

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie
a výživy rostlin

Kontaminace ovoce a zeleniny plísněmi
Bakalářská práce

Brno 2008

Vedoucí bakalářské práce:

Prof. RNDr. Marta Tesařová CSc.

Vypracovala:

Lenka Dvořáková

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Kontaminace ovoce a zeleniny plísněmi vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu literatury.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana AF MZLU v Brně.

dne.....

podpis bakaláře.....

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce
Prof. RNDr. Martě Tesařové CSc. za odborné vedení, konzultace, věcné připomínky a cenné
rady při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Lenka Dvořáková: Kontaminace ovoce a zeleniny plísněmi.

Pozornost je věnována morfologii a charakteristice nejvýznamnějších druhů plísní, vyvolávající kažení ovoce a zeleniny. Dále je uvedeno třídění mykotoxinů dle hlavních producentů plísní rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*. Popsány jsou rovněž plísňové choroby, vyskytující se na ovoci a zelenině a také výčet prostředků používaných k jejich eliminaci.

ANNOTATION

Lenka Dvořáková: Contamination of fruit and vegetables by fungi.

The work deals with the morphology and characteristics of the most important kinds of fungi, which cause decay of fruit and vegetables. Further is mentioned classification of the mycotoxins according to the main producers of fungi *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* kinds. In the work are also described fungal diseases of fruit and vegetables and means used to their elimination.

KLÍČOVÁ SLOVA: Plísně, ovoce, zelenina, kontaminace, mykotoxiny

OBSAH

1. Úvod	6
2. Charakteristika ovoce a zeleniny	7
3. Přirozená mikroflóra ovoce a zeleniny	7
4. Ochranné mechanismy ovoce a zeleniny	8
5. Plísňe vyskytující se na ovoci a zelenině	10
6. Vliv plísní na kvalitu ovoce a zeleniny	20
6.1. Kažení ovoce a zeleniny vyvolané plísněmi	21
6.2. Produkce mykotoxinů	25
7. Opatření proti kontaminaci ovoce a zeleniny plísněmi	30
7.1 Při pěstování	30
7.2. Při skladování	31
7.3. Při zpracování	32
7.4. Využití mikroorganismů – antagonistů pro potlačení patogenních plísní	36
8. Závěr	41
9. Seznam použité literatury	42

1. ÚVOD

Zdravé ovoce a zelenina jsou důležitým zdrojem vitamínů, minerálních látek a vlákniny, které jsou nezbytné pro správnou funkci organismu. Mezi nejdůležitější zástupce vitamínů, nacházejících se v ovoci a zelenině patří vitamin C, A, E a z minerálních látek selen. Vitamin C je obsažený zejména v černém rybízu, kiwi, citronech, v paprikách, křenu a celeru, má význam při potlačení nemocí, snížení hladiny cholesterolu v krvi, posílení imunitního systému, vylučování toxických látek z organismu, ochraně cév a v prevenci rakoviny. Vitamin A ovlivňuje růst a kvalitu tělních výsterek, tvorbu pigmentů a je zásadní pro prevenci plicních karcinomů. Vyskytuje se ve formě provitaminu v karotce, mangu, meruňkách a dýních. K významným antioxidantům patří vitamin E, obsažený v klíčkovém, slunečnicovém, kukuřičném a sójovém oleji, v máku, ořechách a sóji. Dalším antioxidantem z kategorie minerálních látek je selen, nacházející se v ořechách, česneku a cibuli. Byl zjištěn vztah mezi výskytem nádorových onemocnění a konzumací ovoce a zeleniny. Dostatečný přívod ochranných látek obsažených v ovoci a zelenině může snížit riziko těchto onemocnění na polovinu. Pro prevenci nádorových onemocnění má zásadní význam také vláknina vyskytující se ve všech potravinách rostlinného původu. Zdraví prospěšná je ale pouze konzumace nepoškozené zeleniny a ovoce. Pokud se na ovoci či zelenině vyskytly během pěstování, skladování nebo prodeji plísňe, hrozí potenciální přítomnost mykotoxinů. Znalosti faktorů, které omezují růst plísní jsou proto prakticky využitelné při omezování těchto škodlivých sloučenin.

2. CHARAKTERISTIKA OVOCE A ZELENINY

Ovoce jsou jedlé plody a semena vytrvalých kulturních i planě rostoucích stromů, keřů nebo bylin požitelné v čerstvém nebo upraveném stavu. Podle vyhlášky č. 322/1997 Sb. se čerstvé ovoce třídí na jádrové, peckové, bobulové, skořápkové a plody tropů a subtropů.

Ovoce je zdrojem vitamínů, minerálních látek, vlákniny a dalších ochranných látek.

Ve srovnání se zeleninou má ovoce vyšší energetický obsah vzhledem k vyššímu obsahu sacharidů (5 – 15%) a u některých druhů i tuků (olivy, avokádo, skořápkové ovoce, kde je obsah tuků v některých případech vyšší než 50%).

Zelenina jsou jedlé části, zejména kořeny, bulvy, listy, nat', květenství a plody jednoletých nebo víceletých rostlin, převážně pěstovaných, které se používají buď čerstvé, nebo upravené k lidské výživě. Podle vyhlášky se čerstvá zelenina třídí na – zeleninu košťálovou, kořenovou, listovou, luskovou, plodovou, cibulovou, natě, klasy a dužnaté výhonky. Z hlediska výživového je zelenina cennou potravinou. Je významným zdrojem vitamínů a ochranných látek, látek minerálních a vlákniny. Její energetická hodnota je nízká. Spotřebu, zejména čerstvé zeleniny, by bylo žádoucí zvýšit, k čemuž by mělo přispět i vhodné kuchyňské zpracování. (Gajdůšek, et al., 1999)

3. PŘÍROZENÁ MIKROFLÓRA OVOCE A ZELENINY

Běžná nepatogenní epifytní mikroflóra i patogenní mikroorganismy se dostávají na povrch případně dovnitř ovoce a zeleniny během pěstování (z půdy, atmosféry), sklizně, skladování a balení, popř. při prodeji. Hlavní přirozenou mikroflóru ovoce a zeleniny tvoří bakterie, kvasinky a plísňe, viz tab. č.1. Různé druhy přirozené mikroflóry mohou vyvolávat kažení. (Doyle, et al., 2001) Plísňe jsou reprezentovány celou řadou druhů (tab. 2).

Tab. č. 1 Nepatogenní mikroorganismy

NEPATOGENNÍ MIKROORGANISMY (po sklizni) $10^3 - 10^7/1g$		
	OVOCE	ZELENINA
Baktérie	<i>Bacillus, Acetobacter</i> (voda, půda, vzduch)	<i>Lactobacillus</i>
Plísňe	<i>Penicillium</i> (půda, vzduch)	<i>Aspergillus</i>
Kvasinky	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> (půda)	
Viry	ojediněle	Listová zelenina

Tab. č. 2 Druhy plísňí vyskytující se na ovoci/zelenině (Brackett, 2001)

Druh ovoce/zeleniny	Druh plísň
Citrusové plody	<i>Alternaria sp.</i> , <i>Penicillium digitatum</i>
Banány	<i>Colletotrichum musae</i> , <i>Fusarium roseum</i> , <i>Ceratocystis paradoxa</i>
Česnek	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Ceratocystis fimbriata</i>
Broskve	<i>Monilinia fructicola</i> , <i>Trichothecium sp.</i>
Hrozny	<i>Botrytis cinerea</i>
Ananas	<i>Ceratocystis paradoxa</i>
Rajčata	<i>Geotrichum candidum</i>
Jablka, hrušky	<i>Cryptosporiopsis malicorticus</i> , <i>Phylctena vagabunda</i>
Pomerače	<i>Penicillium sp.</i>
Višně	<i>Cladosporium herbarum</i>
Mrkev	<i>Alternaria sp.</i>
Salát, špenát	<i>Phytophthora spp.</i>
Brambory	<i>Fusarium sp.</i>
Celer	<i>Sclerotinia sp.</i>

4. OCHRANNÉ MECHANISMY OVOCE A ZELENINY

Nepoškozená zdravá rostlinná buňka má specifické mechanismy podporující její odolnost vůči mikrobiální kontaminaci. Před tím, než se mikrobiální kontaminace objeví, musí být tyto mechanismy překonány (Brackett, 2001). Většina ovoce se od zeleniny liší tím, že má kyslejší pH, viz tab. č. 3. Výjimku tvoří melouny, které mají vyšší obsah cukru. Nižší hodnoty pH omezují především rozvoj bakterií. (Doyle, et al., 2001)

K dalším ochranným mechanismům ovoce a zeleniny patří mikrobocidní látky, např. v ředkvi se nachází rafanin, rajčata obsahují tomanin T a brukvovité rostliny isothiokyanát (tab. č. 3).

Tab. č. 3 Hodnoty pH a obsah mikrobicidních látek v ovoci a zelenině

	OVOCE	ZELENINA
pH	2,3 – 4,8	4,0 – 6,5
Mikrobocidní látky	kyselina citronová	fytoncidy

Každý druh ovoce a zeleniny obsahuje látky, které brání rozvoji určitých skupin mikroorganismů. Protože jsou tyto látky ve vyšších koncentracích uvnitř plodů, nedovolují průnik mikroorganismům z povrchu plodu dovnitř. Výjimkou je plod s porušeným povrchem. Ovoce a zelenina má vybudovanou rezistenci vůči některým druhům mikroorganismů. Rozlišujeme rezistenci mechanickou a chemickou. (Müller, 1997)

Mechanická rezistence je tvořena epidermální vrstvou buněk na povrchu ovoce a zeleniny, tím vzniká ochranná bariéra proti napadení vnitřních tkání plodu. Hlavní součástí rostlinné epidermis je celulóza a pektin. Tyto látky tvoří bariéru, která odolává působení mnoha mikroorganismů. Jestliže je tato bariéra porušena, nastává průnik mikroorganismů do vnitřních tkání plodu. Některé mikroorganismy, především rostlinní patogeni, mají mechanismy, jejichž účinkem dochází k poškození ochranné bariéry plodu. (Brackett, 2001) Příkladem plodů s dobrou mechanickou rezistencí jsou mandle, ořechy, jablka, hrušky, třešně (s kutikulou) a bobuloviny (Müller, 1997).

Změny fyziologického stavu rostlin mohou vést k otevření vnější ochranné bariéry. Např. dehydratace zeleniny vede k oddělení buněk ochranné vrstvy a umožňuje tak vstup mikroorganismů do vnitřních tkání plodu. (Brackett, 2001)

Chemická rezistence je podmíněna geneticky. Mezi chemické sloučeniny zabezpečující chemickou rezistenci patří kyselina citrónová a jablečná. Jejich přítomnost vede ke snížení hodnot pH. Nízké hodnoty pH zabráňují rozvoji především bakterií, viz tab. č. 3. V řadě ovocných druhů je přítomná i kyselina benzoová, ale ve velmi nízkých koncentracích. Je charakteristická silnými antimikrobiálními účinky. Vyšší obsah kyseliny benzoové se může najít v borůvkách a švestkách. V nízkých koncentracích najdeme v některém ovoci i kyselinu salicylovou (hrozny, jahody, maliny). V nezralém ovoci se dá předpokládat vyšší množství

