ČVSM

Československá vědecká společnost pro mykologii

při ČSAV

Czechoslovak scientific society for mycology

by Czechoslovak Academy of Sciences

Plasmodiophora brassicae

původce nádorovitosti brukvovitých plodin

Plasmodiophora brassicae

cause of clubroot of Cruciferae

Praha 1992

Československá vědecká společnost pro mykologi

při ČSAV

Czechoslovak scientific society for mycology

by Czechoslovak Academy of Science

Plasmodiophora brassicae

původce nádorovitosti brukvovitých plodin

Plasmodiophora brassicae

cause of clubroot of Cruciferae

Praha

1992

Editor :

Ing. Jaroslav Rod, CSc.

Kolektiv autorů (Contributors) :

Ing. Peter Gajdoštin

Ing. Jaroslav Rod, CSc.

Doc. RNDr. Vladimír Skalický, CSc.

Ing. Bohumila Voženílková, CSc.

ISBN 80-85117-10-X

Obsah (Contents)

Předmluva (Preface) 5

Současný stav poznatků o nádorovkách (*Plasmodiophoromycetes*) (Present state of knowledge on *Plasmodiophoromycetes*).

V. SKALICKÝ 7

Historie, rozšíření a škodlivost nádorovitosti, zásady integrovaná ochrana (History, spread, and damage of clubroot, principles of integrated plant control)

J. ROD 12

Využití integrované ochrany proti nádorovitosti brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) (Application of integrated plant control against clubroot in Crucifers).

B. VOŽENÍLKOVÁ 25

Šlechtenie na resitenciu k nádorovitosti (Resistant breeding to clubroot)

P. GAJDOŠTIN 37

Předmluva

Nádorovitost brukvovitých plodin, jejímž původcem je *Plasmodiophora brassicae* Wor., je jednou z nejzávažnějších chorob rostlin. Způsobuje škody nejen na košťálové zelenině, ale v posledních letech stále více i u naší nejběžnější olejniny - řepky olejné. Plochy půdy zamořené touto chorobou se stále zvětšují a i intenzita zamoření půd je stále vyšší. Každoroční ztráty způsobované touto chorobou jsou počítány v desítkách milionů korun a nádorovitost je v mnoha případech hlavním důvodem, který znemožňuje pěstovat brukvovité plodiny jak u zahrádkářů, tak i ve velkovýrobě.

Otázkám ochrany proti této závažné chorobě se již po mnoho let věnuje značná pozornost v celém světě. Výjimkou není ani náš výzkum. V posledních desetiletích to byl zejména prof. Ing. Josef Zvára, DrSc. a jeho bývalí žáci a nynější následovníci.

Předložená monografie je ve skutečnosti písemným zpracováním přednášek, které byly přednesených na semináři, který se uskutečnil pod záštitou sekce fytopatologické mykologie Československé vědecké společnosti pro mykologii při ČSAV dne 11. března 1992 v Mikrobiologickém ústavu ČSAV v Praze-Krči. Snahou autorů bylo shrnout maximum znalostí a výsledků a vytvořit tak ucelený pohled na celou problematiku.

V úvodní přednášce jsou podrobně diskutovány otázky související s problematickou taxonomií a biologií původce nádorovitosti. Ve druhé kapitole jsou shrnuty poznatky s výskytem, rozšířením a škodlivostí nádorovitosti v Československu, výsledky z hodnocení výskytu patotypů a výsledky z pokusů provedených ve Výzkumném

a šlechtitelském ústavu zelinářském v Olomouci. V následující části jsou zveřejněny výsledky s ochranou proti nádorovitosti, které byly získány na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Poslední kapitola velice fundovaně uvádí jednak autorovy vlastní, jednak literární poznatky se šlechtěním brukvovitých plodin na rezistenci vůči *Plasmodiophora brassicae*.

Věřím, že tato publikace pomůže jak zkoordinovat a zkvalitnit další práci na tomto nelehkém problému, tak i svým čtenářům ozřejmit celou problematiku nádorovitosti, která je nejen závažná z praktického hlediska, ale i značně komplikovaná a nesnadná.

Olomouc, duben 1992

Jaroslav Rod

SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ O NÁDOROVKÁCH (*PLASMODIOPHOROMYCETES*)

V. Skalický
Katedra botaniky přírodovědecké fakulty UK, Benátská 2,
128 01 Praha 2

Úvodem k semináři mám referovat o současném stavu vědomostí o nevelké skupině nádorovek, dnes obvykle považovaných za samostatnou třídu *Plasmodiophoromycetes*, hlenek, resp. slizovek nebo hub. Vegetativní stélku tvoří plasmodium, podobně jako u hlenek třídy *Myxomycetes* a rovněž bičíkatá stadia. Podobnost vývojového cyklu a nesporné vztahy na buněčné úrovni i týž organizační (vývojový) stupeň rhizopodový by toto tradiční zařazení opodstatňovaly. Při mitóze v plasmodiu nádorovek můžeme v počátečních stadiích pozorovat při pohledu z boku chromatinový prstenec a protáhlé dělicí jadérko v podobě kříže, což bylo dosud zjištěno jen u amoeb, tedy organismů rhizopodového vývojového stupně, kam patří i hlenky, ale u žádných hub s bičíkatými stadii.

Jsou však i některá novodobá třídění (např. Alexopoulos 1966, Waterhouse 1973), která považují nádorovky za třídu hub paralelní třídám *Chytridiomycetes*, *Hyphochytriomycetes*, *Thraustochytridiomycetes* a *Oomycetes*, vývojově heterogenního oddělení nebo pododdělení *Mastigomycota*, resp. *Mastigomycotina*, kde by všechny uvedené třídy bylo vývojově správnější pojímat jako samostatná oddělení podobně jako zbývající tři třídy hlenek. Biotrofní parazitismus nádorovek je totiž odvoditelný jak od způsobu výživy fagocytózou u hlenek, tak i ztrátou schopnosti enzymatického rozkladu organických látek houbami. Zástupci biotrofních parazitů, kde nahé plasmodium uvnitř buněk představuje vegetativní stélku, např. u čeledí *Olpidiaceae* a *Synchytriaceae* v řádu *Chytridiales* nebo u některých rodů v řádu *Lagenidiales*, se i v současnosti řadí oprávněně mezi bičíkaté skupiny hub podobně jako různá kvasinková stadia ve vývojovém cyklu mohou patřit k jakékoli skupině hub nebičíkatých.

Osobně se domnívám, že z důvodů pragmatických je možno podržet nádorovky v třídě *Plasmodiophoromycetes* oddělení *Myxomycota*. Všechno závisí na pokroku studií cytogenetických, obsahových látek, ultrastruktury a jiných moderních přístupů. Při studiu jednotlivých nádorovek vždy něco chybí a útržkovité informace o některých zástupcích nebo dokonce protichůdné informace brání předčasné generalizaci, a navíc, přecenění určitého souboru znaků vyvolává nejednotnou interpretaci a klasifikaci. Zejména různé kladistické postupy zvyšují počet teoreticky možných klasifikací.

Uvedli jsme si společné rysy hlenek třídy *Myxomycetes* a nádorovek *Plasmodiophoromycetes*. Nyní uvedu znaky rozlišovací. U hlenek je nejnápadnější po meiozi v plasmodiu tvorba plodniček se sporami, jejichž vnitřní stěna je celulózní. U nádorovek se plodničky netvoří a výsledkem meiozy plasmodia jsou cystosory nebo jednotlivé trvalé spóry s buněčnou stěnou chitinózní. Absence plodniček včetně pseudoperidie a pseudokapilicia a nahrazení vnitrobuněčnou tvorbou trvalých spór u nádorovek může být jen důsledkem jejich biotrofního parazitismu. Pohlcování potravy celým povrchem plasmodia hlenek (např. bakterií, prvoků, spór hub apod.), tzv. fagocytóza (hlenky nejsou rozkladači organické hmoty jako houby, tudíž ani rozkladači tříslovin, jak se snaží dokázat Příhoda 1979), je u nádorovek nahrazeno přijímáním cytoplasmy živých buněk hostitele plasmodiem. Není vyloučena v určitých fázích vývoje nádorovek ani možnost pohlcování bakterií, které jako průvodní organismy jsou v nádorech a jejich blízkosti nápadně často pozorovány a jejich funkce nevysvětlena (viz např. Karling 1942).

Pro poznání nádorovek je charakteristická ontogeneze, vyjádřená např. schematem vývoje *Plasmodiophora brassicae* v knize Urban et Kalina (1980) – viz obrazová příloha. Haploidní odpočívající (trvalá) spóra na jaře klíčí malým kruhovitým otvorem (1,4 μm) v chitinózní buněčné stěně zoosporou (myxoflagelátem), která se pohybuje v půdní vodě a infikuje kořenové vlášení nebo buňky rhizodermu jemných kořínků brukvovitých rostlin, v nichž se tvoří haploidní plasmodium. To se šíří z buňky do buňky a záhy se z něho diferencují gonity (souborný název pro sporangia a gametangia), tj. buňky, v nichž se po mitóze endogenně vytvoří myxoflageláti, které se chovají dále buď jako zoospory nebo jako isoga-

mety. Podobně jako primární zoospory mají dva nestejně dlouhé hladké apikální bičíky (u třídy *Myxomycetes* rovněž dva nestejně dlouhé apikální hladké bičíky nebo jeden bičík). Zoospory šíří půdou během vegetační sezóny infekci dále. Isogamety po dvou, ale i po třech nebo čtyřech bočně splývají ve vícejaderný útvar (u hlenek splývají isogamety svými bazálními konci), který je schopen infikovat i hlubší části kořene, u jiných nádorovek jakékoli jiné nadzemní rostlinné části. To je provázeno hypertrofií a hyperplasií buněk hostitele, v nichž se vytvoří plasmodia. Teprve v pozdějších fázích plasmodia dojde i ke karyogamii, ale i diploidní stav plasmodií trvá jen krátce. Záhy dochází k meiozi. V počátečních stadiích při barvení jaderné hmoty klasickým způsobem hematoxylinem nedojde k zbarvení (na schematu je znázorněno tzv. akaryotické stadium), ale při použití jiného barvení se tento jev prokázal jako artefakt. Po meiozi se z plasmodia kolem haploidních jader vytvoří vzájemně nespojené meiospóry (trvalé spóry, odpočívající spóry, cysty), u všech jiných rodů nádorovek spojené ve shluky (cystosory), často s význačnou ornamentikou, poskytující diagnostické znaky. Tyto trvalé spóry po rozrušení buněk hostitele přetrvávají zimní období v půdě (proto jsou ekologicky označovány jako hypnospory), kde si zachovávají dormanci až přes 10 let. Tím je ontogenetický cyklus ukončen. U řady rodů je tento modelový cyklus modifikován, u některých zástupců chybí nebo není známo haploidní plasmodium a tvorba sporangií, resp. gametangií. Tak je tomu u řady druhů rodu *Plasmodiophora*, u rodů *Tetramyxa*, *Sorosphaera* a *Sorodiscus*, zejména u těchto taxonů, kde se hálkovité nádory vytvářejí na nadzemních částech suchozemských rostlin. U několika druhů (rodů *Tetramyxa* a *Ligniera*) nebyly naopak pozorovány odpočívající spóry volné ani v sorech. U parazitických druhů na řasách, houbách nebo vůbec na vodních rostlinách jsou opět jiná specifika. U řady rodů jsou známé u gametangií, resp. zoosporangií, vyúsťovací papily, u rodu *Polymyxa* dokonce dlouhé vyúsťovací kanálky, pokud sem zařazujeme rod *Woronina*, tak u něho též. Zařazení rodu *Woronina* vyžaduje doplnění detailní znalosti submikroskopické stavby zoospor a chemismu buněčné stěny trvalých spór (tj. jaké bičíky, apikální nebo postranní, oba holé nebo jeden péřitý?, v buněčné stěně chitin nebo celulóza?). Ně-

které novější práce (Goldie-Smith 1956) neprokázali u druhu *Woronina pythii* celulózu, jiné (Klein et Cronquist 1967) na základě přítomnosti celulózy a stavby bičíků pohyblivých stadií přeřazují nejen rod *Woronina*, ale i *Polymyxa*, z nádorovek do řádu *Lagenidiales* (*Oomycota*). Navíc je třeba řešit otázku rodů *Rozellopsis* a *Pyrrhosorus*, dosud řazených do čeledi *Woroninaceae*. S jedním problémem vyvstávají totiž problémy další. Proto nelze zatím s konečnou platností rozhodnout.

