŘÍLOHY



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 1: Dynamika šíření nádorovitosti kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) v porostech řepky ozimé ve vybraných podnicích okresu Opava v letech 1984 až 2015.



Zdroj: foto autor

Obrázek 1: Část pozemku ozimé řepky napadeného nádorovitostí (lokalita Pustá Polom). Datum: 7. 3. 2014



Zdroj: foto autor

Obrázek 2: Detail napadeného porostu rostlin postižených nádorovitostí se symptomy projevu choroby na listech (lokalita Pustá Polom).

Datum: 7. 3. 2014



Zdroj: foto autor

Obrázek 3: Detail rostliny ozimé řepky s nádory na kořenech (lokalita Pustá Polom).

Datum: 7. 3. 2014

Přehled otázek v dotazníku:

1. Výrobní podmínky podniku
2. Výměra omé půdy (ha)
3. Podíl řepky ozimé v osevním postupu
4. Struktura pěstovaných plodin (v procentech)
5. Výskyt chorob řepky v podniku
6. Metody ochrany rostlin využívaných podnikem vůči jednotlivým chorobám řepky (např. chemická biologická ochrana, preventivní opatření, aj.)
7. Kdy byl zjištěn první výskyt nádorovitosti na řepce v podniku a postižená plocha v hektarech v prvním roce výskytu
8. Vývoj výskytu nádorovitosti v podniku v dalších letech (postižená plocha v následujících letech)
9. Aktuální výskyt nádorovitosti v podniku – postižená plocha v procentech
10. Přijatá opatření k omezení výskytu nádorovitosti (např. snížení zastoupení řepky v osevním postupu, vápnění, využití rezistentních odrůd, jiné...)
11. Které odrůdy řepky se v posledních 3 letech pěstují v podniku a případně jejich procentické zastoupení
12. Jaké důvody má podnik k výběru uvedených odrůd (hybridů)
13. K zabezpečení některých pracovních operací (agrotechnického charakteru) podnik využívá nebo využíval v minulosti služby
14. Poskytuje podnik některé tyto služby jiným zemědělským subjektům?