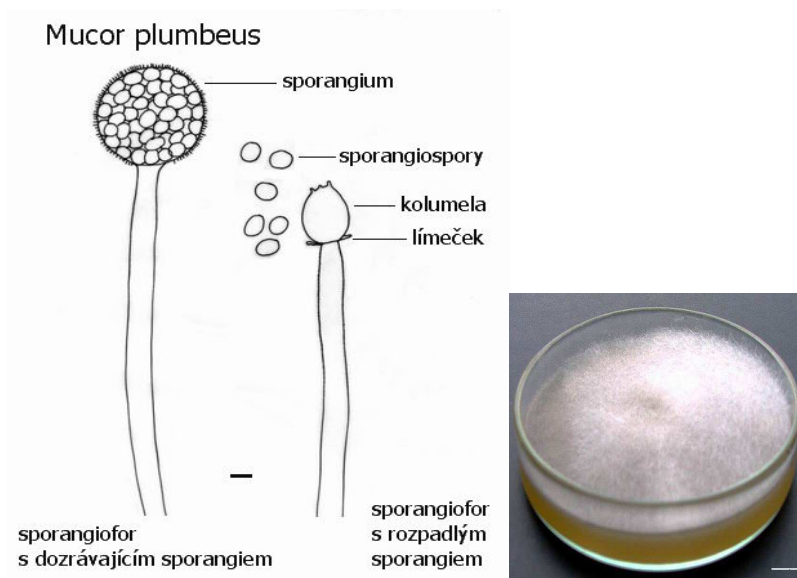
chemických látek zodpovědných za rezistenci, než v plodech zralých. Součástí nezralého ovoce jsou i třísloviny, které jsou pro mnohé mikroby toxické. V některých rostlinných druzích se nacházejí i účinné inhibitory růstu mikroorganismů – fytoncidy. Část těchto látek se řadí mezi antibiotika. Chemické složení fytoncidů ještě není plně objasněno. Jejich složkou ale jsou téměř vždy éterické oleje, vyšší alkoholy, fenoly, fenolétery, kyseliny a aromatické aldehydy. Velmi silně antibakteriálně působí i chlorofyl, který např. brzdí růst bakterie *Streptococcus pyogenes*. Ochrannou funkci mají i fytoalexiny. Fytoalexiny jsou stresové metabolity rostlin. V menších koncentracích se nacházejí hlavně ve skladované zelenině. (Görner, Valík, 2004)

Ovoce má obvykle lepší obranné mechanismy než zelenina. Mezi významné obranné mechanismy patří např. silnější pokožkové tkáně a vyšší koncentrace antimikrobiálních organických kyselin. Na ovoci se vyskytují převážně *xerofilní* a *osmofilní plísňe*. (Doyle, et al., 2001)

5. PLÍSNĚ VYSKYTUJÍCÍ SE NA OVOCI A ZELENINĚ

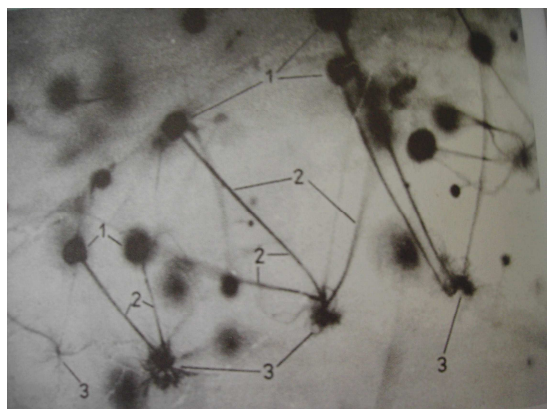
Plísňe osidlující ovoce a zeleninu patří ze systematického hlediska především do třídy *Zygomycetes* nebo podmenu *Ascomycotina*.

Do třídy *Zygomycetes* řadíme plísňe rodu ***Mucor***. Je nejrozsáhlejším rodem této třídy, který zahrnuje přes 100 druhů, např. *Mucor javanicus*, *Mucor rouxii*, *Mucor plumbeus*. Na ovoci a zelenině tvoří volně vláknitý, většinou bělavý porost s kulovitými nahnědlými sporangii, jejichž kolumela má různý tvar, viz obr. č. 1. Některé druhy produkují mykotoxiny, jiné jsou navíc ještě patogenní. (Šilhánková, 2002) Kolonie jsou rychle rostoucí, sporangiofory rozvětvené, sporangia kulovitá, s ostnitou stěnou, ve zralosti hnědošedá. Kolumely mají tvar hruškovitý, obvejčitý tvar s utátnou bazí nebo válcovitě elipsovité, s patrným límečkem na bazi, často s několika výběžky na vrcholu. Sporangiospory jsou většinou kulovité, někdy elipsovité nebo nepravidelného tvaru, oválné, žlutohnědé, jemně bradavčité.



Obr. č. 1 Perokresba a fotografie plísně *Mucor plumbeus* (Chumchalová, 2005)

Plísně rodu ***Rhizopus*** jsou v přírodě velmi rozšířeny. Způsobují kažení ovoce a jiných potravin. Některé druhy tvoří mykotoxiny, jiné jsou patogenní. Tvoří dlouhé hyfy, sporangiofory vyrůstají po 2 až 3 ze šlahounovitých hyf v místech, kde vznikají kořínkovité hnědavé útvary zvané rhizoidy (obr. 2). Konec sporangioforu pod sporangiem je rozšířený v tzv. apofýzu a přechází spojitě v čočkovitou kolumelu, (Obr. 3). Patří sem např. druhy *Rhizopus japonicus*, *Rhizopus delemar*, *Rhizopus nigricans* (Šilhánková, 2002)



Obr. č. 2 *Rhizopus nigricans*
(Šilhánková, 2002)

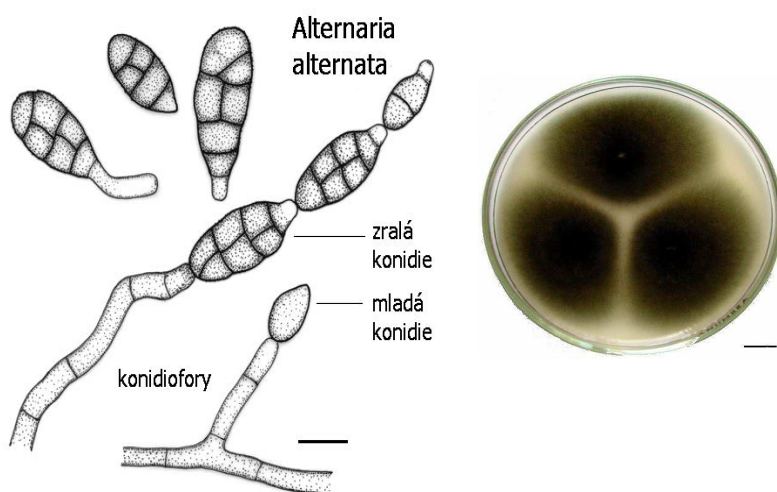
- 1 – sporangium
- 2 – sporangiofor
- 3 – rhizoidy



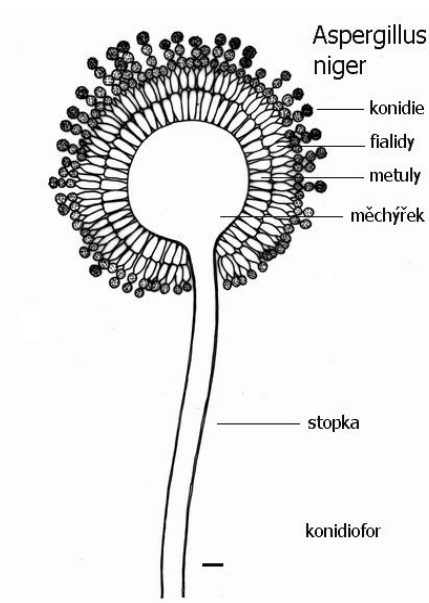
Obr. č. 3 Zralé prasklé sporangium s uvolněnými spory u rodu *Rhizopus nigricans*
(Šilhánková, 2002)

Do podkmenu *Ascomycotina* patří plísně rodu *Alternaria* – způsobují ve skladištích zeleniny hlavně skvrnitost košťálovin a černou hnilobu mrkve, některé kmeny produkují mykotoxiny. Tmavá barva spor (zelenočerná až hnědočerná) i tmavé zbarvení mycelia chrání tuto plíseň před nepříznivými účinky slunečního světla (obr. 4), a proto se vyskytují často ve vzduchu, v přírodě i v různých potravinářských provozech. (Šilhánková, 2002) Rozmnožuje se nepohlavně konidiemi. Hlavním zástupcem je *Alternaria alternata*. Konidie má tmavě pigmentované, vícebuněčné, s příčnými i podélnými přehrádkami (zdřovité), kyjovité nebo hruškovité, zužující se na vrcholu v krátký výběžek. (Chumchalová, 2005)

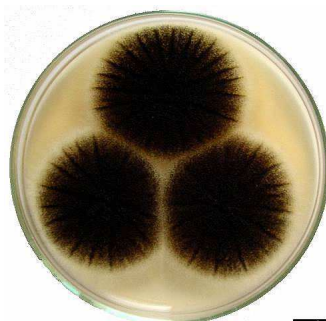
Obr. č. 4 Perokresba a fotografie plísně *Alternaria alternata* (Chumchalová, 2005)



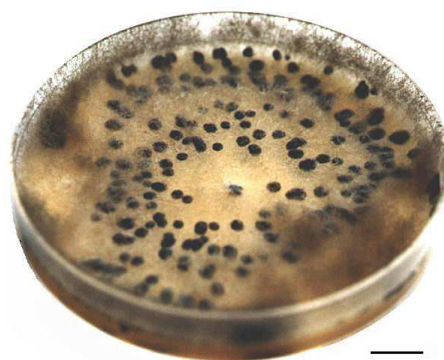
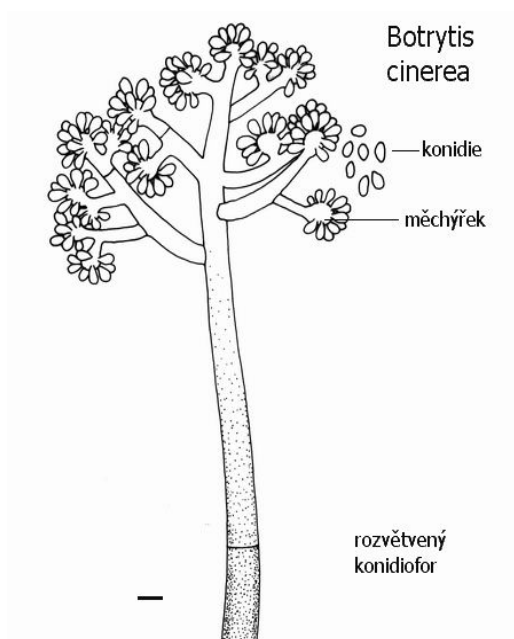
Aspergillus a některé jeho toxigenní druhy kontaminují povrch ovoce (Šilhánková, 2002). V přírodě jsou velmi rozšířeny. Nejvýznamnějším zástupcem napadajícím především zeleninu je *Aspergillus niger* (obr. č. 5). Rozmnožuje se nepohlavně konidiemi, kolonie jsou černé a rychle rostoucí. Konidiofory má různě dlouhé, s hladkou nezbarvenou stopkou. Měchýřek je kulovitý, konidiální hlavice jsou paprsčité. (Chumchalová, 2005)



Obr. č. 5 Perokresba a fotografie plísně *Aspergillus niger* (Chumchalová, 2005)

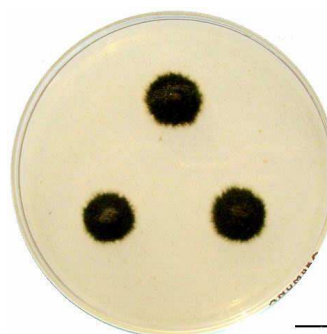
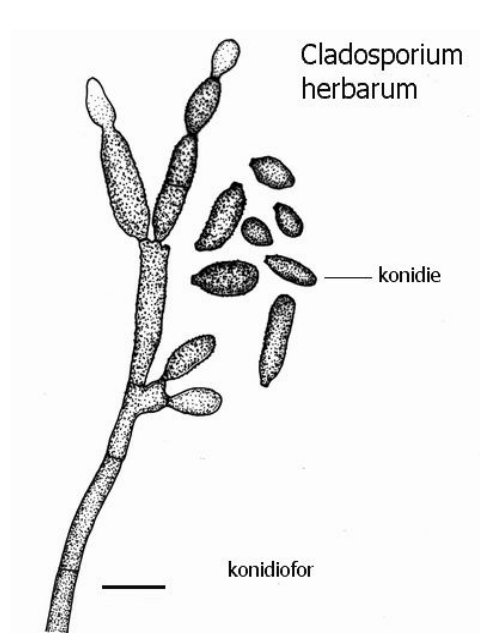