Řadu druhů a patrně i rodů je třeba z nádorovek vyloučit s konečnou platností. Jsou to druhy *Plasmodiophora alni* a *P. eleagni* (= aktinomycety rodu *Frankia*, vytvářející v kořenových nádorech se symbiotem aktinorhizy), *Plasmodiophora humuli* a *P. tabaci* patří mezi prvoky z blízkosti komplexu rodu *Proteomyxa*, u *Plasmodiophora* (*Sorosphaera*) *theae* se ukázalo, že to není vůbec patogen a domnělé trvalé spory jsou pouze tanninoblasty. Existuje však velká řada popsaných druhů i rodů, které se nepodařilo ověřit, zpřesnit, vysvětlit nebo vyloučit. Přitom je popsali seriózní vědečtí pracovníci, bystří mikroskopičtí pozorovatelé a erudovaní cytologové. Jako příklady jmenuji jen nové monotypní rody s druhy *Sorolpidium betae* Němec a *Anisomyxa plantaginis* Němec.

Ve studiu nádorovek zůstává i dnes hodně nejasného nebo rozličným způsobem interpretovatelného, zejména u většiny druhů hospodářsky nevýznamných. Není možno vše vyvozovat jen ze studia dvou lépe poznaných druhů *Plasmodiophora brassicae* a *Spongospora subterranea*. U nich byla studována i vnitrodruhová variabilita zajímající především fytopatology, tj. rozlišení speciálních forem (např. *Spongospora subterranea* f. sp. *nasturtii*), pathotypů apod. U rodů *Polymyxa* nebo *Ligniera* pravděpodobně nebude tak široký okruh hostitelských rostlin, ale naše nedostatečné schopnosti rozlišovat morfologicky velmi podobné struktury bez průkazných mikroskopických rozdílů zatím nelze bez odpovídajících studií specializace např. infekčními pokusy rozřešit. Proto dosavadní znalosti nedovolují činit taxonomické a z toho vyplývající klasifikační závěry.

Na závěr bych rád upozornil i na další výstup ze studia myxoflagelátů nádorovek významný pro fytopatologii. Je to problematika přenosu virózy studovaných u některých druhů rodu *Polymyxa*, ale

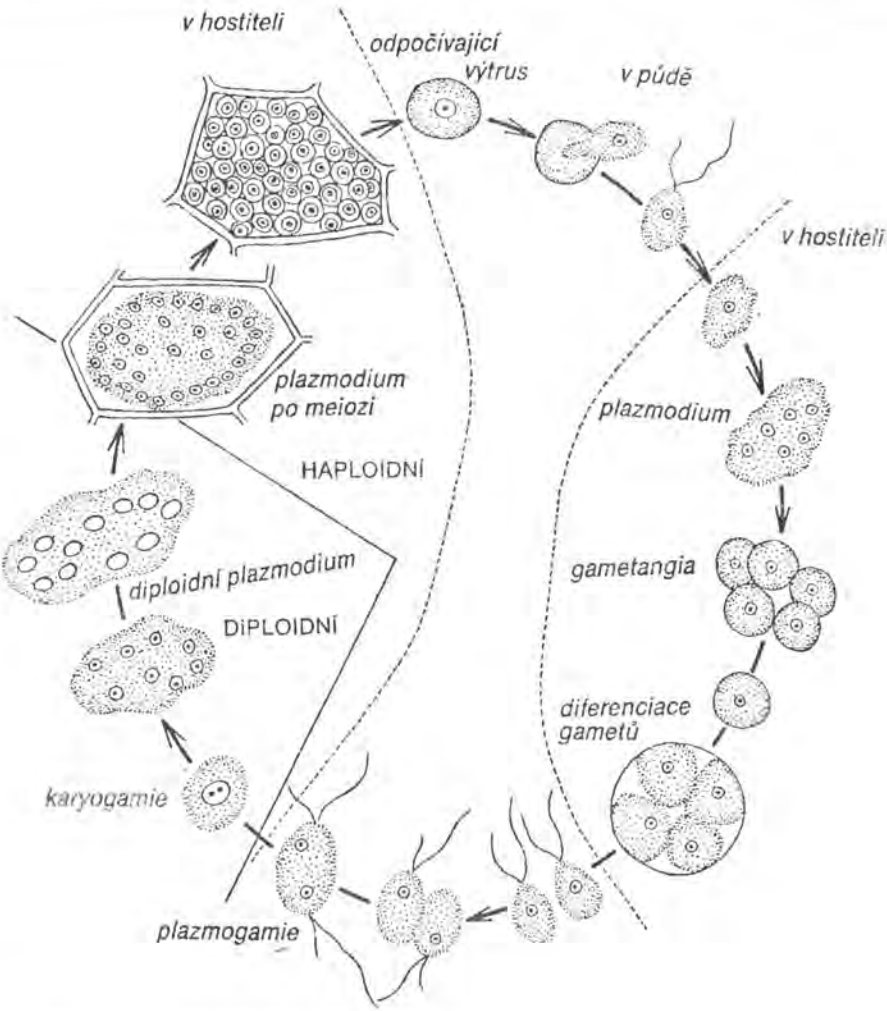
pravděpodobně generalizovatelných na všechny myxoflageláty (tj. zoospory i isogamety) nádorovek parazitujících na jakýchkoli, užitkových i planých cévnatých rostlinách. Jde o to, zda jsou myxoflageláti vektory viróz specifickými nebo ne. V druhém případě znamenají při přenosu určitých viróz potenciální nebezpečí bičíkatá stadia jakýchkoli nádorovek, tj. i převážné většiny nádorovek planých rostlin. Fytopatologie neužitkových rostlin je dosud v plenkách a její závěry v mnohém jistě ovlivní zejména koncepci obecné fytopatologie. Jejím předmětem studia musí být všechny ekosystémy v celé přírodě, zatím co se dosud studovaly téměř výlučně choroby zemědělsky, zahradnicky nebo lesnicky užitkových rostlin v umělých ekosystémech a tudíž i základní přístup obecné fytopatologie nebyl ekologický, ale ekonomický, jehož středem je člověk a nikoli příroda.

Literatura:
Veškerá citovaná literatura je k dispozici u autora.

S u m m a r y

Present state of knowledge of *Plasmodiophoromycetes*

In the article problems of taxonomy of the class *Plasmodiophoromycetes* are discussed in detail and common and distinquishing features from the class *Myxomycetes* are stated. Further, the life cycle of *Plasmodiophora brassicae* is described. In the end the possibility of virus disease transmission is discussed.



Plasmodiophora brassicae, životní cyklus.

HISTORIE, ROZŠÍŘENÍ A ŠKODLIVOST NÁDOROVITOSTI, ZÁSADY INTEGROVANÉ OCHRANY

J. Rod
Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský, 772 36 Olomouc

Úvod

Na téma "*Plasmodiophora brassicae*" resp. "nádorovitost" bylo napsáno snad již několik tisíc nejrůznějších článků a pojednání. Jen autor tohoto článku má ve své kartotéce téměř tisíc prací, převážně vědeckých. Hospodářský význam této choroby vyplývá z následujících třech faktorů:

1) velké množství vytvářených trvalých spor - v 1 g nádoru je řádově 10^9 a v 1 g zamořené půdy řádově 10^6 těchto spor.
2) obrovská vitalita trvalých spor a s tím související jejich odolnost vůči nejrůznějším způsobům ochrany.
3) široký okruh hostitelských rostlin - prakticky všechny druhy z čeledi *Brassicacea*.

Historie

Nádorovitost kořenů brukvovitých plodin znali již staří Římané. První písemné zprávy pocházejí od Plinia staršího a Columella (1. století n. l.) a od Palladia (4. století). Samozřejmě, že pravý původce choroby nebyl známý a choroba se přisuzovala nejrůznějším původcům. Tak např. rostliny s nádory byly považovány za přirozené kříženec s tuřínem nebo vodnicí. Ve Francii, Španělsku a Portugalsku byla ve středověku tato choroba dávána do souvislosti s lidskou příjicí (chou de syphyllis). Teprve v r.1877 Woronin zjistil a dokázal mikrobiální původ choroby. Z původní oblasti výskytu - Apeninský poloostrov, se choroba postupně šíří-

la do Španělska, jižní Francie a Německa, Anglie, Irska (16. století), Skotska, Bretaně, Holandska, Belgie, Pobaltí a jižní Skandinávie. Na území dnešního Československa byla poprvé zjištěna v r. 1858. V tuto dobu však byla choroba známa i v USA, Kanadě, na Novém Zélandě, v Austrálii, Japonsku, jižní Africe, v Přední Asii i na Islandě. Bylo dokázáno, že rozšíření nádorovitosti ve značné míře pomohly objevitelské expedice, které si na své zámořské cesty sebou braly zamořenou vodnici a tuřín a tím chorobu roznášely do zcela nových oblastí.

Rozšíření choroby

V současné době se nádorovitost vyskytuje snad ve všech evropských státech, i když ne ve všech způsobuje stejně velké škody. V Asii se běžně vyskytuje ve státech Blízkého Východu (Israel, Turecko, Irán, Irák, Jordánsko), ale i na Dálném Východě (Japonsko, Čína, Malajsko, Taiwan, Filipíny. Z Ameriky uvádějí největší škodlivost této choroby v USA, Kanadě, Argentině a Venezuele. V Africe se běžně vyskytuje v jižních a severních oblastech. Zcela běžná je v Austrálii (nejvíce v západní oblasti a v Tasmanii) a na Novém Zélandě.

Před deseti lety byl proveden průzkum výskytu nádorovitosti v 16 státech, které pěstují brukvovité plodiny na 6 milionech hektarech. Z nich bylo zjištěno napadení na 200 tisících hektarech, tj. na 3,3 % pěstitelské plochy. Nejnižší napadení bylo zjištěno v Kanadě (0,1 %) a největší ve Skotsku (48 %) a ve Walesu (45 % ploch). Jiné zdroje uvádějí, že na území nynějšího SNS je ročně napadáno 10 až 60 % , v Japonsku 11 % a v Belgii dokonce 50 až 60 % ploch brukvovitých plodin.

Celosvětově se plochy zamořené nádorovitostí zvyšují. Za hlavní příčiny tohoto jevu je považováno rozšiřování ploch brukvovitých plodin (zejména olejnin), úzká specializace jednotlivých pěstitelů a s tím související zkracování osevních postupů, zvýšené používání kejdy a okyselování půd.