Botrytis patří k psychrofilům a způsobuje hnilobu ovoce skladovaného při nízkých teplotách. Při vlhkém počasí způsobuje hnití jahod a cibule. (Šilhánková, 2002) Nejvýznamnějším zástupcem je *Botrytis cinerea*, rozmnožuje se nepohlavně konidii a sklerocii. Kolonie rostou rychle, pokrývají celou Petriho miskou, jsou vlnaté, často chomáčkovitě, šedavé. Později se mohou tvořit černá sklerocia (obr. č. 6). Konidiofory jsou různě dlouhé, s hladkou stopkou ve spodní části nahnědlou, na konci bohatě nepravidelně větvené. Větve jsou krátké, na vrcholu zduřelé v měchýřek, konidie vyrůstají jednotlivě. (Chumchalová, 2005)



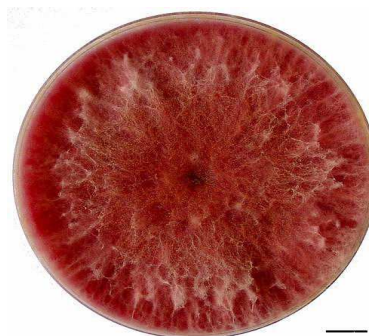
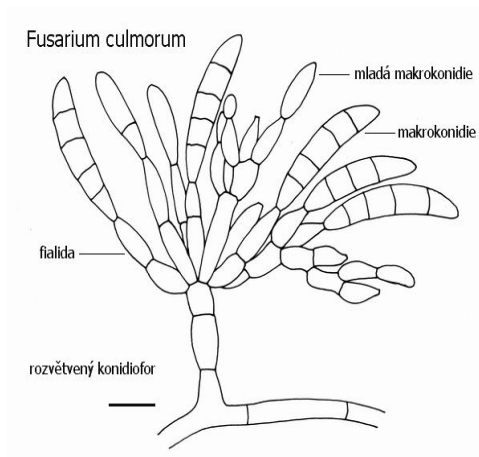
Obr. č. 6 Fotografie a perokresba plísně *Botrytis cinerea* (Chumchalová, 2005)

Cladosporium často parazituje na rostlinách (chmelu, máku, okurkách, rajčatech aj.). U jablek působí černí neboli melanózu. Rozkládá celulosu, pektiny a tuky. Spory i starší mycelium jsou podobně jako u rodu *Alternaria* tmavě zbarveny (obr. č. 7). Ovoce bývá často napadáno druhy, produkující mykotoxiny. (Šilhánková, 2002) Hlavním zástupcem je plíseň *Cladosporium herbarum*, která se rozmnožuje asexuálně konidiiemi a sexuálně askosporami. Kolonie jsou pomalu rostoucí. Má bradavčité konidie. Podobný druh s bradavčitými konidiiemi, ale širšími má i *Cladosporium macrocarpum*. (Chumchalová, 2005)



Obr. č. 7 Perokresba a fotografie plísně *Cladosporium herbarum* (Chumchalová, 2005)

Fusarium je velmi rozsáhlý rod a v přírodě velmi rozšířený. Způsobuje kažení jablek, rajčat, brambor, aj. Některé jeho druhy způsobují choroby rostlin, jiné produkují toxiny, které mohou vést k vážnému onemocnění člověka. (Šilhánková, 2002) Do této skupiny patří např. *Fusarium culmorum* a *Fusarium roseum*. Kolonie porůstají celou Petriho miskou světle růžovožlutým myceliem (obr. č. 8). Do média je produkován červený až vínový pigment. Konidiofory jsou obvykle větvené, fialidy krátké, makrokonidie vřetenovité a zakřivené, mikrokonidie nejsou produkovány. Někdy se tvoří jednotlivě nebo v řetězcích chlamydospory. (Chumchalová, 2005)



Obr. č. 8 Perokresba a fotografie plísně *Fusarium culmorum* (Chumchalová, 2005)

Monilia produkuje dlouhé řetězce oidií, jež tvoří bělavé až oranžové povlaky na nejrozličnějším materiálu (obr. 9). Působí velké škody na téměř všech druzích ovoce. (Šilhánková, 2002) Rozmnožuje se nepohlavně, plodnice tvoří uspořádané kruhy drobných polštářků s konidiemi. Spóry mají špičaté konce. Napadené plody většinou opadávají, jsou kožovité, nezcvrklé, černé, lesklé, bez soustředných kruhů. Hlavním zástupcem je plíseň *Monillia fructigena*, napadající především jablka a hrušky. (Chumchalová, 2005)



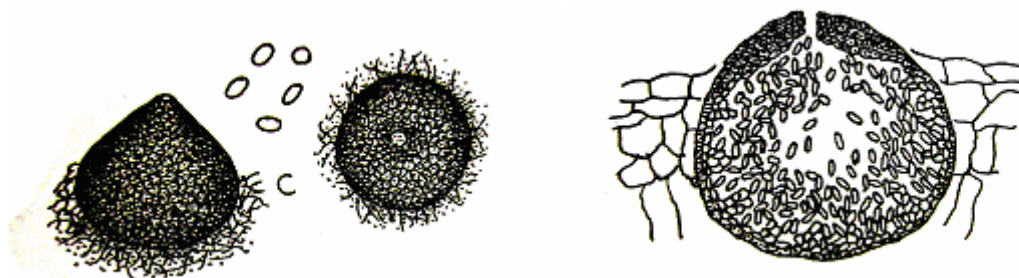
Obr. č. 9 Fotografie rodu *Monilia* na ovoci (www.biolib.cz)

Penicillium je nejrozšířenějším a nejrozsáhlejším rodem plísní, zahrnuje asi 150 druhů. Tvoří kolonie s velkým množstvím žlutozelených až modrozelených konidií, které jsou na různých potravinách patrné jako zelené, sametové až moučné povlaky (obr. č. 10). Okraje kolonií, na nichž nejsou spory, jsou bílé. Příslušníci tohoto rodu způsobují kažení především ovoce a zeleniny. Ovoce je napadáno i druhy, které tvoří mykotoxiny. Nejrozšířenějším druhem je *Penicillium expansum*, které je hlavní příčinou ztrát při skladování ovoce (jablek, hrušek, hroznů, třešní apod.). (Chumchalová, 2005)



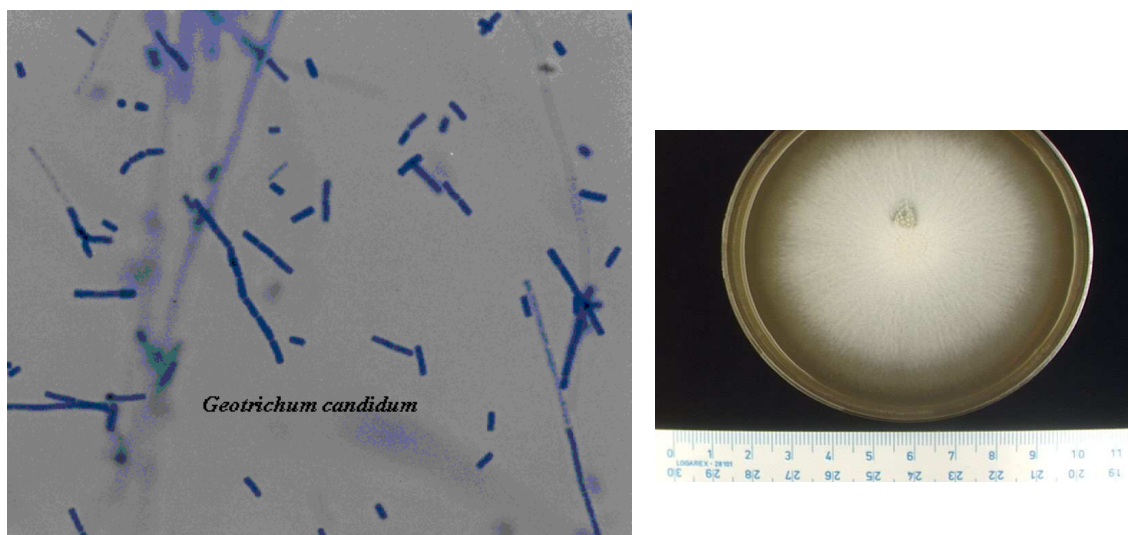
Obr. č. 10 Mikroskopický snímek a fotografie plísně rodu *Penicillium* (www.botany.upol.cz)

Nejdůležitější z rodů, které tvoří tmavá pyknidia a napadají rostliny je **Phoma**. Způsobuje škody na ovoci a zelenině. Některé druhy produkují hořké látky, které se nepříznivě uplatňují hlavně na rajčatech. (Šilhánková, 2002)



Obr. č. 11 Perokresba rodu *Phoma* (Barnett, 1958)

Rod **Geotrichum** reprezentuje jeden druh *Geotrichum candidum*. Má bohaté mycelium s askosporami a bílé sametové až vatovité kolonie (obr. č. 12). Nemá kvasné schopnosti. Rozmnožuje se vegetativně i pohlavně. Vyskytuje se jako častá kontaminace citrusů, mléčných výrobků, hlavně tvarohu a jogurtu, droždí, kysaného zelí a tukových tkání masa, neboť obsahuje proteolytické a lipolytické enzymy. (Šilhánková, 2002)



Obr. č. 12 Mikroskopický snímek a fotografie *Geotrichum candidum* (Chumchalová, 2005)

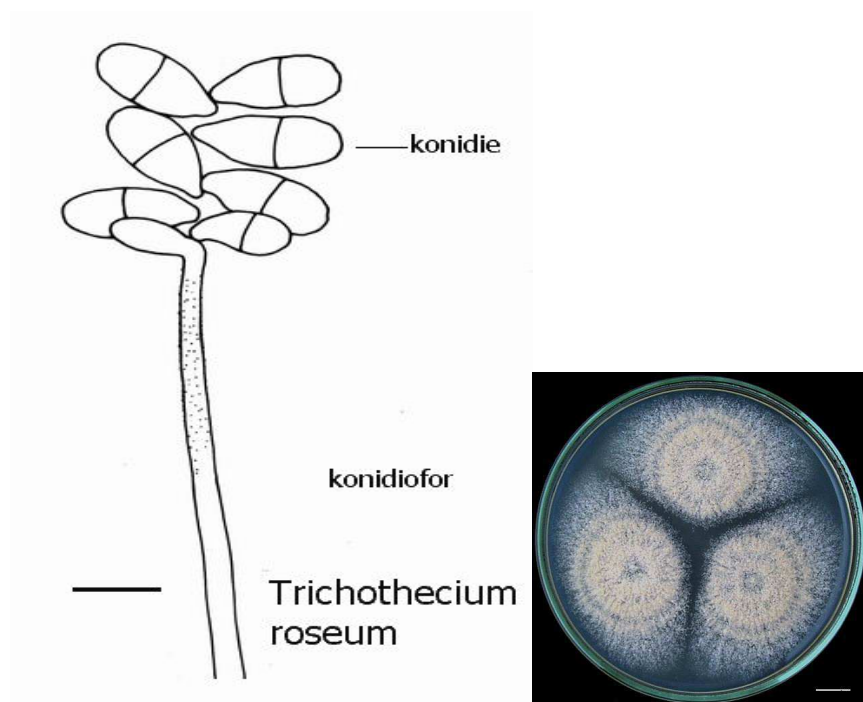
Nejdůležitějším zástupcem rodu **Phytophthora** je *Phytophthora infestans* (obr. 13). Napadá především hlízy brambor.



Obr. č. 13 Mikroskopický snímek rodu *Phytophthora* (Chumchalová, 2005)

Do třídy *Deuteromycetes* patří rod ***Trichothecium***, který zahrnuje např. plíseň *Trichothecium roseum*, která se rozmnožuje nepohlavně konidiemi. Kolonie jsou růžové a rychle rostoucí. Konidiofory jsou nevětvené, vzpřímené. Na jejich konci vyrůstají bazipetálně konidie (obr. č. 14). Tvoří řetízky charakteristického tvaru, které se snadno rozpadají. Konidie jsou dvoubuněčné. Produkuje mykotoxiny. (Chumchalová, 2005)

Obr. č. 14 Perokresba a fotografie plísně *Trichothecium roseum* (Chumchalová, 2005)

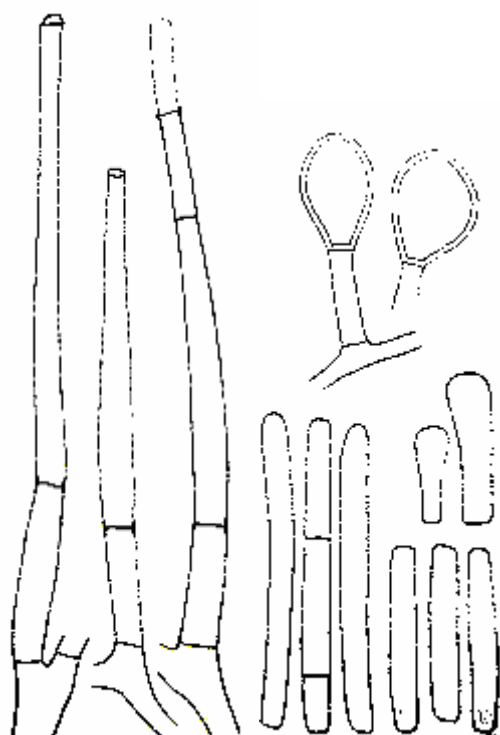


Mezi další plísně vyskytující se na ovoci a zelenině patří plísň z rodu ***Colletotrichum***, např. *Colletotrichum musea*, *Colletotrichum gloesporioides*, které tvoří řídké, průhledné mycelium s tmavějšími septy (obr. č. 15). Rozmnožuje se nepohlavně konidiemi. Kolonie mají cylindrický tvar a jsou zbarveny oranžově, červeně nebo nahnědle. Některé druhy se vyskytují v půdě. (Chumchalová, 2005)



Obr. č. 15 Perokresba rodu *Colletotrichum* (Domsch, 1993)

Ceratocystis – kolonie jsou tmavě zbarveny, tvoří jednobuněčné, bezbarvé askospóry (obr. č. 16). V přírodě je tento rod velmi rozšířen. Zahrnuje saprofytické i parazitické druhy. (Chumchalová, 2005)



Obr. č. 16 Perokresba rodu *Ceratocystis* (Domsch, 1993)

6. VLIV PLÍSNÍ NA KVALITU OVOCE A ZELENINY

Různá barviva konídií i endospór plísní je chrání před nepříznivými účinky ultrafialové složky slunečního světla, a proto se tedy plísně vyskytují jako velmi častá vzdušná kontaminace. Vzhledem k přísně aerobní povaze se mohou plísně rozmnožovat většinou pouze na povrchu napadeného materiálu, uhlíkaté živiny využívají vysoce efektivně. Přísně aerobní povaha spolu se širokým enzymovým vybavením umožňuje plísním napadat nejrozličnější organické materiály. Protože plísně mají schopnost využívat vzdušnou vlhkost a okludovanou vodu, napadají tyto materiály, pokud jsou však uloženy ve vlhkém prostředí. Plísně mají výhodu také v tom, že jsou schopny napadat i neporušená rostlinná pletiva (např. zeleniny, měkkého ovoce, cukrovky), čímž otvírají bránu bakteriálnímu rozkladu. (Görner, Valík, 2004)

Plísně mají schopnost se rozmnožovat i za velmi nízkého pH, což jim umožňuje uplatnit se i tam, kde většina bakterií není schopna metabolismu, např. na kyselém ovoci, ovocných šťávách a džemech (Šilhánková, 2002).

Přehled plísní znehodnocujících některé druhy ovoce a zeleniny uvádí tab. č. 4.

Tab. č. 4 Plísně znehodnocující ovoce a zeleninu (Jay, et. al, 2005)

Produkt	Druh mikroorganismu	Druh ovoce, zeleniny
Ovoce	<i>Colletotrichum musae</i>	Banány
	<i>Fusarium roseum</i>	Banány
	<i>Alternaria sp.</i>	Citrusy
	<i>Geotrichum candidum</i>	Citrusy
	<i>Penicillium digitatum</i>	Citrusy
	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Jablka
	<i>Venturia</i>	Jablka
Zelenina	<i>Monillia fructigena</i>	Jablka, hrušky
	<i>Penicillium expansum</i>	Pomeranče, jablka
	<i>Fusarium</i>	Hlízy brambor
	<i>Phytophthora infestans</i>	Hlízy brambor
	<i>Spongospora</i>	Hlízy brambor
	<i>Synchytrium</i>	Hlízy brambor
	<i>Aspergillus niger</i>	Cibule
	<i>Botrytis</i>	Cibule
	<i>Colletotrichum sp.</i>	Cibule
	<i>Penicillium sp.</i>	Cibule, česnek, celer, mrkev
	<i>Cladosporium</i>	Rajčata
	<i>Geotrichum candidum</i>	Rajčata

6.1. Kažení ovoce a zeleniny vyvolané plísněmi

Kažení – proces se týká mnoha změn, které nastávají v potravině a činí tak potravinu nepříjemnou pro lidskou spotřebu. Projevuje se nevhodnou barvou, vůní, příchutí a tyto vlastnosti často slouží jako varování konzumenta. Příčinou je nevhodné uložení nebo příliš dlouhé uskladnění potravin. (Doyle, et. al., 2001)

Existují tři zřejmé typy kažení rostlinných produktů. Prvním typem je aktivní kažení, jehož příčinou jsou patogenní mikroorganismy zavádějící infekci do zdravých produktů, což vede ke snížení smyslové kvality. Druhým typem je pasivní kažení, kdy mikroorganismy napadají vnitřní tkáň přes poškozenou epidermální tkáň. Podobné pasivní kažení může nastat, pokud mikroorganismy získají vstup do vnitřních tkání přes poranění (třetí typ). Příčinou poranění mohou být rostlinní patogeny. Tyto typy kažení nastávají při poškození plodu při sklizni nebo při napadení hmyzem. (Doyle, et al., 2001)

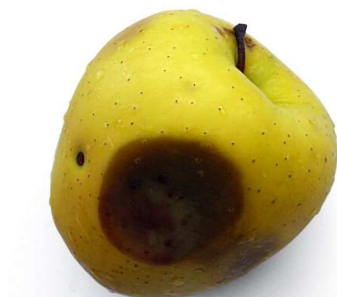
Skladovanou zeleninu může napadnout řada plísní, které mají obvykle velmi široké pole působnosti a mohou poškozovat nejrůznější druhy zeleniny. Mnohé nakazí zeleninu v době jejich růstu na poli. Pronikají do ní přes přirozené otvory, poškozením povrchu a často pronikají do pletiva i s pomocí pektinolytických enzymů přes parenchym. Plísně rodu *Botrytis*, například, *B.cinerea* jsou nejvýznamnějšími škůdci chlazené skladované zeleniny, hlávkové kapusty, květáku, papriky, zelené fazole a jiných. *Botrytis allii* způsobuje na cibuli tmavohnědé až černé fleky (krčková hniloba). Vyskytuje se především při nedostatečné cirkulaci vzduchu v prostorách skladu. Tyto plísně rostou dobře i při teplotách blízko 0°C a jejich růst je podporovaný příliš vysokou vlhkostí vzduchu. Do pletiva pronikají průduchy nebo přes nepoškozené povrchové struktury s přispěním pektinolytických enzymů. (Görner, Valík, 2004)

U ovoce se může vyskytovat např. **šedá hniloba** (*botrytis* – hniloba), která vzniká působením plísně *Botrytis cinerea*, která napadá plody již na stromech (obr. č. 17). Zdrojem kontaminace bývá převážně odumřelý rostlinný materiál na povrchu půdy. Nákaza začíná již při kvetení stromů na odumřelých květech a přenáší se na plod. Mimořádně náchylné jsou jahody a hrozny, ale i jádrové a peckové ovoce. Nepříznivé povětrnostní podmínky, ale i vlhkost a chlad, růst těchto plísní podporují. Na uskladněném ovoci se plísně lehko přenášejí z plodu na plod kontaktem. Jejich růst se projevuje i při chladírenských teplotách, až po -1 °C. V pokročilém stádiu šedé hniloby vyrůstá vatovité mycelium. (Görner, Valík, 2004)



Obr. č. 17 Fotografie šedé hniloby na jablku (Gudkovskij, 1984)

Hnědá hniloba (gleosporium-hniloba) vzniká působením plísně *Gleosporium album* rostoucí na povrchu plodů. Plody bývají nakažené touto plísní už před jejich sběrem. Plíseň proniká přes stomata do plodu a způsobuje v něm hořkou chuť jeho dužiny. Tato plíseň roste i při chladírenských teplotách. Napadá hlavně ovoce. Ve skladech se obvykle objevuje až po víceměsíčním skladování a projevuje se okrouhlými, ostře ohraničenými hnílnými místy (obr. č. 18). (Görner, Valík, 2004)



Obr. č. 18 Fotografie hnědé hniloby na jablku

(<http://www.chovatelka.cz>)

Monilia-hniloba (sklerotiniová-hniloba) vzniká hlavně na peckovém ovoci (švestky, třešně, broskve), méně často na jádrovém. Tento druh hniloby způsobují druhy rodu *Sclerotinia*, hlavně *S. fructigena* (konidiová forma *Monilia fructigena*) a *Sclerotinia laxa* (*Monilia cinerea*). Obraz této hniloby se tvoří při sporulaci plísni rodu *Monilia*. Tvoří se malé šedé polštářky mycélia, které jsou, např., na jablku uspořádané do kruhu (obr. č. 19). Současně vzniká hnědá mokrá hniloba. Když *Monilia* nefruktifikuje (nesporuluje), vzniká černá hniloba, která vede přes suchou hnilobu až k mumifikaci plodů. Plody jsou těmito plísněmi kontaminované už na stromech, přes jejich rány pronikají do dužiny. Kontakty zralých plodů s mumifikovanými už na stromě nebo ve skladě mají za následek rychlé šíření těchto škodlivých plísní. (Görner, Valík, 2004)



Obr. č. 19 Fotografie moniliové hniloby na jablkách
(<http://www.floranazahrade.cz>)

Zelená a modrá hniloba (peniciliová hniloba) vzniká působením plísně *Penicillium expansum*, která je významně zodpovědná i za produkci mykotoxinu patulinu. Způsobuje zkažení především jádrového ovoce (jablek). *Penicillium digitatum* a *P. italicum* jsou původce zelené a modré hniloby citrusových plodů. Napadená místa se nejdříve vyznačují malými hnědými změnami kůry, později se objevují šedobílé plísňové polštářky s



modrozelenými koloniemi konidií (obr. č. 20). Konídie penicílií se běžně nachází na samotném ovoci, ve skladech a na obalovém materiálu. Do dřene pronikají přes poškozenou kůru, ale i přes stomata. (Görner, Valík, 2004)

Obr. č. 20 Fotografie zelené a modré hniloby
(<http://www.wine.cz>)

Skladová strupovitost vzniká působením zástupců plísní rodů *Venturia* (konidiová forma *Fusicladium*), na jablkách vlivem *Venturia inaequalis*, na hruškách a peckovitém ovoci je příčinou *Venturia perina*. Tyto mikromycety už v čase vegetační periody způsobují strupovitost na listech. Skladová infekce konídiemi a askospórami vzniká obvykle krátce před sběrem a přenáší se větrem, deštěm a kontaktem. Málokdy se strupovitost vyvine až po víceměsíčním skladování.