Škodlivost

Vlivem *P. brassicae* dochází k přeměně kořenů na nádory, k rozpadu vodivých pletiv, a tím k omezování příjmu vody a živin do rostlin. Následkem toho rostliny krnějí, vadnou a odumírají. Kromě toho jsou konzumní orgány méně kvalitní (dřevnatění), předčasně podléhají zkáze (neskladovatelnost nebo špatná skladovatelnost) a mění se u nich i jejich chemické složení. Čím dříve dojde k infekci rostlin, tím jsou škody větší. Proto jsou porosty z přímých výsevů méně výnosné (více poškozeny) v porovnání s porosty z vysazované zdravé sadby. Za rozhodující faktory ovlivňující výskyt a škodlivost choroby jsou uváděny: vlhkost půdy, teplota půdy, intenzita zamokření půdy, intenzita světla a půdní kyselost. Vlhkost půdy je důležitá k vyklíčení trvalých spor, přičemž optimální pro chorobu je 70 až 90 % vodní kapacity. Optimální teplota k vyklíčení spor je v rozmezí 18 až 25° C. Tato teplota je důležitá zejména v prvních fázích infekce. Kolem intenzity zamokření půdy a půdní kyselosti je stále dosti nejasností a některé práce si zcela odporují. Pravděpodobně, při optimální půdní teplotě a vlhkosti nehrají již tyto faktory větší úlohu. V kyselejších půdách sice dochází k intenzivnějšímu klíčení spor, ale to má za následek, že v takových půdách je perzistence trvalých spor podstatně kratší než v půdách zásaditých. Někdy je sledován i vliv dalších faktorů, zejména obsahu humusu, živin (zejména bóru), fyzikálních vlastností a struktury půdy a mikrobiální činnosti půdy.

Hostitelské rostliny

Celkem se uvádí více než 300 botanických druhů z 61 rodů čeledi *Brassicaceae*, které jsou hostitelskými rostlinami *P. brassicae*. Kromě polních plodin (zelenina, olejniny, pícniny, plodiny na zelené hnojení) z druhů *Brassica oleracea*, *B. napus* a *B. rapa* (=*B. campestris*) napadá i některé okrasné rostliny (např. z rodů *Arabis*, *Draba*, *Alyssum*, *Lunaria*, *Matthiola*, *Cheiranthus*). Z praktického hlediska je důležité, že hostitelskými rostlinami jsou i plevelné rostliny, jako např. *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi*

arvense, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Lepidium draba*, *Barbarea vulgaris*, *Sisymbrium altissium*, *Aradiopsis* spp., *Vogelia paniculata*, *Roripa* spp. aj., které velmi často udržují zamoření půd i bez přítomnosti hostitelských kulturních plodin. Je zajímavé, že nikde v literatuře jsem nezjistili zmínky o napadání křenu selského (*Armoracia rusticana*) a i jeho umělé infekce vyzněly v našich pokusech negativně.

Kromě čeledi *Brassicacea* byla některá vývojová stadia *P. brassicae* zjištěna u následujících rodů a druhů: *Reseda odorata*, *Trapeolum* spp., *Papaver rhoeas*, *Rumex* spp., *Fragaria*, *Trifolium repens*, *Lolium perene*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* a *Agrostis stolonifera*. U všech těchto rostlin byl zjištěn vývoj jen po zoosporangia v kořenových vláscích a další vývoj u nich nebyl pozorován.

Výskyt a škodlivost nádorovitosti v Československu

V letech 1984 až 1986 byl proveden podrobný průzkum v celém Československu. Nejsilnější výskyt byl zaznamenán v nejprodukčnějších zelinářských oblastech. Nádorovitost nebyla zjištěna pouze na jižním a západní Slovensku, v některých oblastech středních Čech (okresy Benešov, Kolín, Beroun, Praha-východ), na jižní Moravě (okresy Břeclav, Hodonín, Uherské Hradiště) a v okresech Havlíčkům Brod, Vsetín a Trebišov. Nejvíce výskytů bylo v porostech květáku, dále hlávkového zelí, hlávkové kapusty, kedluben a nejméně u řepky. Z celkové plochy u velkopěstitelů bylo nádorovitostí napadeno 30 % ploch květáků, 14 % ploch hlávkového zelí a hlávkové kapusty, 12 % ploch kedluben a 0,4 % ploch řepky. V průměru bylo zjištěno zamoření 1,4 % ploch z celkové výměry brukvovitých plodin včetně řepky. U brukvovité zeleniny toto činí 18,4 %. Každoročně se nádorovitost vyskytuje přibližně na 3 až 4 tisících hektarech a celková plocha půd zamořená touto chorobou je odhadována na 15-20 tisíc hektarů. Největší průměrné procento ztrát výnosů na zamořených plochách bylo zjištěno u hlávkové kapusty - 34 %, dále u květáku a zelí (obě plodiny 29 %), kedluben a řepky (obě plodiny 22 %). Největší průměrné procento napadených rostlin na plochách s výskytem nádorovitosti bylo zjištěno u řep-

ky (56 %), dále u hlávkové kapusty (45 %), zelí a květáku (oba druhy 37 %) a nejmenší u kedluben (26 %). Z toho je zřejmé, že nejtolerantnější plodinou je řepka (nejsilnější napadení a nejnižší výnosové ztráty) a nejméně tolerantní je kedluben. Mezi zelím, květákem a hlávkovou kapustou není v toleranci podstatnější rozdíl. Vyjádřeno v penězích, průměrné roční ztráty způsobené nádorovitostí představují přibližně 50 milionů korun, z čehož přibližně polovina připadá na květák a třetina na zelí.

Zajímavé je zjištění, že 58 % všech případů výskytu nádorovitosti bylo zjištěno na pozemcích s neutrální a zásaditou půdní reakcí. Půdní kyselost zamořených pozemků se pohybovala v rozmezí od 4,7 až 7,4 pH. Obsah humusu v zamořených půdách byl od 0,5 do 5,6 % (90 % případů v rozmezí od 1 do 3 %). Půdní reakce ani obsah humusu neměly podstatnější vliv na procento napadení, ani na výši ztrát. Výskyty byly zaznamenány ve všech výrobních oblastech, v nadmořské výšce od 102 do 780 m n. m. (78 % výskytů do 400 m n.m.), v oblastech s průměrnou roční teplotou vzduchu od 5,6 do 10,1° C (81 % případů od 7 do 9° C) a s průměrnými ročními srážkami od 460 do 850 mm (50 % případů v rozmezí od 600 do 700 mm). Vyšší napadení a vyšší ztáty na výnosech byly zjištěny ve vyšších polohách s nižší průměrnou teplotou vzduchu. Nádorovitost byla zjištěna na všech typech a druzích půd, přičemž napadení rostlin bylo podstatně vyšší na hnědozemích než černozemích a největší výnosové ztráty byly zaznamenány na extrémních půdních druzích (písčitých a jílovitých). Ve 45 % případů byl výskyt ohniskový, v 41 % celoplošný a jen ve 14 % případů ojedinělý.

Podle údajů pěstitelů se u nich nádorovitost vyskytuje až v posledních deseti letech a u třetiny až v posledních pěti letech, i když u některých se vyskytuje již déle než 50 let. Téměř polovina pěstitelů uvedla, že výměra zamořených ploch zůstává stejná a 38 % tvrdí, že se rozšiřuje. Podobná procenta jsou i u intenzity zamoření půd. Polovina pěstitelů uvedla, že je jim znám výskyt nádorovitosti i u brukvovitých plevelů, nejčastěji byl uváděn výskyt na ředkvi ohnicí, dále na hořčici polní, penízku polním, kokošce pastuší tobolce a ve dvou případech i na vesnovce obecné. Za nejčastější původ zavlečení nádorovitosti do zemědělského podniku uvedli pěstitelé infikovanou sadbu (78 %) a na

druhém místě pěstební substráty (16 %). I když většina pěstitelů považuje za nejlepší ochranu dodržování osevních postupů, jen 21 % z nich pěstovala brukvovité plodiny na jednom pozemku s delším časovým odstupem než 5 let a 37 % pěstitelů dokonce s kratším než čtyři roky.

Výskyt a rozšíření patotypů *P. brassicae* v Československu

U 93 vzorků *P. brassicae*, které pocházely ze všech oblastí Československa, byl zjišťován výskyt patotypů. Při použití Williamsovy metody bylo identifikováno celkem 7 patotypů. Nejčastěji se vyskytujícími byly patotypy 7 (51 vzorků), 6 (43 vzorků), 4 (17 vzorků) a 10 (15 vzorků). Kromě nich byly identifikovány patotypy 2 (9 vzorků), 3 (3 vzorky) a 1 (1 vzorek). U 38 vzorků bylo zjištěno, že se jedná o směs patotypů a u 4 vzorků o směs třech patotypů. Nebyly zjištěny závislosti mezi jednotlivými patotypy a oblastmi, pouze patotyp 3 byl zjištěn ve dvou sousedních obcích a třetí výskyt asi 25 km od nich.

Při použití metody ECD bylo identifikováno celkem 36 různých patotypů, přičemž 26 patotypů se vyskytlo jen jednou. Podle této metody jsou nejčastější patotypy označený kódem 16/15/31 (26 vzorků), 16/02/28, 16/14/31 (oba u 8 vzorků) a 16/03/28 (5 vzorků). Ze všech třech botanických druhů testovaných genotypů byl nejvíce napadán druh *Brassiac oleracea*. U tohoto druhu více než 50 % vzorků způsobilo napadení všech pěti testovaných genotypů tohoto botanického druhu. Z nich nejčastěji byl napadán testovací genotyp 13 ('Jersey Queen'), a 14 ('Septa') a nejméně 12 ('Bindsachsener'), 15 ('Verhoul') a 11 ('Badger Shipper'). Nejméně byl napadán druh *B. campestris* (= *B. rapa*). U tohoto botanického druhu 86 vzorků způsobilo napadení pouze testovacího genotypu 05 (pekingské zelí 'Granaat'). Tento testovací genotyp byl napadán všemi hodnocenými vzorky. Poměrně odolné byly i testovací genotypy z druhu *B. napus*. Jedenáct vzorků nezpůsobilo napadení ani u jednoho z pěti testerů tohoto druhu. Nejodolnějším u tohoto botanického druhu byl testovací genotyp 10 (tuřín 'Wilhelmsburger') a 06 (řepka DC 101 'Nevin').

Některé výsledky s integrovanou ochranou proti nádorovitosti získané ve VŠÚZ Olomouc

1) Vliv mimokořenové výživy:

Tab. 1. Vliv mimokořenové výživy na hmotnost hlávek zelí a růžic květáku

Plodina	Výživa	Rostliny	Průměrná hmotnost hlávek a růžic (g)
zelí	půdní	zdravé	698 c
	listová	zdravé	867 bc
	půdní	napadené	272 a
	listová	napadené	472 b
květák	půdní	zdravé	75 b
	listová	zdravé	549 c
	půdní	napadené	0 a
	listová	napadené	93 b

Se záměrem alespoň částečně nahradit omezený přísun živin nemocnou kořenovou soustavou byly založeny polní pokusy, kde byla stejná množství základních živin dodávána rostlinám buď formou půdních hnojiv, nebo formou listových hnojiv. Průměrné výsledky ze dvou pokusů jsou uvedeny v tab. 1. Z výsledků je zřejmé, že listová výživa byla i u zdravých rostlin lepší než výživa půdní. U napadených (infikovaných) rostlin byl též výnos konzumních částí vyšší při listové výživě.

2) Vliv půdní solarizace

Půdní solarizace je pro naše podmínky téměř neznámou metodou ochrany. V dřívějších pokusech jsme zjistili, že přikrytím půdy transparentní tenkou PE fólií v nejteplejším ročním období se zvyšuje teplota půdy ve fóliovnících nebo sklenících v průměru o 10,5° C a tato půda tak dosahuje průměrné teploty 30,1° C (v 15 cm) až 31,8° C (v 5 cm). V takto solarizované půdě je přibližně 13 hodin denně teplota půdy vyšší než 30° C, 4,5 hodiny

vyšší než 35° C a 1,5 hodiny vyšší než 40° C (všechny uvedené údaje jsou průměrem ze 4 let v podmínkách Mělnicka). Tyto teploty mají za následek biologické, fyzikální a chemické změny v půdě, jejímž výsledkem je stimulace antagonistických mikroorganismů a inhibice mikroorganismů patogenních. V tab. 2 jsou uvedeny naše výsledky s vlivem solarizace půdy ve skleníku na výskyt nádorovitosti a v tab. 3 účinek samotné solarizace a její kombinace s chemickou desinfekcí na výskyt nádorovitosti. Z obou tabulek je zřejmý vynikající účinek solarizace na potlačování nádorovitosti v půdě. Z tab. 3 je zřejmé, že vliv solarizace je větší než vliv chemické desinfekce a že účinek samotné solarizace je větší než její kombinace s chemickou desinfekcí. To lze zdůvodnit tím, že solarizace není jen proces fyzikální a chemický, ale i biologický, při kterém dochází ke stimulaci půdních antagonistických mikroorganismů, na což má však chemická desinfekce negativní účinek.

Tab. 2. Vliv solarizace půdy ve skleníku na výskyt nádorovitosti

Skleník	Délka solarizace	Index napadení
nesolarizovaný	-	100,0 b
solarizovaný	3 týdny	10,5 a
solarizovaný	5 týdnů	8,2 a

3) Vliv předplodin na výskyt nádorovitosti

V literatuře existuje celá řada prací, které uvádějí různý vliv
předplodin na inaktivaci trvalých spor v půdě. Tyto údaje jsou často protichůdné a proto jsme vliv některých předplodin ověřovali i v našich pokusech. Vliv osmi různých předplodin, pěstovaných na stejné ploše po dobu třech let je zřejmý z tab.4.

Tab. 3. Účinek solarizace a její kombinace s chemickou desinfekcí na výskyt nádorovitosti

Varianta	Index napadení
Neošetřená (kontrola)	93,7 f
Basamid gran. (60 g.m^{-2})	71,2 d
dusíkaté vápno (100 g.m^{-2})	74,8 de
Hatadeon (8 g.m^{-2})	87,8 e
solarizace	4,8 a
solarizace + Basamid gran.	16,9 b
solarizace + dusíkaté vápno	30,5 c
solarizace + Hatadeon	24,8 bc

Tab. 4. Vliv tříletého pěstování předplodin na intenzitu zamoření půdy

Předplodina	Index napadení
černý úhor	71,5 cd
hořčice bílá 'Zlata'	98,6 e
řepka olejná 'Silesia'	83,5 d
ředkev olejná 'Rauola'	41,2 b
oves setý 'Hermes'	49,3 b
jílek vytrvalý 'Bača'	20,7 a
mrkev obecná 'Karotina'	67,7 c
pohanka tatarská	86,9 d
kmín kořenný 'Rekord'	91,2 d

Pěstování hořčice bílé, která je silně náchylnou plodinou, zvyšuje zamořenost půd. Obdobně působí i řepka olejná. Pohanka a kmín neměly podstatný vliv na trvalé spory v půdě (v porovnání s černým úhorem). Avšak ředkev olejná a oves po tříletém pěstování podstatně snížily zamoření půd. Ještě překvapivější výsledek byl zjištěn v případě jílku vytrvalého.

Vzhledem k tomu, že z literatury je známý positivní vliv máty peprné na inaktivaci trvalých spor v půdě, ověřili jsme si tento účinek i v našem nádobovém pokuse, kde jsem kromě zmíněné máty peprné zjišťovali i vliv některých dalších aromatických plodin. Z výsledků (tab. 5) je zřejmé, že nejen máta peprná (zejména klon 930), ale i všechny tři použité odrůdy tymiánu a saturejka mají průkazný vliv na ozdravění zamořených půd a že po tříletém pěstování dokáží půdu zcela nebo téměř zcela ozdravit. Neprůkazný vliv byl zjištěn u bazalky a kmínu (viz též tab. 4).

Tab. 5. Vliv aromatických plodin na ozdravění půd od nádorovitosti

Plodina	Index napadení po		
	1 roce	2 letech	3 letech
černý úhor	70,0 f	40,8 cde	20,0 d
pekingské zelí 'Granaat'	69,1 f	54,2 e	57,7 de
máta peprná klon 830	51,4 de	8,3 b	3,3 abc
máta peprná klon 930	25,3 ab	7,5 b	0,0 a
tymián obecný 'Mixta'	30,7 abc	6,7 b	0,8 ab
tymián obecný 'Lemona'	20,1 a	13,3 b	6,9 b
tymián obecný 'Aroma'	37,5 bcd	11,1 b	6,6 b
saturejka zahradní 'Pikanta'	26,8 ab	0,0 a	0,0 a
bazalka pravá 'Ohře'	66,1 ef	20,0 bc	11,7 bcd
kmín kořenný 'Rekord'	44,3 cd	35,0 cd	26,7 d

4) Využití tolerance druhů a odrůd

Tolerantní druhy nebo odrůdy jsou takové, které nejsou rezistentní, ale jsou napadány (na jejich kořenech se vytvářejí nádory), avšak toto napadení nemá velký vliv na výnos tržních částí. Toleranci lze zjišťovat jen v polních podmínkách a testované rostliny je třeba sklízet až ve sklizňové zralosti. Pokusy se zjišťováním tolerance byly po tři roky prováděny vždy na stejném sortimentu zelenin. Pokusy byly založeny a hodnoceny ve Výzkumné stanici VŠÚZ ve Světlé Hoře u Bruntálu. Spočívaly v tom, že polo-

Tab. 6. Tolerance jednotlivých typů košťálovin (průměr tříletého pokusu)

Typ košťáloviny	Počet hodnocených odrůd	Koeficient tolerance
květák	10	24,8
zelí hlávkové	15	28,3
kapusta hlávková	10	37,1
kapusta růžičková	3	38,1
kedluben	5	40,9

Tab. 7. Tolerance odrůd zelí hlávkového (průměr tříletého pokusu)

Odrůda	Koeficient tolerance
Lena F_1	7,5
Atleta F_1	11,6
Zora	12,0
Dobrovodské pozdní	16,0
Juna F_1	19,4
Polar	21,5
Holt	22,0
Sláva	23,4
Kamino F_1	24,6
Menza F_1	24,8
Dobrovodské polopozdní	27,0
Erdeno F_1	28,0
Inter	37,8
Rike F_1	46,1
Gloria F_1	66,8

vina rostlin byla v době výsadby sadby infikována a zbývající polovina byla bez infekce. V době sklizňové zralosti byla zjišťována hmotnost tržních částí a z poměru hmotnosti u zdravých a napa-

dených rostlin byl vypočítáván tzv. koeficient tolerance (K_T). Čím je vyšší, tím je tolerance odrůdy (resp. druhu) větší. V případě K_T = 100 je hmotnost tržních částí u napadených rostlin shodná s hmotností u zdravých rostlin. Tab. 6 udává průměrné tříleté výsledky u jednotlivých typů košťálové zeleniny jako celků a v tab. 7 jsou uvedeny odrůdové rozdíly v toleranci u zelí.

5) Půdní supresivita

Zjistili jsme dvě lokality v Československu (Bolehošť a Nahořany) a jednu lokalitu v Polsku (Zielonki), kde se vyskytují půdy, ve kterých i po silném umělém zamoření rostou zcela zdravé rostliny. Dokázali jsme, že tato supresivita není biologického charakteru. Taktéž jsme zjistili, že supresivní půdy smíchané s běžnými konduktivními půdami vykazují silnou supresivitu vůči *P. brassicae* ještě při poměru 1 : 15. Princip supresivity se nám zatím nepodařil zjistit a v pokusech se pokračuje.

6) Chemická ochrana

Vzhledem k tomu, že chemické ochraně se věnují jiná pracoviště, ve VŠÚZ jsme se touto problematikou zabývali jen velmi okrajově. V laboratorních podmínkách jsme zjišťovali vliv 27 různých pesticidů na suspenze trvalých spor *P. brassicae*. Po jednodenní expozici byly zjištěny určité stupně účinnosti u kyanamidu vápenatého, oxychloridu-Cu, cymoxanilu a thiramu. Po tříměsíční expozici se u většiny přípravků účinnost zvýšila, až na captan a benomyl.

Byl též zjišťován vliv aplikace suspenze benomylu do jamek při výsadbě 11 odrůd košťálové zeleniny. Toto ošetření v průměru snížilo napadení rostlin ze 100 % na 68,3 %, ale procento tržní zelenininy zvýšilo jen o 4,8 %. Při namáčení kořenů do suspenze Kuprikolu 50 se procento napadení snížilo ze 100 % na 78 % a procento tržní zeleniny se zvýšilo o 5,8 %. Na tato ošetření nejméně reagovaly kedlubny a nejvíce růžičková kapusta. Je však třeba upozornit na to, že tento způsob ochrany není u nás registrován a povolen.

Poměrně podrobně byl zjišťován vliv moření osiva košťálové zeleniny fungicidními mořidly na následný výskyt nádorovitosti.

Z osmi fungicidních přípravků měly při tomto použití určitý účinek pouze Benlate, Topsin M 70 WP a Pomarsol forte 80 WP, a to pouze v dávce 20 g přípravků na kilogram osiva. První dva přípravky však působí fytotoxicky a proto pro praktické použití přicházejí v úvahu jen thiramové přípravky.

S u m m a r y

History, spread and damage of clubroot, possibilities of integrated plant control

A brief survey of history, spread, damage and host plants of clubroot is presented. Futher, results on investigation of spread and damage of clubroot in Czechoslovakia are given and main factors influencing the incidence of the above mentioned disease in our conditions are discussed. As for author's own results with integrated plant control the article deals especially with foliar nutrition, influence of soil solarization and that of various forecrops on inactivation of resting spores im soil. Results concerning field tolerance and problems of soil suppresivity are also mentioned. With regard to chemical control results of laboratory trials, field trials with dipping of transplant roots and especially with seed dressing are presented.

VYUŽITÍ INTEGROVANÉ OCHRANY PROTI NÁDOROVITOSTI BRUKVOVITÝCH (*PLASMODIOPHORA BEASSICAE* WOR.)

B. Voženílková
Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, Studentská 13,
370 05 České Budějovice

Úvod

Integrovaná ochrana rostlin je podle současných představ racionálním systémem regulujícím výskyt škodlivých činitelů v souladu s ekosystémem a využívajícím všechny dostupné metody k udržení populace patogenů pod prahem hospodářské škodlivosti. Hlavní zásadou je ohled na ekologické vztahy a zákonitosti se snahou udržet v zemědělských kulturách a jiných typech biocenóz biologickou rovnováhu.

Moderní integrovaná ochrana brukvovitých plodin před plazmodioforou zahrnuje komplex agrotechnických, fyzikálních, chemických a biologických opatření, která buď jednotlivě, nebo lépe v součinnosti ničí její trvalé výtrusy (Zvára 1981).

Při ochraně proti nádorovitosti je nutno brát v úvahu všechny faktory, které ovlivňují onemocnění rostlin (teplota, vlhkost, půdní reakce, koncentrace spór, náchylnost jednotlivých odrůd a světelná intenzita).