Kromě výše uvedených nejvýznamnějších plísňových škůdců se na kažení ovoce může podílet řada dalších méně rozšířených druhů. *Phytophthora cactorum* způsobuje choroby jádrového ovoce, jahod a jiného ovoce. Druhy rodu *Aspergillus*, např. *A.niger* způsobují

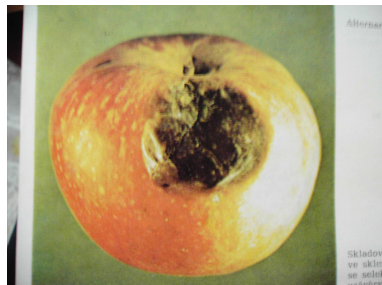
černou hnilobu hroznů a broskví. Druhy rodu *Rhizopus*, např. *R.nigricans* způsobují měkkou hnilobu jahod. Na vzniku některých chorob se podílí společně více rodů plísní. Změny ovoce způsobených plísněmi se velmi podobají změnám způsobených jinými mechanizmy. Příčinou může být nevhodný přívod živin v době růstu, nedostatek kyslíku, vysoký obsah CO₂ v atmosféře skladu a nízká teplota. (Görner, Valík, 2004)

Zelenina má poměrně vysoké hodnoty pH (rajčata 4,4–4,0 – nejnižší a kukuřičná zrna nejvyšší 6,1-6,5), viz. tab. č. 3, proto se na jejím kažení vedle plísní a kvasinek zúčastňují i bakterie. Významnou složkou přírodní mikroflóry zelenin jsou bakterie mléčného kvašení. Na zdravých rostlinách dominují příslušníci čeledě *Streptococcaceae* (*Leuconostoc*) a druhy rodu *Lactobacillus*. Zelenina roste v půdě nebo její bezprostřední blízkosti, proto je vždy kontaminovaná půdní bakteriální a plísňovou mikroflórou (1g půdy může obsahovat až 10⁹ KTJ). Mezi nimi je řada potenciálních škůdců, plísní produkujících mykotoxiny a sporulujících bakterií (např. *Clostridium botulinum*, *C.perfringens* a *Bacillus cereus*), které se řadí mezi toxikogenní mikroorganismy. Zelenina je vždy velmi kontaminovaná mikroorganismy, za sucha prachem a za vlhka blátem. Při vysoké vlhkosti a zvýšené skladovací teplotě rostou na zelenině velmi dobře fytopatogenní druhy bakterií rodu *Erwinia* a *Xanthomonas*. Při nižších skladovacích teplotách dominují plísně a kvasinky. (Görner, Valík, 2004)

Bílou hnilobu způsobenou plísněmi vyvolávají druhy rodu *Sclerotinia* hlavně u hlávkového zelí, salátu, mrkve a řady dalších druhů zeleniny. Projevuje se bílým vatovitým mycéliem, které obaluje napadenou zeleninu. V mycéliu se tvoří černá sklerócia. I plísně rodu *Sclerotinia* snášejí, podobně jako druhy rodu *Botrytis*, nízké skladovací teploty. Pronikají do pletiva i přes intaktní povrch. Jejich růst podporuje nedostatečná cirkulace vzduchu ve skladovacích prostorách. Plísně rodu *Rhizopus* se vyznačují významnou pektinolytickou aktivitou a způsobují bílou hnilobu na okurkách a jiné zelenině. Bílé vatovité mycélium s drobnými černými tečkami sporangií obaluje napadená místa jako pavučina. Dobře rostou při skladovacích teplotách vyšších jak 10⁰C. (Görner, Valík, 2004)

Černou hnilobu způsobují hlavně druhy rodu *Alternaria* (*A.brassicae*), které rostou i při teplotě 2⁰C. Tvoří v šedém mycéliu černé konídie. Napadeny bývají nejčastěji květák, paprika, mrkev a rajčata. Kažení rajčat mohou způsobit i černé plísně *Phoma destructiva*, které vytváří v plodě černé jádro, jako i *Didymela lycopersicii*. Plísně rodu *Colletotrichum*,

Fusarium, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, a *Colletotrichum* mají v oblibě vlhké a teplé prostředí. Způsobují tmavozelené až černé skvrny, např. na fazoli, cibuli, rajčatech, na hrášku, ale i na ovoci, např. jablkách (obr. č. 21). *Phytophthora infectans* způsobuje na rajčatech hnědé fleky (hnědá hniloba). *Rhizoctonia* způsobuje hnilobu mrkve (*R. carotae*). (Görner, Valík, 2004)



Obr. č. 21 Fotografie černé hniloby na jablku (Gudkovskij, 1984)

Snížování biologické hodnoty potravin - plísně využívají po kontaminaci potravin některé složky, především vitamíny, minerály a další živiny. Tím dochází ke snížení jejich obsahu v potravinách a ke snížení biologické hodnoty potravin. (Ostrý, 1998)

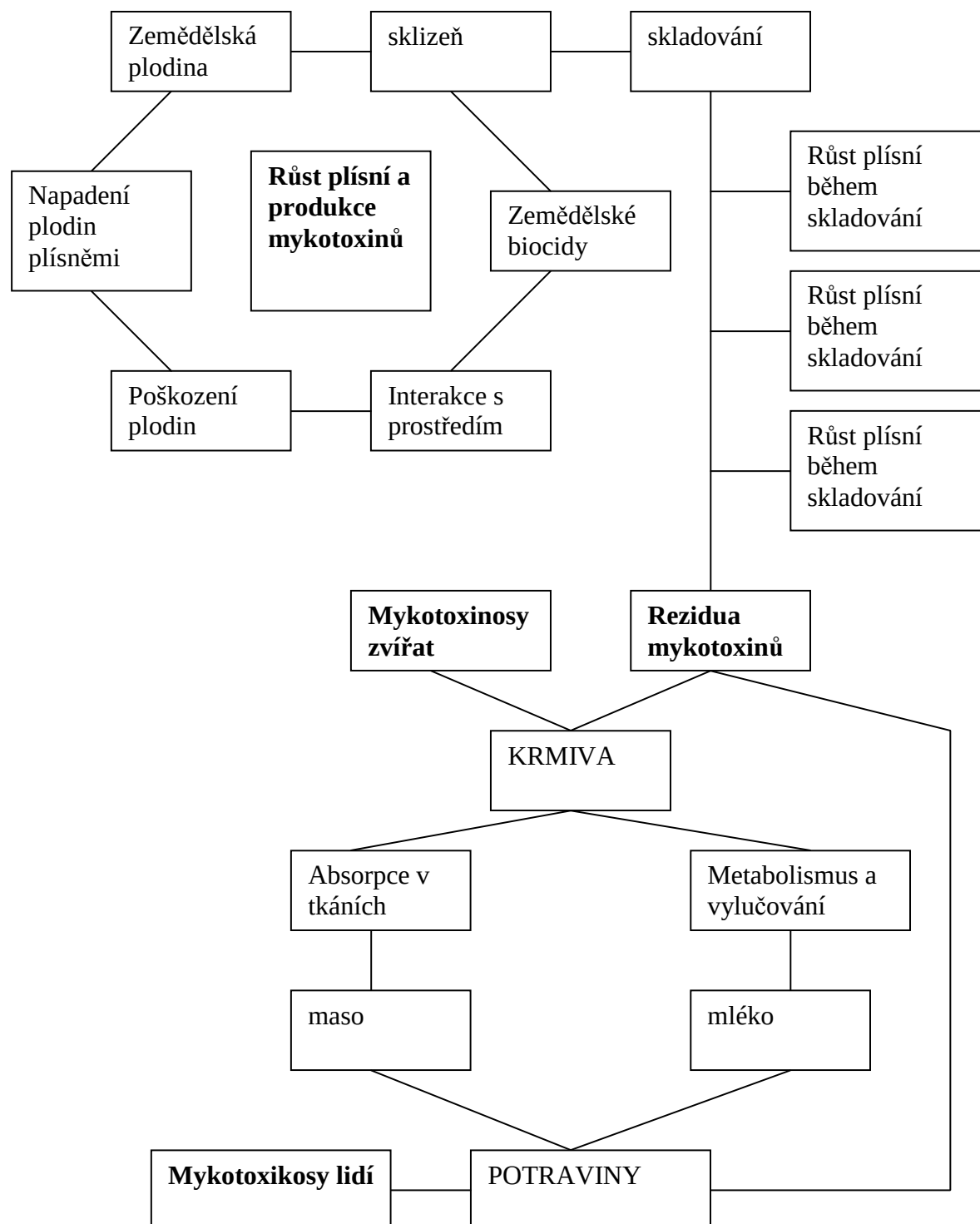
6.2. Produkce mykotoxinů

Mykotoxiny jsou toxické sekundární metabolity řady druhů mikroskopických vláknitých hub (plísní), které mohou kontaminovat široké spektrum potravin a krmiv. Producenti těchto nebezpečných přírodních kontaminantů vyvolávají u člověka a zvířat různé toxické syndromy nazývané souhrnně mykotoxikozy. Plísně jsou všudypřítomné, a tak se mykotoxiny vyskytují prakticky na všech úrovních potravního řetězce většiny živočichů jak dokumentuje tab. č. 5 (Velíšek, 2002)

Mykotoxiny jsou látky, které vlastnímu producentu neškodí, ani ho nijak neovlivňují, pro řadu ostatních organismů jsou však i v nízkých koncentracích toxické. Z celkového počtu 114 druhů plísní, které mají význam v potravinářství, je 65 druhů toxinogenních. Určitý mykotoxin může být produkován zástupci několika rodů toxigenních plísní. Platí, že záchyt toxigenních plísní v potravinách ještě neznamena přítomnost mykotoxinů. (Ostrý, 2000)

Mykotoxiny jsou členěny podle různých hledisek, tj. podle účinku či producentů (tab. č. 6 a 7).

Tabulka č. 5 Faktory ovlivňující výskyt mykotoxinů v potravinách a krmivech (Velíšek, 2002)



Tabulka č. 6 Členění mykotoxinů podle toxických účinků (Ostrý, 1998).

Toxický účinek	Zástupce	Producent
Hepatotoxiny	<i>Aflatoxiny, luteoskyrin, sterigmatocystin</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
Nefrotoxiny	<i>Citrinin, ochratoxin A</i>	<i>Penicillium citrinum, Penicillium viridicatum</i>
Toxiny GIT	<i>Trichotheceny</i>	<i>Fusarium, Trichothecium, Myrothecium</i>
Neurotoxiny	<i>Penitrem A., fumitremorgeny, verruculogeny, fumonisiny</i>	<i>Aspergillus fumigatus, Penicillium simplicissimum</i>
Dermatotoxiny	<i>Trichotheceny, psolareny, verrucariny, sporidesminy</i>	<i>Trichothecium, Pithomyces chartarum</i>
Estrogeny	<i>Zearalenon</i>	<i>Gibberella zeae</i>
Imunotoxiny	<i>Aflatoxiny, ochratoxin A, trichotheceny, patulin</i>	<i>Aspergillus clavatus</i>
Hematotoxiny	<i>Aflatoxiny, ochratoxin A, zearalenon, trichotheceny</i>	<i>Trichothecium roseum</i>
Genotoxiny	<i>Aflatoxiny, citrinin, ochratoxin A, fumonisiny, patulin, griseofulvin, fusarin</i>	<i>Aspergillus flavus, Penicillium griseofulvum</i>

Tabulka č. 7 Přehled nejdůležitějších mykotoxinů (Komprda, 2007)

Základ chemické struktury	Název toxinu	Hlavní producenti	Nejdůležitější toxické účinky
kumarin	aflatoxin B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂ , M ₁ , M ₂	<i>Aspergillus flavus, A.parasiticus</i>	hepatotoxicita, nádory jater (zvíře) gastritidy
kumarin	ochratoxin A	<i>A.ochraceus Penicillium verrucosum</i>	nefrotoxicita nádory močového ústrojí (zvíře) teratogenita (zvíře)
lakton resorcinové kyseliny	zearalenon	<i>Fusarium spp.</i>	Estrogenní účinky
sesquiterpenoidy	nivalenol	<i>Fusarium spp.</i>	záněty trávicího traktu

(trichoteceny)	deoxynivalenol		poškození krvetvorby anémie aborty (zvíře) imunosuprese (zvíře)
C20 alifatický řetězec se dvěma zbytky trikarballylové kyseliny	fumonisin	<i>Fusarium moniliforme F.proliferatum</i>	hepatotoxicita nádory jater nádory jícnu plicní edém (prase) leukoencefalomalacie (kůň)
furopyranon	patulin	<i>Penicillium expansum</i>	nefrotoxita inhibice syntézy bílkovin genotoxita (zvíře) intestinální hyperémie gastroenteritidy dermální iritace imunotoxita

Nejdůležitější mykotoxiny vyskytující se v ovoci a zelenině

Aflatoxiny

Aflatoxiny patří s ohledem na svoji extrémně vysokou toxicitu mezi nejvíce sledované mykotoxiny. Nejvýznamnějšími producenty aflatoxinů jsou plísňe rodu *Aspergillus*, a to *A.flavus* a *A.parasiticus* (viz tab. č. 7) K jejich rozvoji může za příznivých podmínek (zvláště při dostatečně vysoké teplotě) docházet prakticky na každém substrátu. Nejvyšší nálezy aflatoxinů byly zaznamenány u kukuřice, podzemnice olejné, pistácií, paraořechů a bavlníkových semen. Nižší hladiny aflatoxinů lze nalézt i v mandlích, pekanových a vlašských ořechách, hrozinkách, fíkách a různých druzích koření. (Velíšek, 2002)