Při sledování této závažné problematiky jsme se v našich pokusech v letech 1977-90 zaměřili na co nejúčinnější a nejprogresivnější způsoby ochrany. Cílem naší práce bylo zjistit účinnost některých fungicidů, dále dusíkatého a karbidového vápna, foliárních hnojiv a možnost využití léčivé rostliny máty peprné na potírání trvalých spor *Plasmodiophora brassicae*. Testování chemických přípravků bylo provedeno formou vegetačního nádobového pokusu, kterého používá pro svá zkoumání řada autorů (Lopatin, Čaban 1972, Reyes et al. 1974).

Materiál a metodika

Nádobové pokusy byly zakládány ve skleníku katedry rostlinné výroby AF VŠZ v Českých Budějovicích. K pokusům bylo použito Mitscherlichových vegetačních nádob o objemu 6 litrů. Nádoby byly naplněny zeminou smíchanou s rašelinovým zahradnickým substrátem B v poměru 3:1. K vlastní inokulaci houbou *P. brassicae* byl použit izolát pocházející z lokality ZD Vodňany. Sporová suspenze byla ředěna na požadovanou koncentraci 10^6 spor.ml^{-1} jednotně pro všechny zakládané pokusy. Inokulace byla provedena před výsevem hostitelských brukvovitých rostlin. V polních podmínkách byla pokusná parcelka inokulována suspenzí spor *P. brassicae* zádovým postřikovačem "Pilmet". Koncentrace inokulátu byla shodná jako u skleníkových pokusů.

V pokusech byly použity tyto druhy a odrůdy hostitelských rostlin: Květák (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) - odrůdy: E 43, Progress, White Top a Bora,

Zelí bílé (*B. oleracea* var. *capitata*) - odrůdy: Dobrovodské polopozdní a Dobrovodské pozdní,

Krmná kapusta (*B. oleracea* var. *acephala*) - odrůda: Inka.

Řepka ozimá (*B. napus* var. *oleifera*) - odrůda: Silesia.

Obalování semen brukvovitých rostlin

Povrchová úprava osiva květáku a zelí byla provedena ve Výzkumném a šlechtitelském ústavu řepařském v Semčicích. Cílem obalování semen brukvovitých bylo zjistit, zda je po aplikaci fungicidů v obalovací hmotě možná pozitivní ochranná clona proti nádorovitosti košťálovin bez vedlejších nepříznivých účinků na semena. U kontrolních variant bylo obalování provedeno bez použití fungicidní látky, pouze byla aplikovaná obalovací hmota.

Výsev semen a průběžné sledování pokusů

U pokusných variant se umístilo 10 semen do vegetační nádoby do hloubky 10 mm a po vzejití se počet rostlin snížil na pět rovnoměrně vyvinutých v každé nádobě. Polní pokusy (ZD Čimelice) byly zasety secím strojem Nibex. Zemina kolem pokusných rostlin byla během celé vegetace, zejména však v raných fázích růstu, od-

plevelována, zavlažována a na povrchu kypřena. Dále se evidoval zdravotní stav a vývin testovaných rostlin.

Tab. 1. Užití systémových fungicidů a dusíkatého vápna k potírání nádorovitosti brukvovitých
Hostitelská rostlina: květák, odrůda E 43

Aplikovaný přípravek	Koncentrace (%)	Počet rostlin celkem	Počet rostlin % napadených	Průměrný počet bodů
1. Dusíkaté vápno	0,8 g	62	6,40	6,90
2. Dusíkaté vápno	1,2 g	42	9,50	6,90
3. Ridomil 25 WP	0,100	50	10,00	6,70
4. Curzate 50 WP	0,120	56	10,70	6,80
+ Dithane M 45	0,900			
5. Fademorf EK 20	0,125	55	12,70	6,60
6. Previcur N	0,400	50	14,00	6,82
7. Fademorf EK 20	0,250	78	15,30	6,80
8. Curzate 50 WP	0,150	55	25,40	6,60
+ Dithane M 45	0,900			
9. Previcur N	0,200	47	27,60	6,53
10. Ridomil 25 WP	0,050	46	32,60	6,30
11. Kontrola	-	52	57,60	5,90

Pozn.: U dusíkatého vápna je uvedena dávka na jednu vegetační nádobu.

Sklizeň a hodnocení pokusů

Kořeny sklizených rostlin byly zbaveny zbytků zeminy a hrubých nečistot. Vlastní zhodnocení napadení kořenového systému chorobou bylo provedeno subjektivně podle následující sedmibodové stupnice (Zvára, Voženílková 1980):

1 - celý kořenový systém je zdeformován, je představován nepravidelným nádorem,

2 - všechny kořeny, až na několik postranních, jsou přeměněny

v nádory,

3 - hlavní i postranní kořeny jsou z větší části deformovány nádory,

4 - na hlavním kořeni se nachází různě velké nádory a přecházejí i na kořeny vedlejší,

5 - na hlavním kořeni jsou zřetelné větší nádory,

6 - na hlavním kořeni se vyskytují ojediněle drobnější nádory,

7 - celý kořenový systém je bez nádorů.

Celkový počet rostlin a průměrný počet bodů v jednotlivých variantách charakterizují tabulky, uvedené v pokusných sériích.

Vlastní pokusy

Užití systémových fungicidů a dusíkatého vápna k potírání nádorovitosti brukvovitých v roce 1979

V nádobovém skleníkovém pokusu jsme zjišťovali účinek proti nádorovitosti u přípravků Ridomil 25 WP (25 % metalaxyl), Curzate 50 WP (50 % cymoxanil) v kombinaci s Dithane M 45 (45 % mancozeb), Previcur N (77 % propamocarp), Fademorf EK 20 (20 % trimorfamid) a dusíkaté vápno (kyanamid vápenatý). Celkem bylo použito 165 vegetačních nádob. Podle jednotlivých dávek testovaných přípravků bylo vytvořeno 10 variant, 11. varianta byla kontrolní. Jako hostitelská rostlina byl zvolen květák, odrůda E 43. Přípravky (Previcur N, Ridomil 25 WP, Curzate 50 WP + Dithane M 45 a Fademorf EK 20) byly aplikovány nadvakrát ve formě zálivky (100 ml na veg. nádobu) a to ve dvou koncentracích (tab. č. 1). Poprvé byly použity před setím, druhé ošetření následovalo za 30 dní od prvé aplikace. Zapravení dusíkatého vápna bylo provedeno 14 dní před výsevem a to ve dvou rozdílných dávkách, rovnoměrně do hloubky 100 mm. Aby byla zaručena jeho vysoká účinnost, byly nádoby dostatečně zalévány a přikryty polyethylénovou fólií. U varianty ošetřené Fademorfem byly zaznamenány fytotoxické účinky. Rostliny ošetřené dusíkatým vápnem byly intenzivně vybarvené chlorofylem a měli nejoptimálnější rozvoj habitu.

Výsledky

Ze sledovaného období vyplývá, že jako nejúčinnější přípravek

proti nádorovitosti se v daném pokusu osvědčilo dusíkaté vápno v dávce 0,8 g na vegetační nádobu s 6,4 % napadením a dávka 1,2 g na vegetační nádobu s 9,5 % napadením. Dobře působil Ridomil 25 WP v koncentraci 0,1 % s procentem napadení 10,0. Fademorf EK 20 je zařazen s 12,7 % a 15,3 % napadením jako účinný. Nejméně omezil rozvoj nádorovitosti Ridomil 25 WP v koncentraci 0,05 % (32,6 % nap. rostlin). Infikovaná neošetřená kontrola byla napadena z 57,6 % (tab. č. 1).

Vliv povrchové úpravy semen květáku a aplikace foliární výživy v roce 1981

Chemická ochrana v tomto pokuse je řešena formou obalovaných semen vrstvičkou fungicidu, účelem pak je chránit brukvovité rostliny v prvních fázích vývoje. Foliární výživou je sledováno dosažení maximálního výnosového efektu. Tento způsob výživy rostlin je založen na schopnosti příjmu roztoku nadzemními částmi rostlin, zejména listy. Předností je rychlejší příjem živin rostlinami a tedy i vyšší účinnost hnojení. Foliární výživa má význam především v době, kdy kořeny brukvovitých jsou přeměněny v nádory a rostlina může jen omezeně čerpat živiny z půdy kořenovou soustavou.

Pokus obsahoval celkem 12 variant podle obalované vrstvy použitých fungicidů a podle aplikovaných foliárních hnojiv. Celkové uspořádání pokusu znázorňuje tabulka č. 2.

Semena květáku, odrůda Progress, byla vyseta přímo do nádob. Vzcházivost jednotlivých variant byla vyhodnocena za 21 dnů po zasetí.

Vyhodnocení vzcházivosti semen obalovaného květáku

Varianta (viz tab. 4)	Vzcházivost v %
1	96,0
2	98,0
3	47,5
4	51,0
5	95,0
6	95,0
7	95,0

8	95,0
9	93,0
10	98,0
11	63,0
12	57,0

Foliární hnojiva byla aplikována ručním tlakovým postřikovačem. Aplikace vybraných foliárních hnojiv byla realizována celkem 4krát v 10 denních intervalech. Celková doba vegetace činila 77 dní.

Výsledky

Odrazem účinnosti fungicidů a foliárních hnojiv v boji proti chorobě byla zejména procentická výše napadených rostlin a průměrný počet bodů u jednotlivých variant. Z tohoto hlediska se nejlépe jevila varianta Previcur N + Benlate s foliárně aplikovaným Harmavitem. Procento nemocných rostlin u této varianty bylo 16,2 a průměrný počet bodů 6,8. Za zmínku stojí ještě Curzate 50 WP + Dithane M 45 s foliárně aplikovaným hnojivem DAM s 27,4 % napadených rostlin a 6,3 bodu, Curzate 50 WP + Dithane M 45 s Harmavitem, kde bylo 30,6 % rostlin nemocných a průměrný počet bodů 6,3 (tab. č. 2).

Je zajímavé, že u některých variant bylo napadení rostlin ještě vyšší, než u obou kontrol. Kontrola neobalovaná byla napadena ze 45,8 % s průměrným počtem bodů 6,0 a kontrola obalovaná vykazovala 48,8 % napadených rostlin a 5,9 bodu. Ve variantě Ridomil 25 WP - Harmavit bylo 51,4 % a ve variantě Fademorf EK 20 - DAM 51,6 % nemocných rostlin. Nejvyšší napadení 59 % bylo zaznamenáno v kombinaci přípravků Previcur N - DAM.

Vzhledem k tomu, že v pokusu bylo použito obalovaných semen s přídavkem fungicidu, bylo nutné sledovat rostliny již v nejranějších fázích růstu. Poměrně špatná vzcházivost byla u obalovaných semen s fungicidy Ridomil 25 WP (47,5% a 51,0%) a Previcur N + Benlate (57,0 a 63,0 %). Kontrola obalovaná začala sice o tři dny vzcházet později než neobalovaná, ale u obalované bylo vzcházení rovnoměrnější a také dosahovala o 2 % vyšší hodnotu. Vzcházivost u kontroly obalované byla 98 %, u neobalované

96 %.

Úkolem této experimentální části bylo ověření chemických přípravků (Previcur N, Zineb 58 WP, Curzate 50 WP + Dithane M 45, Daconil 2787 (75% chlorothalonil), Bravo 500 (50% chlorothalonil), Tecto 450 FW (45% thiabendazole) a Benlate (50 % benomyl)) proti houbě *Pbrassicae* v kombinaci s povrchovou úpravou semen. Přípravky byly použity jednak v obalu osiva a jednak jako postřik na rostliny během vegetace.