Plísňe rodu *Aspergillus* jsou přenášeny hmyzem a na ořechy se dostane pouze tehdy když je skořápka narušena. Toxická koncentrace aflatoxinu v potravině je stanovena na 6 mikrogramů na kilogram. (Komprda, 2007)

Aflatoxiny jsou heterocyklické sloučeniny. Společně s jejich metabolity se dělí na 6 hlavních typů – B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ a M₂. Aflatoxiny jsou značně termorezistentní a jsou částečně inaktivované až déle trvajícím působením vyšších teplot (100 – 120⁰C) při sterilizaci potravin a při jejich pražení. Toxicita aflatoxinů - jejich akutní toxicitu je možné porovnat k toxicitě strychninu a cyankálií. Přesto nejsou akutní otravy těmito látkami známy. Příčinou je jejich nízký obsah v příslušných potravinách. Podstatně významnější je pro člověka chronická toxicita. Po opakované konzumaci menších množství těchto látek se projevují mezi jinými poškození jater (cirhózy a fibrózy). Nebezpečí pro lidi přitom nespočívá jen v konzumaci zplsnivělých potravin, ale i ve vdechování prachu ze

zplesnivělého nebo naplesnivělého obilí nebo podzemnice olejné. Toxiny se akumulují v játrech, v srdci a ve svalovině, což ještě zvyšuje jejich toxický účinek. (Görner, Valík, 2004)

Patulin

Nejvýznamnějšími producenty patulinu jsou plísně *Penicillium patulinum* a *P. expansum* (tab. č. 7), které patří mezi běžné patogeny mnoha druhů ovoce a zelenin. Patulin je nalézán především v jablkách, ale prokázán byl i v hroznech a pomerančích. Jde o relativně běžný kontaminant ovocných koncentrátů a džusů. Hladiny patulinu však běžně nepřevyšují $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$. (Velíšek, 2002)

Toxin způsobuje u zvířat mezi jinými gastrointestinální poruchy, hemorhagie a edémy různých orgánů. *P.expansum* a *P.patulum* mají skoro identickou oblast růstu mezi 0 až 40°C a toxinotvorby (20 až 25°C). Optimum produkce patulinu se předpokládá mezi pH 3 a 6,5. (Görner, Valík, 2004)

Ke snížení množství patulinu v potravinách vede a) odstranění mycelia, b) postupné snižování obsahu patulinu v průměru o 25% při skladování výrobků, zahuštění šťávy vakuovou destilací (zejména za vyšších teplot), pasterace a sterilace také sníží jeho obsah, etanolové kvašení způsobuje rychlé odbourání patulinu. (Velíšek, 2002)

Ochratoxin A

Ochratoxiny A, B a C jsou produkovány plísněmi rodu *Aspergillus* (*A. ochraceus*) a *Penicillium* (*P. viridicatum*, *P. verrucosum* aj.) - viz. tabulka č.7. Vyskytují se zejména v ječmeni, žitě, ovsu, pšenici a kukuřici. Nejtoxičtější je ochratoxin A, který způsobuje poškození cytoplazmatických organel a přímo zasahuje do základních metabolických funkcí buněk. U ochratoxinu A byly potvrzeny imunotoxické, teratogenní a karcinogenní účinky. (Kubáň, 2007)

Při zkrmování kontaminovaného krmiva hospodářská zvířata špatně prospívají, jejich pomalý růst souvisí mimo jiné i se sníženým využíváním živin (Velíšek, 2002).

Fusariové toxiny

Mykotoxiny fusariového typu jsou zearalenon, moniliformin, fusarin C a řada trichotecenů jsou na obilí syntetizované plísněmi rodu *Fusarium*, *Trichothecium*, některými kmeny rodů *Cephalosporinum*, *Stachybotrys* a *Trichoderma* (Görner, Valík, 2004), viz. tab. č. 7.

Zearalenon je mykotoxin, který je běžně produkovaný fusárii. Mezi nejvýznamnější producenty patří *F. graminearum* a *F. semitectum* (Velíšek, 2002).

Moniliformin byl původně izolován ze substrátů napadených plísní *Fusarium moniliformis*, dnes je známo dalších 5 producentů téhož rodu. Nejčastěji je tento mykotoxin nalézán v kukuřici. (Velíšek, 2002)

Fusarin C je kometabolitem plísně rodu *Fusarium moniliformis* parazitující především na kukuřici. Je silným mutagenem (Velíšek, 2002).

Trichoteceny inhibují proteosyntézu a způsobují u zvířat zvracení, průjemy nechutenství (Görner, Valík, 2004).

Fusáriovým toxinům se připisuje celá řada dosud neobjasněných, epidemicky se vyskytujících onemocnění (Görner, Valík, 2004).

7. OPATŘENÍ PROTI KONTAMINACI OVOCE A ZELENINY PLÍSNĚMI

7.1 .Při pěstování

Chorobám ovoce a zeleniny vyvolávaným plísněmi lze zabránit některými pesticidy (Görner, Valík, 2004). **Pesticidy** jsou chemické prostředky, které se využívají k zamezení ztrát na kulturních rostlinách, zásobách potravin a krmiv. Nadměrné používání pesticidů a jiných cizorodých látek se v konečné fázi projevuje zvýšenou zátěží organismů a narušení jejich fyziologických procesů. Pesticidy se dnes používají na 95% zemědělské půdy. Účinku pesticidních látek jsou vystaveny všechny složky biosféry – vzduch, voda, rostliny, živočichové. Pesticidy je proto možné používat jen cíleně a v nízkých dávkách.

(www.pesticidy.arnika.org) V posledních letech vědci zjistili, že některé pesticidy narušují účinek hormonů, které nejen řídí řadu důležitých pochodů v těle, ale hlavně hrají klíčovou roli při vývoji lidského zárodku. Lékaři se obávají, že právě tyto látky jsou příčinou některých varujících zdravotních trendů. (Görner, Valík, 2004) Podle biologické účinnosti se dělí na insekticidy, herbicidy, fungicidy, rodenticidy a další. **Fungicidy** jsou chemické látky používané k ochraně rostlin, popřípadě ve skladištích k hubení patogenních druhů hub. Fungicidy působí buď usmrcení mycelia, popřípadě spor (účinek fungicidní) nebo brzdí růst mycelia, nebo klíčení spor (účinek fungistatický). Jako fungicidy se používají látky anorganické (sloučeniny mědi, síry, rtuti) i organické (formaldehyd, hexachlorbenzen). (<http://encyklopedie.seznam.cz>) **Herbicidy** jsou syntetické látky působící proti nežádoucím rostlinám (plevelům). Používají se během vegetační doby nebo před jejím začátkem u většiny kulturních rostlin k hubení plevelů. Jednotlivé herbicidní látky působí obvykle

specificky a při dodržení metodiky selektivně vzhledem k plodině. Aplikují se v množství do několika kg.ha před nebo po zasetí nebo až na vzešlé rostliny. Chemicky jsou herbicidy organické látky různých typů (např. dikotex, fenoxykyseliny, močoviny, ...).

(<http://encyklopedie.seznam.cz>) **Insekticidy** jsou látky k hubení hmyzu, vesměs syntetické organické sloučeniny působící většinou dotykově. Používají se hlavně ve formě postřiků, poprašků, granulí. Při volbě a dávkování insekticidů je nutno používat jejich toxicitu, možná rezidua a vliv na užitečný hmyz (včely). Chemicky patří k různým typům.

(<http://encyklopedie.seznam.cz>) **Rodenticidy** jsou skupinou pesticidních látek používaných proti škodlivým hlodavcům, např. fosfid zinku nebo antikoagulanty.

(<http://encyklopedie.seznam.cz>)

7.2. Při skladování

Podmínky skladování ovoce a zeleniny jsou většinou kompromisem mezi požadavky na jejich mikrobiologickou a všeobecnou jakost. Vysoká vlhkost vzduchu zabraňuje vysušení, podporuje ale mikrobiologické kažení. Na druhé straně i nízká teplota skladování zpomalující růst mikroorganismů někdy koliduje s celkovou trvanlivostí, protože pletivo mnohých druhů zeleniny a jižního ovoce nesnášejí snížené teploty. Skladování bez regulace faktorů prostředí dobře snášejí jen některé odolné druhy jablek. Výměnou chladného vzduchu ventilátory (noční vzduch) nebo praním vzduchu se v době skladování odstraňuje znečištěný vzduch nad zbožím, včetně látek urychlujících zrání, ale také se zvyšuje jeho vlhkost. Skladování v prostorách s nucenou úpravou složení atmosféry, její teploty a vlhkosti, v tzv. CA skladech (Controlled atmosphere) umožňuje zvýšení koncentrace CO₂ a snížení koncentrace O₂. Tyto úpravy atmosféry umožňují skladování zboží na delší čas. Tento způsob skladování se osvědčil hlavně u jádrového, peckovitého a bobulovitého ovoce, ale i u různých druhů hlávkové zeleniny. Snížení skladovací teploty a úprava složení atmosféry způsobuje zpomalení odbourávání rezervních látek (zpomalení zrání a také i zpomalení kažení ovoce a zeleniny způsobeného mikroorganismy.

Chování ovoce a zeleniny v době skladování závisí nejen na podmínkách skladování, ale i na podmínkách, při jakých byly pěstované. Největší vliv na mikrobiologickou stabilitu má umělé hnojení dusíkatými sloučeninami. Řada živočišných škůdců způsobuje poškození ovoce a zeleniny, čímž vytváří brány vstupu nežádoucím mikrobiálním fytopatogenním mikroorganismům. Nežádoucí mikroorganismy v nich mohou růst a metabolizovat i v době skladování a způsobit velké hospodářské škody. (Görner, Valík, 2004)

7.3. Při zpracování

Většina potravin je vhodnou živnou půdou pro mikroorganismy, a proto musí být proti jejich rozkladné činnosti během zpracování, skladování a distribuce chráněna. Navíc nesmí být potraviny nositeli patogenních ani toxigenních mikroorganismů, které by mohly ohrozit zdraví konzumenta. V boji proti činnosti nežádoucích mikroorganismů včetně plísní v potravinářském průmyslu se používají fyzikální i chemické prostředky a jejich kombinace. Navíc je zapotřebí zachovávat přísné hygienické zásady, aby nedošlo ke kontaminaci potravin patogenními ani jinými mikroorganismy, ani k jejich pomnožení v potravinách. Pracovníci musí dbát na čistotu rukou a oděvu. Pokrývka hlavy – nebo alespoň čelenka – má zabraňovat padání vlasů a prachu z nich do zpracovávaného materiálu, pracovníci u linek, kde je výroba mikrobiální kontaminací zvláště ohrožena, si musí oděv a obuv vyměňovat v prostorách izolační předsíně.

Základním předpokladem hygieny potravinářských provozů jsou četná, vhodně umístěná umyvadla s proudící teplou vodou, mýdlem, horkovzdušným osušovačem rukou nebo s často vyměňovanými ručníky. Pracovníci, kteří zacházejí s potravinami, musí použít těchto zařízení vždy, když přistupují k práci nebo se k ní vrací, a podle potřeby i během práce. (Šilhánková, 2002)

K eliminaci plísní v prostředí se používají mechanické, fyzikální a chemické prostředky.