Tab. 2. Vliv povrchové úpravy semen květáku a aplikace foliární výživy
Hostitelská rostlina: květák, odrůda Progress

Varianta	Foliární hnojivo	Množství fungicidu na 0,5 kg semen	% napadení rostlin	Prům. počet bodů
1. kontrola neobalovaná	-	-	45,8	6,0
2. kontrola obalovaná	-	-	48,8	5,9
3. Ridomil 25 WP	DAM	5g	29,0	6,3
4. Ridomil 25 WP	Harmavit	5g	51,4	6,1
5. Fademork EK 20	DAM	-	51,6	6,1
6. Fademork EK 20	Harmavit	-	38,0	6,0
7. Curzate 50 WP + Dithane M 45	DAM	5 + 5g	27,4	6,5
8. Curzate 50 WP + Dithane M 45	Harmavit	5 + 5g	30,6	6,3
9. Previcur N	DAM	10ml	59,0	6,0
10. Previcur N	Harmavit	10ml	39,1	6,4
11. Previcur N + Benlate	DAM	10ml + 5g	36,6	6,3
12 Previcur N + Benlate	Harmavit	10ml + 5g	16,2	6,8

Vliv povrchové úpravy semen zelí bílého a aplikace fungicidů v roce 1982

Za čtyři dny po provedené inokulaci houbou *P. brassicae* následoval výsev preparovaných semen zelí bílého, odrůda Dobrovodské polopozdní. Pokus byl organizován v 8 variantách po 22 vegetačních nádobách. V 6 variantách byla semena obalena vrstvičkou, která obsahovala příslušný fungicid. U varianty 2 obal neobsahoval žádný fungicid a varianta 8 obalena nebyla. Použité fungicidy v jednotlivých variantách charakterizuje tabulka č.3. Na rozdíl od pokusu uskutečněného v roce 1981, vzcházely všechny varianty velmi vyrovnaně. Výjimkou byla varianta s fungicidem Tecto 450 FW, který měl fytotoxický účinek. Jako první vzešla varianta s neobalovaným osivem. Ostatní varianty vzcházely o dva dny později. Během vegetační sezóny byly provedeny čtyři fungicidní postřiky v 15-denních intervalech. Množství postřikové jichy se pohybovalo 2 litry na variantu a bylo zajištěno ručním tlakovým postřikovačem. Varianty 1, 3, 4 a 5 byly ošetřeny shodnými fungicidy, které byly zaneseny v obalové vrstvičce semene, u varianty 6 a 7 byl aplikován postřik Benlate, jak ukazuje tab. č. 3.

Výsledky

Na základě získaných údajů vyplývá, že nejlepší zdravotní stav rostlin ukázala varianta 3 (obal Zineb, postřik Zineb) a varianta 6 (obal Bravo, postřik Benlate). Obě tyto varinty byly bez napadených rostlin. Dále následovala varianta 1 (obal Previcur, postřik Previcur) 98 % zdravých rostlin a varianta 4 (obal Curzate + Dithane, postřik Curzate + Dithane) 98 % zdravých rostlin.

Posouzení účinnosti karbidového vápna proti nádorovitosti brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*) - lokalita ZD Čimelice v roce 1987

V polních maloparcelkových pokusech byly studovány dávky karbidového a dusíkatého vápna za účelem potlačení nádorovitosti. Pokusy byly založeny na lokalitě ZD Čimelice, okr. Písek. Jako testovací rostlina byl zvolen květák, odrůda White Top. Vzhledem k tomu, že se karbidové vápno ve skleníkových nádobových pokusech

Tab. 3. Vliv povrchové úpravy semen brukvovité zeleniny a aplikace fungicidů.
Hostitelská rostlina: polopozdní zelí bílé, odrůda Dobrovodské

Varianta	Aplik. fungicid		Počet rostlin		prům.
	koncentrace %	množství na 0,5 kg semen	celkem	% napadených	počet bodů
1. Previcur N	0,400	10ml	128	1,6	6,94
2. kontrola obalovaná	-	-	110	6,4	6,87
3. Zineb 58 WP	0,080	5g	104	0,0	7,00
4. Curzate 50 WP + Dithane M 45	0,150 0,900	5g + 5g	109	1,8	6,98
5. Daconil 2787	0,250	5ml	110	2,7	6,92
6. Bravo 500	Benlate 0,100	5ml	113	0,0	7,00
7. Tecto 450 FW	Benlate 0,100	5ml	97	2,1	6,95
8. kontrola neobalovaná	-	-	120	16,7	6,64

osvědčilo jako účinný prostředek proti nádorovitosti, přistoupilo se k založení polního poloprovozního pokusu. Na základě půdního rozboru byla stanovena potřeba vápnění a byly určeny vhodné varianty podle doporučení Doc. J. Strady, CSc. (JčU Č. Budějovice). Karbidové vápno je suspenze kalového vápna odpadajícího z výroby acetylenu. Sedimentací se zahušťuje na 20 - 30 % sušiny (většinou cca 25 %). Vlastní zapravení karbidového vápna bylo provedeno autocisternou ACF 041 a to 6 týdnů před výsadbou hostitelské rostliny. Aplikace dusíkatého vápna byla realizována traktorovým rozmetadlem RCV 5 ve stejném časovém období jako karbidové vápno.

Jednotlivé aplikace probíhaly podle následujícího snímku:

I. varianta	kontrola neošetřená	-
II. varianta	karbidové vápno	15,0 t . ha^{-1}
III. varianta	karbidové vápno	17,5 t . ha^{-1}
IV. varianta	dusíkaté vápno	0,5 t . ha^{-1}
V. varianta	dusíkaté vápno	1,5 t . ha^{-1}

Výsledky

V polních podmínkách bylo za přirozeného a umělého infekčního tlaku vyhodnoceno napadení kořenů nádorovitostí, kde základním kritériem pro posouzení zdravotního stavu rostlin, byla sedmibodová stupnice. Z výsledků výzkumu vyplývá, že nejlepší zdravotní stav rostlin v porovnání s kontrolou, ukázala varianta V. ošetřená dusíkatým vápnem (0,0 % nap. rostlin). Redukci onemocnění rovněž pozitivně ovlivnilo karbidové vápno v dávce 17,5 t . ha^{-1} (8 % nap. rostlin). U varianty II. karbidové vápno 15 t . ha^{-1} bylo zaznamenáno 16 % nap. rostlin. Největší procento (84 %) nemocných rostlin (viz tab. č. 4) se vyskytlo u kontrolní neošetřené varianty.

Tab. 4. Posouzení účinnosti karbidového vápna proti nádorovitosti brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*) - lokalita ZD Čimelic
Hostitelská rostlina: květák, odrůda White Top

Varianta	% nemocných rostlin	průměrný počet bodů
1. kontrola	84,0	3,94
2. karbidové vápno 15,0 t . ha^{-1}	16,0	6,80
3. karbidové vápno 17,5 t . ha^{-1}	8,0	6,90
4. dusíkaté vápno 0,5 t . ha^{-1}	18,0	6,68
5. dusíkaté vápno 1,5 t . ha^{-1}	0,0	7,00

Využití léčivé rostliny máty peprné (*Mentha piperita HUDS.*) na potírání trvalých spor nádorovitosti košťálovin (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) v roce 1986

Pokus založený na jaře 1986 na JčU v Českých Budějovicích byl zaměřen na sledování účinnosti léčivé rostliny máty peprné (typ Mitcham, diploidní odrůda Perpeta) na inhibici spor nádorovitosti. Pro pokus byla dovezena zemina z lokality Vlastiboř, okr. Tábor. 125 vegetačních nádob (průměr 200 mm, objem zeminy 6 kg) bylo naplněno dovezenou zeminou a před výsadbou máty peprné jednotně inokulováno houbou *P. brassicae*. Pokus probíhal ve dvou oddělených systémech, nádoby osázené oddenky máty peprné a dále varianty kontrolní (bez testovaných rostlin). Po dvouletém vegetačním cyklu byly rostliny máty peprné vyjmuty z nádob a následoval výsev brukvovitých plodin (krmná kapusta /*Brassica oleracea* var. *acephala*/ odrůda Inka, řepka ozimá /*B. napus* var. *oleifera*/ odrůda Silesia, zelí bílé /*B. o.* var. *capitata*/ odrůda Dobrovodské polopozdní, květák /*B. o.* var. *botrytis*/ odrůda Bora), včetně kontrolních variant.

Výsledky

Zajímavé výsledky přineslo hodnocení kořenového systému 625 testovaných rostlin za 90 dní vegetace, kde řepka ozimá vyšla bez příznaků napadení nádorovitostí, v porovnání s kontrolní variantou (20,6 % nemocných rostlin). Sledovaná krmná kapusta 1,7 % a kontrola 45,0 % nemoc. rostlin, květák 1,85 % a kontrolní rostliny 90,9 % nemoc. rostlin, zelí bílé 3,6 % a kontrola 68,7 % nemocných rostlin.

Závěr

Výsledky pokusů, jejichž cílem bylo zjistit účinnost jednotlivých chemických zásahů a dále zavedení biologického materiálu do programu biologické ochrany proti nádorovitosti košťálovin (*P. brassicae*) ukázaly:

- Z přípravků zapravených do půdy se nejlépe osvědčilo dusíkaté vápno (kyanamid vápenatý). Redukci onemocnění rovněž pozitivně ovlivnilo karbidové vápno.

- Aplikace ve formě zálivky byly účinné u fungicidů: Ridomil 25 WP (25 % metalaxyl) a Fademorf EK 20 (20 % trimorfamid).
- Z ekonomických důvodů se přistoupilo k řešení chemické ochrany formou obalování brukvovitých semen fungicidní clonou. Obalování semen fungicidy, doplněné ošetřením přípravky za vegetace, vyšlo ve prospěch: obal Previcur N (605 g . l^{-1} propamocarbu) + Benlate (50 % benomyl) s foliárně aplikovaným Harmavitem; obal Curzate 50 WP (50 % cymoxanil) + Dithane M 45 (80 % mancozeb) s foliárně aplikovaným hnojivem DAM 390; obal Zineb 58 WP (zineb) , postřik Zineb 58 WP; obal Bravo 500 (chlorothalonil) , postřik Benlate; obal Previcur N , postřik Previcur N; obal Curzate 50 WP + Dithane M 45 , postřik Curzate 50 WP + Dithane M 45.
- Nejlepší výsledky jsme zaznamenali v pokuse, který byl zaměřen na sledování účinnosti léčivé rostliny máty peprné (*Mentha piperita*) na trvalé spory *P. brassicae*.

Literatura

Veškerá citovaná literatura je k dispozici u autorky.

S u m m a r y

Application of integrated plant control against clubroot in Crucifers

In our trials conducted in 1977-1990 we studies clubroot in brassicas, a serious disease of Crucifers. The aim of our work was to state the efficacy of fungicides (Ridomil 25 WP, Curzate 50 WP + Dithane M 45, Fademorf EK 20, Previcur N + Benlate, Zineb 58 WP, Daconil 2787, Bravo 500, Tecto 450 FW), calcium cyanamide, carbide lime and foliar fertilizers, and the possibilities of application of the medicinal plant of peppermint (*Mentha piperita Huds.*) on resting spores (*PLasmodiophora brassicae* Wor.). From chemical preparations applied calcium cyanamide proved to be the best formulation an the rate 1.5 t.ha^{-1}. Best results in combatting clubroot were stated in a trial aimed at ascertaining the efficacy of the medicinal plant of peppermint (*Mentha piperita*) on resting spores *P. brassicae*.

ŠLACHTENIA NA REZISTENCIU K NÁDOROVITOSTI

P. Gajdoštin
Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský, 772 36 Olomouc

Úvod

Nádorovitosť hlúbovín, spôsobená parazitickou hubou *Plasmodiophora brassicae* Woronin patrí k najvážnejším chorobám hlúbovín dnes už takmer v celosvetovom merítku.