Mechanické prostředky

K mechanickým prostředkům boje proti mikroorganismům náleží odstraňování prachu, nečistot a zbytků organického materiálu z provozoven (ze strojů a ostatního zařízení, stěn i podlah). Důležité je dokonalé odstraňování zbytků organického materiálu také z méně přístupných míst (např. z ohybů potrubí). (Šilhánková, 2002)

Mechanické zákroky se kombinují s fyzikálními a chemickými prostředky: při omývání horkou vodou se používají detergenční prostředky (tenzidy), které mají vysokou smáčivost, emulgují odstraňované zbytky a ničí přítomné mikroorganismy. U mikroorganismů zvláště choulostivých provozů se před vstupem do provozoven místností umísťují rohože napojené roztokem dezinfekčního prostředku. Důležitým mechanickým prostředkem je také ventilace provozních místností, jež odstraňuje zvěřený prach nebo páru, která by jinak kondenzovala na stěnách, stropech i zařízeních a poskytovala možnost rozvoje mikroorganismů, zvláště plísní. Nejvhodnější je klimatizace, při níž do provozu přichází mikrobiologicky čistý vzduch, upravený na žádanou teplotu a vlhkost, za současného odsávání vzduchu znečištěného parami a prachem. V závodech zpracovávajících surovinu znečištěnou půdou (např. v konzervárnách

ovoce a zeleniny, v cukrovarech, škrobárnách apod.) je nutno oddělit příjem suroviny a její čištění od vlastního provozu, neboť zvířený prach je nositelem obrovského množství mikroorganismů. Během zpracování surovin je zapotřebí omezit na nejmenší míru časové prodlevy mezi operacemi, aby se mikroorganismy nepomnožily, a tím se nezhoršila kvalita výrobku nejen z hlediska biochemických změn v potravině před sterilací nebo jinou konečnou úpravou, ale i z hlediska účinnosti konzervačních zákroků, které jsou při vyšších koncentracích mikroorganismů méně spolehlivé – u silně kontaminovaného materiálu bývá zbytková mikroflóra po sterilaci vyšší a zvyšuje pravděpodobnost kažení sterilované potraviny. (Šilhánková, 2002)

Další fyzikální prostředky

Nejvíce se uplatňuje **vlhké teplo**, ať už do 100 °C při pasteraci, tepelné konzervaci potravin (o pH < 4,0), nebo vaření kyselých zápar v droždárnách, nebo tlaková pára, používaná pro konzervaci nekyselých potravin, sterilaci médií a propagačního zařízení v kvasném průmyslu i sterilaci produkčních zařízení a médií v citlivých fermentačních provozech. **Filtrace** slouží hlavně k odstranění mikroorganismů ze vzduchu používaného pro klimatizaci a také pro sterilaci vzduchu určeného k aeraci při fermentačních výroбах (droždářství, výroba antibiotik). Vzduch v provozovnách se také někdy čistí **elektrostatickým srážením částec prachu a přítomných mikroorganismů** tak, že se aerosol vystaví vlivu silného elektrického pole. Elektricky nabité částice nasávaného aerosolu (tj. prach a mikroorganismy) se usazují na stěny přístroje, jež jsou opačně nabitě a po vybití klesají ke dnu přístroje. **Ultrafialové záření** se používá především pro povrchovou sterilaci a sterilaci prostorů, jež jsou z mikrobiologického hlediska zvláště choulostivé, jako jsou očkovací boxy, prostoty aseptického balení potravin (např. pro plnění moštů sterilovaných mimo obal). Zdroje záření musí být umístěny tak, aby neohrožovaly zrak pracovníků. **Snížení vodní aktivity** v potravinách a jejich sušení nebo odpařování a dále také uchování potravin a jejich surovin za nízkých teplot. (Šilhánková, 2002)

Chemické prostředky

Chemické prostředky nesmějí nepříznivě ovlivňovat chuť potravin, výrobní prostředí (např. zápachem), zdraví zaměstnanců nebo konzumentů ani poškozovat výrobní zařízení. Jejich účinnost má mít co nejširší spektrum a nemá klesat během uchovávání. Anorganické sloučeniny - mikrobicidní účinek mají **silné kyseliny i silné zásady**, neboť poškozují buněčnou stěnu i cytoplazmatickou membránu buněk. Pro svůj agresivní účinek na zařízení se

však uplatňují velmi vzácně. Častěji se používá **hašené vápno** – hlavně pro dezinfekci stěn, kvasných kádí apod. **Oxid siřičitý** působí jako slabá kyselina, a je proto účinný pouze v kyselém prostředí, kdy v nedisociované formě vstupuje do buněk mikroorganismů. Používá se hlavně k síření ovocných a vinných polotovarů, k síření sudů, sklepů. **Oxid uhličitý** ve vysokých koncentracích potlačuje rozmnožování mikroorganismů, a proto je vhodný např. k uchování ovocných šťáv v tancích za sklepních teplot (15 °C). Organické sloučeniny - klasickými baktericidními prostředky jsou **fenol a kresoly**. Jsou účinné v 2,5 –5% roztoku. Pro svůj pronikavý zápach jsou však v potravinářském průmyslu nevhodné i pro svou dezinfekci prostor a podlah. **Pentachlorfenolát** má vyšší baktericidní účinek než fenol, je dobře rozpustný a nezapáchá, ale dráždí sliznice, přidává se někdy do mycích vod. **Formaldehyd** je v poměrně vysokých koncentracích účinný antimikrobiální prostředek. Z hygienických důvodů je však jeho používání v potravinářském průmyslu zakázáno. **Benzoová kyselina** a její deriváty je bakteriostatická látka, která se v potravinářství používá jako konzervační prostředek.

Je nutné věnovat pozornost pravidelné kontrole mikrobiologické čistoty provozu a používané dezinfekční prostředky včas obměňovat. Při nedodržení této zásady je možnost vzniku mutantů rezistentních k určitému antimikrobiálnímu prostředku, možnost infekčního přenosu této rezistence z jednoho bakteriálního druhu na příbuzné druhy, případně i rody a rychlou selekci rezistentních mutantů při používání dezinfekčního prostředku, k němuž jsou rezistentní. (Šilhánková, 2002)

Konzervační postupy omezující rozvoj mikroorganismů

Chemická konzervace - chemické látky působí na mikroorganismy a plísňe buď přímo, že je ničí a nebo vytvářejí nevhodné prostředí pro jejich rozmnožování. Znamená to, tedy, že tam, kde chemické látky působí na prostředí, určité zanedbatelné množství mikroorganismů je, ale nezvětšuje se a mikroorganismy časem samy odumírají. Chemické látky vyrobené uměle působí již ve velmi malých koncentracích, např. kyselina mravenčí, benzoová, sorbová, salicylová, ale třeba i oxid siřičitý. Chemicky rovněž působí látky v kouři ze dřeva, což se využívá při uzení. (<http://www.temere.com>)

Další skupinou konzervace je pak **konzervace biologická**, která se využívá nejen průmyslově, ale i v domácnostech. Je to kvašení, kdy činností určitého druhu kvasinek, nebo bakterií mohou vznikat chemické látky, které působí jako chemické činidlo, které nakonec způsobí to, že mikroorganismy se přestanou rozmnožovat a nakonec samy uhynou včetně kvasinek a bakterií, které tuto chemickou látku vyprodukovaly. Takto vznikají produkty

etylalkohol, kyselina octová a v menší míře i kyselina mléčná. Etanolové kvašení je typické pro kvasinky a některé bakterie, tato fermentace vyžaduje anaerobní podmínky, z jednoduchých cukrů vzniká kyselina mléčná a oxid uhličitý. Při octovém kvašení vzniká z alkoholu kyselina octová za aerobních podmínek. Při máselném kvašení vzniká štěpením cukru nebo kyseliny mléčné kyselina máselná za vzniku oxidu uhličitého a vodíku. Obecně je velmi dobře známé, že otevřené víno za příznivých podmínek zkysne a z vína se prakticky stane ocet. Tuto proměnu mají na svědomí právě bakterie octového kvašení. Při kvašení vína kvasinky z cukru vytvoří ethylalkohol, který, když dosáhne určité koncentrace, kvasinky zahubí a ty klesnou jako kal ke dnu příslušné nádoby. (<http://www.temere.com>)

Při konzervaci se však využívají i některé další přísady, které jsou důležité pro konzervaci. V mnoha případech je to cukr, kterým se jednak upravuje chuť příslušného výrobku a v určitých výrobcích, jako je třeba marmeláda či džem působí cukr i jako konzervační činidlo. Nepřímo pak může působit i při překvašení jako prvek pro tvorbu alkoholu. Umělá sladidla používaná v konzervárenství pak nahrazují cukr a využívají se zejména tam, kde by cukr tvořil nežádoucí složku výrobku, jako je tomu třeba při výrobě DIA potravin a nápojů. V některých případech se pak při konzervování potravin využívají i některé organické kyseliny, kterými se ovlivňuje chuť a dosahuje určitého stupně pH, což je pro nechemiky stupeň kyselosti či zásaditosti. Kyseliny pak i umožňují vytvářet ovocné rosoly z pektinových látek, obsažených v samotném ovoci. A nakonec tyto kyseliny mají někdy i funkci samotné konzervační látky. Z těchto kyselin je to v první řadě ocet, vlastně kyselina octová, připravovaná kvašením zředěného alkoholu. Dále je to kyselina citrónová, která je nejužívanější přísadou při zpracovávání ovoce, je jemnější než ocet, avšak nemá konzervační účinky a je tedy jen chuťovou složkou s bělícími účinky. Kyselina vinná se používá obdobně jako kyselina citrónová a má i stejný význam pro konzervárenství. Z umělých přísad v konzervárenství se používá i kyselina benzoová při konzervaci zeleniny. Dobře se rozpouští v horké vodě a proto se přidává až do horkého nálevu. Dále pak jako přísada ke konzervaci, zejména v průmyslové výrobě se používá benzoan sodný, který nahrazuje kyselinu benzoovou, má však cca o 20% menší účinnost. Zde je nutno upozornit, že je třeba v konzervačních nálevech rozpustit ve vodě nejdříve benzoan sodný a po jeho rozpuštění přidat ocet. V opačném případě se vylučují obtížně rozpustné krystalky kyseliny benzoové. Kyselina mravenčí se někdy používá ve slabé koncentraci k potěru povrchu džemů a marmelád. Pyrosiřičitan draselný uvolňuje v kyselém prostředí oxid siřičitý, ale od tohoto způsobu koncentrace se ustupuje. V poslední řadě pak při konzervaci používáme pektin, který je přirozenou složkou zejména ovoce a přidáváme jej jen v tom případě, chceme-li připravit

ovocné rosoly z ovoce, které pektinu obsahuje jen malé množství. A na posledním místě pak jsou to různé druhy koření, které ovlivňují chuť výrobku. (<http://www.temere.com>)

7.4. Využití mikroorganismů – antagonistů pro potlačení patogenních plísní

Podstata vlivu mikroorganismů – antagonistů

Biologická kontrola, kterou uskutečňují antagonistické mikroorganismy, využívá přirozených mechanismů. Mechanismy zahrnují – parazitismus, konkurenci, indukovanou rezistenci a hypovirulenci. **Parazitismus** je vztah, kdy jeden organismus využívá vnitrobuněčného obsahu jiného organismu, a tím jej ničí. Mikroorganismy produkují specifické enzymy, které degradují buněčnou stěnu a prostoupí tak do buněk patogena a část jeho struktury zničí.

V případě že patogenem je houba, penetrace je podpořena tvorbou specifických penetračních hyf, které obtácejí hyfy patogenního organismu. Nejznámější cizopasně plísňe jsou *Trichoderma spp.*, která neparazituje nejen na mikroorganismech, ale také na hmyzu a jiných organismech. (Helbig, 2006) Např. druh *Trichoderma pseudokoningii* proniká hyfami do patogenní plísně a rozloží ji. Stejný mechanismus byl popsán u *Trichoderma viridea*, která je mykoparazitem půdního patogenní houby *Phytophthora spp.* a mnoho dalších mykoparazitických plísní. (Heller, Theiler – Hedtrich, 1994)

Konkurence o živiny – mikroorganismy mohou potlačovat patogeny tím, že přednostně využijí dostupných živin. Patogenní mikroorganismy při nedostatku živin odumírají, protože potřebují živiny pro rozmnožování, růst a vyvolání infekce. (Helbig, 2006) Např. *Botrytis cinerea* je jedním z těch patogenů, které vyžadují dostatečné množství živin v prostředí pro klíčení spor.