Dlhá perzistencia patogéna v pôde, (dokonca bez prítomnosti kapustovitých rastlín ako hostiteľa), jeho vysoká variabilita, zložitá, nákladná a málo účinná chemická ochrana - to sú hlavné faktory, ktoré vedú k snahe kontrolovať interakciu hostiteľ - patogén prostredníctvom rezistentných genotypov. Hoci cielené šlachtenie k tomuto patogénu trvá už viac ako 70 rokov, komerčne využiteľných a využívaných genotypov je málo. Ich účinnosť je naviac značne ovplyvnená diferenciálnosťou rezistencie a patotypom vyskytujúcom sa v určitej oblasti.

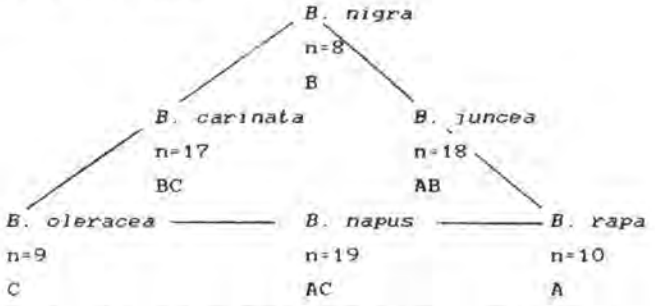
Rezistenčné šlachtenie sa sústredilo na tri najviac pestované druhy rodu *Brassica*

Brassica oleracea

Brassica rapa = B.campestris

Brassica napus

Genotypová väzba týchto druhov je zobrazená na klasickom trojuholníku (U, 1935)



Celý šlachtiteľský proces pozostáva z niekoľkých navazujúcich

a súčasne sa zákonite prelínajúcich krokov:

1) Vyhľadávanie zdrojov rezistencie
2) Charakteristika patotypov patogéna
3) Využitie zdrojov rezistencie v križění, prípadne pre priame výbery
4) Výbery na rezistenciu a hospodárske vlastnosti

Zdroje rezistencie

Predpoklad nájdenia rezistentných genotypov je v oblastiach najdlhšej interakcie patogéna a hostiteľa. U zelenín rodu *Brassica* Watson and Baker (1969) stotožňujú túto oblasť s primárnym genocentrom *B. oleracea* - Stredomorskou oblasťou a západoeurópskym pobrežím. Tento predpoklad potvrdil Crisp et al. (1989), ktorý u brokolic a karfiolu zistil geografickú distribúciu rezistencie resp. vnímavosti. Talianske brokolice, karfioly i kapusty sa vyznačovali relatívne nízkou vnímavosťou, typy vzniknuté mimo talianského genocentra boli uniformne vysoko vnímavé.

Pri screeningu súčasných hybridov i klasických odrôd druhu *B. oleracea* väčšinou zistíme univerzálnu vnímavosť. Dixon a Robinson (1986) nezistili rozdiel v rezistencii hybridov ružičkového kelu, hoci Colhoun (1958) uvádza citácie o zdrojoch rezistencie v miestnych odrodách tejto skupiny. Rovnako u brokolice boli zistené v starých odrodách menej vnímavé položky, nové hybridy sú všetky vnímavé.

Podobné výsledky sme získali pri testovaní súčasných svetových sortimentov hlúbovin vo VŠÚZ Olomouc. Údaje sú uvedené v tabulke č.1. Prakticky všetky testované skupiny boli vysoko vnímavé. Výnimkou je skupina hlávkového kelu, kde bol zistený celkove nižší index napadnutia.

Tieto údaje je možné zdôvodniť tým, že pestovanie i selekcia mimo prostredia s tlakom patogéna vedie, zvlášť u polygénne založenej rezistencie u *B. oleracea*, k rýchlej strate rezistencie.

Skupina kŕmnych kapúst (kale) je v mnohých prácach uvádzaná ako výrazne rezistentnejšia v porovnaní so skupinami zelenín *B. oleracea*.

Rezistencia u *Brassica oleracea*

Rezistencia u *B. oleracea* je uvádzaná ako polygénne založená, recesívna a s aditívnym efektom (Crute et al., 1980). U väčšiny rezistentných genotypov s výnimkou cv. 'Badger Shipper' sa jedná o nediferenciálnu rezistenciu (Crute et al.,1983). Rezistentné genotypy s využiteľným stupňom rezistencie sa vyskyzujú zriedkavo a pri šlachtení bez tlaku patogéna dochádza k rýchlemu úniku génov rezistencie.

Tab. 1. Testovanie svetového sortimentu *Brassica oleracea*

Varieta	PG	% N	DI	min DI (odroda)	max DI
Brassica oleracea					
var. *capitata*	30	99	94	82 (Sanibel F1)	100
var. *botrytis*	38	99	92	74 (White flash F1)	100
var. *italica*	69	99	97	90 (Oktal F1)	100
var. *sabauda*	19	83	76	21 (Ice Crown)	100

PG - počet testovaných genotypov
% N - priemerné percento napadnutia
DI - priemerný index napadnutia
min DI - minimálny index napadnutia v súbore
max DI - maximálny index napadnutia v súbore

Rezistentné genotypy *B. oleracea*:
kapusta
- 'Badger Shipper'
- 'Böhmerwaldkohl'
- 'Bindsachsener'
- 'Shetland cabbage'
- 'Varaždinsko'

'Křimické'
'Plzeňské špičaté'
'Rabčická kapusta'
'Ladožskaja 22'
'Zimnaja Gribovskaja'
'Oregon 100, 123, 140, 142'
'Irish cabbage'

brokolica

'MSU 134,
'Oregon CR1'

kŕmna kapusta

'Verheul'
'Jersey kale'

'Badger Shipper'

Táto odroda je prvým cieleným výsledkom šlachtenia na rezistenciu, jeden z mála u *B. oleracea*, ktorý našiel komerčné uplatnenie. Jej autori (Walker, Larsen, 1960) vyšli z náhodného kríženca krmnej kapusty ('Jersey kale') a kapusty. Samoopelovaním v následujúcich generáciách sa im podarilo získať inbredné línie vykazujúce vysokú a uniformnú rezistenciu k nádorovitosti. Výsledkom tohoto šlachtenia bola odroda 'Badger Shipper'. Jej rezistencia je označovaná ako recesívna, polygénne založená a vyznačuje sa neúplnou expresiou (Seaman et al., 1963). Prvýkrát bola odroda širšie pestovaná vo Wisconsine (označovaná tiež ako Wisconsinský zdroj rezistencie). Kontinuálne pestovanie v tejto oblasti viedlo k strate účinnosti rezistencie vyselektovaním rezistentných patotypov. Po trojročnej prestávke v pestovaní sa účinnosť rezistencie obnovila. Tento údaj ukazuje, že sú lokality , kde je rozdiel v prežívaní rôznych patotypov *P. brassicae* v rámci jednej populácie (Crute, 1986).

Wisconsinský zdroj rezistencie bol neskôr využitý k tvorbe rezistentných línií ružičkového kelu, brokolice a karfiolu. Pri podrobnejšej genetickej štúdii rezistencie Chiang and Crete (1970) rovnako ako Vriesenga and Honma (1971) vyslovili predpoklad kontroly rezistencie dvoma nezávislými recesívnymi génmi.

'MSU 134', 'Oregon CR1'

V Severnej Amerike boli študované dva ďalšie zdroje rezistencie:

- brokolica 'MSU 134' (Vriesenga, Honma, 1971)
- brokolica 'Oregon CR1' (Baggett, 1976).

Je predpoklad, že i tieto genotypy môžu pochádzať z Wisconsinského zdroja rezistencie.

'Böhmerwaldkohl'

Tento typ kapusty pochádza z oblasti nemecko-českej hranice (Gante, 1951) a je považovaný za jeden z najperspektívnejších zdrojov rezistencie. Waiseth (1977) intenzívne využil tento materiál pri šľachtení a výsledkom boli dve rezistentné odrody kapusty 'Respla' a 'Resista'. Ich širšiemu rozšíreniu bránili horšie hospodárske vlastnosti. Z jeho záverov vyplýva, že rezistencia je polygénne založená, má nekompletný prejav a je menej efektívna pri vysokom populačnom tlaku patogéna. Jednotlivé populácie patogéna vykazovali rasovú špecifiku k rezistentným líniám.

Crute (1986) zaznamenal u kapusty 'Böhmerwaldkohl' najvyšší stupeň rezistencie pri testovaní s rôznymi populáciami *P. brassicae*, vždy vyšší ako u 'Bindsachsener' a 'Verheul'.

'Bindsachsener'

'Bindsachsener' pochádza z okolia dediny Bindsachsen pri Budingene v strednom Nemecku. Tento zdroj bol pravdepodobne použitý Baggettom (1983) pri vyšľachtení kapúst 'Oregon 100, 123, 140, a 142'.

'Shetlandská kapusta' (Shetland cabbage)

Waiseth (1977) využil v šľachtiteľskom programe i ďalší zdroj rezistencie pochádzajúci zo Shetlandskej kapusty. U línií, v ktorých bola inkorporovaná rezistencia z oboch zdrojov zaznamenal zvýšenie úrovne rezistencie a predpokladal aditívny efekt. Produkcia komerčne akceptovateľných hybridov je však pomalá, čiastočne pre ťažkosti oddelenia rezistencie od znaku antokyanovej pigmentácie.

'Oregon 100, 123, 140, 142'

Kapusty vyšlachtené Baggettom (1983), s použitím zdroja 'Bindsachsener'. Stupeň rezistencie je nižší ako u 'Böhmervaldkohlu'.

'Írska kapusta' (Irish cabbage)

Crutev (1989) uvádza u niektorých položiek zberaných v okolí Donegalu v severozápadnom Írsku rezistenciu na úrovni kapusty 'Böhmervaldkohl'. Tieto krajové odrody pochádzajú pravdepoddobne z Holandska, čomu nasvedčuje ich krajový názov - 'Flat Dutch'.

Rezistencia u *Brassica rapa*

Genotypy *B. rapa*, zvlášť vodnice, vykazujú diferenciálnu rezistenciu k určitým patotypom *P. brassicae*. Podrobný literárny prehľad a chronológiu šlachtiteľskej práce uvádza Crute (1980). Rozdeluje rezistentné genotypy do troch skupín reprezentovaných nasledujúcimi kultivarmi:

1) 'Jobe' a 'Gelria A'
sú vnímavé k väčšine populácií patogéna z okrúhlice, ale rezistentné k populáciám z iných plodín. Rezistencia je kontrolovaná jedným dominantným génom (gén A).

2) 'Civasto R' a 'Mommersteeg' ('Debra')
rezistencia kontrolovaná pravdepodobne dvoma nezávislými dominantnými génmi (gény A a B).

3) 'Meetjeslander', 'Waaslander' a 'Novitas'
rezistentné k vätšine populácií *P. brassicae*, niektoré populácie túto rezistenciu prekonávajú. Odolnosť je založená na dvoch nezávislých dominantných génoch (gény B a C).

Pekingskú kapustu pokladá Karling (1942) za 100 % vnímavú k nádorovitosti. Kultivar 'Granaat' je dokonca používaný ako univerzálny hostiteľ v testoch ECD sady I v našich pokusoch. Určitý stupeň diferenciálnej rezistencie identifikovali Strandberg a Williams (1967) u kultivaru 'Michihilli'. Tento zdroj rezistencie rozpracovali Leung a Williams (1983) do 7 cytoplazmaticky sterilných línií s Oguro sterilitou a mnohčetnou rezistenciou (k rase 6 *P. brassicae*, k peronospóre a k TuMV).

Pri screeningu svetového sortimentu pekingskej kapusty vo VŠÚZ k izolátu ECD 17/31/31 sa u väčšiny odrôd prejavila univerzálna vnímavosť. Na základe výsledkov sme súbor testovaných odrôd rozdelili do dvoch skupin. Univerzálne vnímavá skupina predstavuje 64 odrôd, tj 91 % testovaného súboru. Druhú skupinu predstavuje 7 nových odrôd s vysokou rezistenciou k nádorovitosti. Tri z týchto genotypov sú od japonskej firmy TAKII a pravdepodobne majú pochádzať z kríženia rezistentnej vodnice (ECD No.2) a vnímavej pekingskej kapusty (Yoshikawa, 1983). Ďalšie odrôdy sú od holandských semenárskych firiem a ich pôvod nie je známy.

Vo VŠÚZ sme v roku 1990 začali so šľachtením pekingskej kapusty na rezistenciu k nádorovitosti. Využili sme japonské zdroje rezistencie, ktoré vykázali v pokusoch vyššiu rezistenciu ako sada ECD testerov *B. campestris*. Aplikujeme metódu urýchleného vegetačného cyklu (Jára et al., 1990), ktorá umožňuje získať u pekingskej kapusty 3 generácie do roka i s testovaním k nádorovitosti. Do tohoto cyklu zaraďujeme hodnotenie v poľných podmienkach pri klasickom pestovaní v našom pásme (júl - jeseň).

V generácii 13 až 14 dochádza k stabilizácii rezistencie.

Tab.2 Testovanie svetového sortimentu *Brassica rapa* var. *pekinensis*

Varieta	PG	% N	DI	min DI (odroda)	max DI
Brassica rapa var. *pekinensis* vnímavé	64	100	99	94 (NOZAKI)	100
var. *pekinensis* rezistentné	7	4	2	0 (CHORUS F1 HARMONY F1)	4

PG - počet testovaných genotypov
% N - percento napadnutia
DI - index napadnutia

min DI - minimálny index napadnutia v súbore
max DI - maximálny index napadnutia v súbore

Zdroje rezistencie u *Brassica napus*

Zdroje rezistencie k nádorovitosti sú relatívne bežné u *B. napus*. Rezistencia je väčšinou diferenciálna a rasovo špecifická, kontrolovaná dominantnými génmi (Gustafson Fall, 1986). V genopóle *B. napus* sa vyskytuje najmenej 4 až 5 génov rezistencie. Diferenciálna patogenicita *P. brassicae* k *B. napus* je výraznejšia ako u *B. rapa* i *B. oleracea* (Crute, 1980).

Rezistentné genotypy *B. napus*:

'Nevin'
'Giant Rape'
'Resistant Rape'
'Wilhelmsburger'
'Wye'
'Marian'
'Merrick'
'Ditmar'
'York'

Medzidruhová hybridizácia

Cieľom týchto aktivít je prenos génov rezistencie, ktoré sa v danom druhu rodu *Brassica* nenachádzajú z iného druhu. Problémom je už samotné získanie hybridných semien, prekonanie sterility F1 potomstva a následné spätné kríženie na požadovaného rodiča.

Najjednoduchším systémom je prenos génov z *B. rapa* (rezistentné vodnice) do *B. napus*, za vzniku *B. napocampestris* a so spätným kríženim s *B. napus*.

Lammerink (1970, 1985) a Johnston (1974) úspešne preniesli týmto spôsobom gény rezistencie z *B. rapa* do *B. napus*.

Druhým problémom je prenos účinnej rezistencie do *B. oleracea*.

Honma a Summers (1976) sa snažili skombinovať rezistenciu u brokolice 'MSU 108' (rezistentná k rase 1 a 3 podľa Williamsa) s rezistenciou k rasám 2 a 3 (podľa Williamsa) z *B. napus* cv.

'York'. Neúspešný pokus opakovali s heterozygotným kultivarom karfiolu 'Green Ball'. Fertilné F1 potomstvo dalo pri krížení s *B. oleracea* iba sterilné rastliny.

Úspešné prenesenie rezistencie k rase 2 (podľa Williamsa) z *B napus* cv. 'Wilhelmsburger' do *B. oleracea* zaznamenali Chiang et al. (1977, 1978, 1979, 1980, 1982, 1985). Podarilo sa im obnoviť 2n = 18 konfiguráciu spätným prikrižovaním na cv. 'Badger Shipper'. Vybrané materiály nesú gen rezistencie k rase 2. Sprievodným javom je neúplná cytoplazmatická samčia sterilita bez chlorofylových deficiencií. Boli vytvorené kombinácie sterilných rezistentných genotypov s fertilnými analógmi u kapusty (Cab-mf-1, Cab-ms-1), karfiolu (Cau-mf-1, Cau-ms-1) a brokolice (Bro-mf-1, Bro-ms-1).

Podľa našich sledovaní je tento zdroj sterility nestály pri vyšších teplotách a v staršom vývojovom štádiu rastliny.

Na VŠÚZ v Olomouci sme v roku 1990 zahájili projekt s cieľom prenosu rezistencie nádorovitosti z *B. rapa* do *B. oleracea*. Ako rezistentný partner boli využité japonské pekingské kapusty 'Chorus F1' a 'Harmony F1', ktoré vykazovali vysokú rezistenciu i k zmesi patotypov charakterizovaných ako ECD 31/31/31. Kríženie asi 1000 kvetov neprinieslo životné hybridné semená, embryá abortovali v ranom štádiu. Po aplikácii embryokultúr po 21 dňoch od opelenia (Navrátilová,) bolo získaných 91 hybridov, u ktorých bola v 85 % na základe elektroforeticky značených genotypov preukázaná hybridnosť. Rastliny boli vegetatívne namnožené a natestované na odolnosť k nádorovitosti. Väčšina vykazovala variabilitu v rezistencii k použitému patotypu. Rastliny boli sterilné v peli i vo vajíčkach, prikrižovanie peľu z *B. oleracea* bolo neúspešné. Postupne vyštepilo 9 fertilných rastlín, ktoré sú podľa cytologických a morfologických sledovaní spontánnymi tetraploidmi. Potomstva časti z nich vykazujú vysokú rezistenciu izolátu ECD 17/31/31. Spätné kríženie s peľom *B. oleracea* nebolo úspešné ani u fertilných rastlín. V súčasnosti je práca v štádiu aplikácie embryokultúr pri spätnom krížení s *B. oleracea*.

Mechanizmus rezistencie k nádorovitosti

Mechanizmus rezistencie k nádorovitosti nie je do súčasnej doby objasnený.

Primárny cyklus patogéna môže prebiehať v širokom spektre hostiteľov, ktorí nemusia byť z čeľade *Brassicae*.

Predpokladá sa, že vnímavý hostiteľ má biochemické dráhy, ktoré po infekcii vedú k intenzívnej tvorbe rastových regulátorov a tým k bujeniu pletiv a tvorbe nádorov. Úlohu tu hrajú auxíny a cytokiníny tvorené patogénom alebo hostiteľom. Butcher et al. (1974) predpokladá, že tvorba nádorov u vnímavej hlúboviny je výsledkom umožnenia (prípadne zvýšenia) produkcie enzymu glukosinolázy pod vplyvom patogéna. Tento enzym pôsobí na glukosinuláty (glucobrassicin) za vzniku auxínov 3-indolylacetonitrilu a 3-indolyloctovej kyseliny.

Stále nejasná je otázka, v ktorej fázi po infekcii koreňového pletiva dochádza u rezistentných genotypov k rezistentnej reakcii. Dekhuisen (1979) u rezistentnej *B. rapa* spája rezistenciu s hypersenzitívnou reakciou koreňových buniek a ich odumieraním po infekcii patogéna z koreňových vláskov. Táto otázka vyžaduje ďalšie štúdium.

Šľachtenie na toleranciu

Tento typ šľachtenia je opomíjaný hlavne v súvislosti s presunom testovania do laboratórnych podmienok a tým absenciou informácie o znakoch výnosu a kvality produktu pri celovegetačnej interakcii patogén - hostiteľ.

Tolerancia je chápaná ako schopnosť genotypu poskytnúť zodpovedajúcu úrodu i pri napadnutí patogénom, tj. z dvoch genotypov je tolerantnejší ten, ktorý pri rovnakom výskyte patogéna (množstvo spór v jednotkovom objeme koreňa) a rovnakom prejave choroby (veľkosť príp. hmotnosť nádorov) poskytuje vyššiu úrodu.

Rod (1989) hodnotí toleranciu na základe rozdielu výnosu na nezamorenom a uniformne zamorenom pozemku. Tolerantnejší je ten, ktorý poskytuje najvyšší výnos a najnižší rozdiel vo výnose medzi zamorenou a nezamorenou variantou.

Problémy spojené s rezistenčným šlachtením

1) Variabilita patogéna

Predpokladajme, že vo vzťahu hostiteľ - *P. brassicae* platí teória gén proti génu. V tom prípade heterogenita inokula a zistenie že reakcia hostiteľa k jednému patotypu môže byť ovplyvnená prítomnosťou iného patotypu v inokulu (Jones et al., 1982) môžu značne modifikovať získané údaje. V tom prípade úspešná šlachtiteľská práca a geneticky kvantifikovateľné výsledky vyžadujú prácu s definovanými patotypmi, najlepšie pôvodom z monospórových izolátov.

Vo VŠÚZ sa nám podarilo získať izoláty tzv. "čistých" patotypov. Žiaden z dodaných patotypov zo zahraničných pracovísk však nedával požadovanú reakciu na ECD sadu v našich testoch a ich čistota je otázna.

V súčasnej dobe väčšina pracovísk prevádzajúca testy k nádorovitosti pracuje na jednej rovnici s dvoma neznámymi - variabilitou patogéna a variabilitou hostiteľa. V CPO Wgenighen i na iných pracoviskách sa snažia vyvinúť sadu homozygotných testerov (hlavne na základe tvorby dihaploidov prašníkovými kultúrami), ktorá by nahradila dnes už nevyhovujúcu ECD sadu.

2) Zdroje rezistencie

Zvlášť u *B. oleracea* je stabilizácia účinného stupňa reakcie v genotype problematická. U viacerých zdrojov je rezistencia menej efektívna pri vysokom tlaku patogéna a optimálnych podmienkach pre jeho rozvoj . Stupeň napadnutia potom závisí na interakcii patogén - hostiteľ - prostredie, a je otázne či je zdroj rezistencie za určitých podmienok prekonávaný komerčne využiteľný.

Hľadanie účinných dominantných génov u B. oleracea, ich prenos z iných druhov a rodov, prípadne konštrukcia génov rezistencie sú stále nosnými stratégiami v šlachtení na rezistenciu k *P. brassicae*.

3) Laboratórne testovanie a testovanie v poľných podmienkach

Väčšina laboratórií dnes pracuje s dokonale rozvinutými testami na mladých rastlinách v kontrolovaných podmienkach. Tieto testy však nemusia dávať odpoveď totožnú z reakciou genotypu v poľ-

ných podmienkach, pri dlhom pôsobení patogéna.

Pri testovaní na infekčných poliach vzniká naopak nebezpečenstvo posunu spektra patotypov v jednotlivých rokoch.

Literatura

Veškerá citovaná literatura je k dispozici u autora

S u m m a r y

Breeding for resistance to clubroot

Recent results of breeding for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) in the genus *Brassica* are summarized with a special consideration of resistance sources. Attention is paid to breeding programmes conducted in Research Institute of Vegetable Growing and Breeding (Olomouc). Main issue discussed in the present paper are pathogen variability, testing methods and interspecific hybridization.