Kompetence se využívá tam, kde je nízká koncentrace živin v prostředí. Konkurence mezi mikroby o živiny lze pozorovat v přirozených podmínkách na povrchu listů. Na povrchu listu žijící kvasinky a bakterie se živí saprofytický a stačí jim málo kvanta živin, pokud je však dostatečné množství vody. Z dostupných živin využívají bakterie především aminokyseliny, zatímco kvasinky využívají jak cukrů, tak i aminokyselin. (Clark, Lorbeer, 1977)

Prostorová konkurence – každý organismus má specifické nároky na prostor. Organismy preferují malé prostory pro existenci a přežívání. Specifickou charakteristikou jsou exudáty, charakteristika povrchu rostlin, množství UV – záření. (Helbig, 2006) Velmi dobrým příkladem tohoto vztahu je konkurence mezi *Agrobacterium tumefaciens*, který vyvolává tvorbu tumorů u mnoha plodin a antagonistickou *Agrobacterium radiobacter K 84*. Podstatou vztahu mezi oběma druhy je, že *Agrobacterium radiobacter* rychleji obsadí dostupný prostor, a tím zabrání rozvoji *Agrobacterium tumefaciens*. (Philipp, 1988) **Antibióza** – podstatou antibiόzy je, že organismy produkují látky, které potlačují jiné organismy. Antibioticky

působící látky produkované bakteriemi, jsou označovány jako bakteryciny.

Nejvýznamnějším příkladem bakterycinu je agrocyn 84 produkovaný *Agrobacterium radiobacter*. Na tom je založena účinná kontrola *Agrobacterium tumefaciens*. Antibióza zahrnuje také tvorbu toxických látek vznikajících při transformacích specifických substrátů. (Kerr, et. al., 1980) **Indukovaná rezistence** je další biokontrolní režim, který byl pozorován na několika rostlinných patogenech. Pro biokontrolu rostlinných patogenů jsou také využívány mikroorganismy, které stimulují obranné mechanismy rostlin. (Dolej, et al., 1998) Např. některé druhy rodu *Bacillus subtilis* aktivuje rezistenci rajčat proti patogenním plísním *Fusarium oxysporum* (Helbig, 2006).

Některé z běžných mikroorganismů, které jsou antagonisty patogenů nacházejících se na ovoci, zelenině nebo ozdobných rostlinách jsou vedeny v následující tabulce.

Tab. č. 8 Přehled mikroorganismů – antagonistů patogenních plísní (Helbig, 2006)

Antagonista	Organismus	Patogen
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Bakterie	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	Plíseň	<i>Sphaerotheca fusca</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Kvasinky	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Kvasinky	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Kvasinky	<i>Penicillium expansum</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Kvasinky	<i>Pestalotia psidii</i>
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Kvasinky	<i>Pezicula malicorticis</i>
<i>Bacillus pumilus</i>	Bakterie	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Fusarium oxysporum f.sp.radicis-lycopersici</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Monilia fructicola</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Penicillium expansum</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Pezicula malicorticis</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Phytophthora cactorum</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Phytophthora nicotianae</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Pseudocercospora purpurea</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Puccinia pelargonii-zonalis</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Pythium aphanidermatum</i>

<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Streptomyces scabies</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterie	<i>Uromyces appendiculatus</i>
<i>Candida oleophila</i>	Kvasinka	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Chaetomium globosum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Coniothyrium minitans</i>	Plíseň	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<i>Cryptococcus albidus</i>	Kvasinka	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Cryptococcus infirmominiatus</i>	Kvasinky	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Cryptococcus laurentii</i>	Kvasinky	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Epicoccum purpurascens</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Erwinia herbicola</i>	Bakterie	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Erwinia herbicola</i>	Bakterie	<i>Fusarium culmorum</i>
<i>Erwinia herbicola</i>	Bakterie	<i>Plasmopara viticola</i>
<i>Exophiala jeanselmei</i>	Kvasinka	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Gliocladium catenulatum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Gliocladium roseum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Gliocladium virens</i>	Plíseň	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Gliocladium virens</i>	Plíseň	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Myrothecium verrucaria</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	Bakterie	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	Bakterie	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Rhodotorula glutinis</i>	Kvasinka	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Rhodotorula glutinis</i>	Kvasinka	<i>Penicillium expansum</i>
<i>Rhodotorula glutinis</i>	Kvasinka	<i>Pezicula malicorticis</i>
<i>Talaromyces flavus</i>	Plíseň	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Talaromyces flavus</i>	Plíseň	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Pythium aphanidermatum</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Sclerotium rolfsii</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Plíseň	<i>Sphaerotheca fusca</i>
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>

<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Trichoderma viride</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Trichoderma viride</i>	Plíseň	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Trichoderma viride</i>	Plíseň	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Trichothecium roseum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Ulocladium atrum</i>	Plíseň	<i>Botrytis cinerea</i>

Možnosti využití antagonistických mikroorganismů

Ošetření semen – výhodou ošetření semen mikroorganismy – antagonisty je skutečnost, že tyto mikroorganismy úspěšně kolonizují především mladé kořeny, a tím mohou regulovat složení rizosferní mikroflory a potlačovat některé patogeny. V této souvislosti je nejvíce prozkoumáno antagonistické působení *B. subtilis* a *Pseudomonas spp.* Ošetření semen s *B.subtilis* úspěšně redukuje výskyt patogenní houby *R. solani* a aktinomycety *Streptomyces scabies*. Ošetření semen záleží na druhu rostliny. (Helbig, 2006)

Půdní aplikace znamená vnesení antagonistů do půdy. Účinnost mikroorganismů – antagonistů v půdě bude zřejmě větší, než na nadzemních částech rostliny, protože výkyvy vnějších faktorů v půdě jsou menší. Efekt vnesení mikroorganismů – antagonistů do půdy závisí na schopnosti vneseného mikroba přizpůsobit se půdnímu prostředí a být v něm aktivní po dlouhou dobu. Nejčastějším do půdy vnášeným mikroorganismy – antagonisty jsou bakterie, které mohou účinně redukovat infekci kořenů patogeny. Nejúčinnějším v této souvislosti je *Pseudomonas spp.* a *Bacillus spp.* Účinkem činu těchto bakteriálních antagonistů je antibióza a konkurence o živiny. (Gupta, et al., 2000)

Podobný způsob má význam při **zacházení s antagonisty v hydroponické kultuře**. Tento systém má uplatnění při pěstování ve skleníku (Helbig, 2006).

Ošetření nadzemních rostlinných částí mikroorganismy – antagonisty je největší výzvou pro současný výzkum. Nadzemní rostlinné části jsou vystavené drsným environmentálním podmínkám, jako jsou intenzivní deště, sucho, UV – záření, vítr a jiné podmínky. Tyto nepříznivé podmínky brání přežití rozsáhlé populaci antagonistů po delší časové období. (Helbig, 2006) Např. Sutton a Peng (1993) úspěšně aplikovali plísň

Gliocladium roseum a *Trichoderma viridae* na jahodník, a tím se jim podařilo snížit počty *Botrytis cinerea* o 97 – 100%.

Zlepšení podmínek pro antagonisty lze dosáhnout přidáním živin, používáním směsí antagonistů. Účinek bakterií – antagonistů může být zesílen fungicidy. Velmi důležité je načasování a intenzita ošetření a výběr antagonistů. (Helbig, 2006)

8. ZÁVĚR

Na povrchu ovoce a zeleniny se kromě přirozené mikroflóry nachází řada druhů patogenních plísň. Počty a druhové složení plísň jsou ovlivněny jejich pěstováním, skladováním, zpracováním. Plísně vyvolávají kažení ovoce a zeleniny, ale mohou být též producenty mykotoxinů. K eliminaci plísň je možné použít různých fyzikálních, chemických a mechanických prostředků.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Barnett H.L., 1958:** Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publ. Company, Minneapolis, 217 str.
- Brackett R. E., 2001:** Fruits, Vegetables and Grains. In: Doyle M.P., Beuchat L.R., Montville T.J Food Microbiology (Fundamentals and Frontiers), 2nd edition, AMS Press, Washington D.C., str. 127 - 137
- Clark, C.A. and Lorbeer, J.W. , 1977:** Comparative nutrient dependency of *Botrytis squamosa* and *B. cinerea* for germination of conidia and pathogenicity on onion leaves. Phytopathol. 67: 212 – 218
- Dolej, S., 1998:** Wirkungen von Stoffwechselproduktem des Rhizobakteriums *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn im Pathosystem Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis – lycopersici* Jarvis and Shoemaker. Dissertation, Humboldt – Universitaet zu Berlin, Germany.
- Domsch K. H., Gams W., 1993:** Compendium of soil fungi, vol. 1, IWH- Verlag, Eching, 859 str.
- Doyle M.P., Beuchat L.R., Montville T.J., 2001:** Food Microbiology ASM Press, Washington D.C., 871 str.
- Gajdůšek S., Dostálová J, Otoupal P., 1999:** Společné stravování. Skriptum MZLU Brno
- Görner F. ,Valík L´, 2004:** Aplikovaná mikrobiológia potravín. Malé centrum Bratislava, 512 str., ISBN 80-967064-9-7
- Gudkovskij V.A., 1984:** Dlouhodobé skladování ovoce. Státní zemědělské nakladatelství Praha
- Gupta, V.P., Bochow, H., Dolej, S. and Fischer, I., 2000:** Plant growth – promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium* wilt. J. Plant Dis. Prot. 107 (2): 145 – 154

Helbig J., 2006: Microbial Technology in Horticulture – vol. 1, In: Ray, R.C., Word, O.P. (eds) Microbial Biotechnology in Horticulture, vol.1, Science Publishess Enfield, NH, USA, p. 83 – 124

Heller, W.E. and Theiler – Hedtrich, R., 1994: Antagonism of *Chaetomium globosum*, *Gliocladium virens* and *Trichoderma viridae* to four soil – borne. *Phytophthora species*. J. Phytopathol. 141 (4): 390 – 394.

Chumchalová J., Němec M., Kotoučková L., Páčová Z., Savická D, Kubátová A., Patáková P., 2005: Obrázkový atlas plísni. MU Brno, přírodovědecká fakulta (CD)

Jay, J. M., 1992: Spoilage of fruits and vegetables. In: Modern Food Microbiology, 4th, Van Nostrand Reinhold ed., New York, N.Y. p. 187 – 198

Kerr, A., 1980: Biological control of crown gall through production of Agrocine 84. Plant Dis. 64: 25 - 31

Komprda T., 2007: Obecná hygiena potravin. Skriptum MZLU Brno

Kubáň P., 2007: Analýza potravin. Skriptum MZLU Brno

Müller G., 1997: Mikrobiologie der Lebensmittel. Hamburg Behr's Verlag GmbH and Co, Hamburg

Ostrý V., 1998: Vlákňité mikroskopické houby, mykotoxiny a zdraví člověka, Státní zdravotní ústav, Praha, 20 str.

Ostrý V., 2000: Mikroskopické vlákňité houby. Vesmír 79: 187 - 189

Phillipp, W.D., 1988: Biologische Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany, p. 120 - 132

Sutton, J.C. and Peng, G., 1993: Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. Phytopathol. 83: 615 – 621.

Šilhánková L., 2002: Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. 3.upravené vydání
Academia, Praha, 363 str

Velíšek J., 2002: Chemie potravin I-III. Osis, Tábor, 342 str.

INTERNET:

www.pesticidy.arnika.org

www.encyklopedie.seznam.cz

<http://www.temere.com/view.php?nazevclanku=zajimavosti-pro-kuchy-konzervace-2&cislocclanku=2006110007>

www.botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?engtry=Penicillium
www.biolib.cz

http://www.floranazahrade.cz/poradna/poradna2004_11.htm

<http://www.chovatelka.cz/chovatelka/clanek-foto/160--465.html>

www.wine.cz/choroby/06a.html

www.biolib.cz

www.botany.upol.cz

<http://www.chovatelka.cz>

<http://www.floranazahrade.cz>

<http://www.wine.cz>

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. č. 1 Perokresba a fotografie plísň *Mucor plumbeus*

Obr. č. 2 *Rhizopus nigricans*

Obr. č. 3 Zralé prasklé sporangium s uvolněnými sporami u rodu *Rhizopus nigricans*

Obr. č. 4 Perokresba a fotografie plísň *Alternaria alternata*

Obr. č. 5 Perokresba a fotografie plísň *Aspergillus niger*

Obr. č. 6 Fotografie a perokresba plísň *Botrytis cinerea*

Obr. č. 7 Perokresba a fotografie plísň *Cladosporium herbarum*

Obr. č. 8 Perokresba a fotografie plísň *Fusarium culmorum*

Obr. č. 9 [Fotografie rodu *Monilia* na ovoci](#)

Obr. č. 10 [Mikroskopický snímek a fotografie plísň rodu *Penicillium*](#)

Obr. č. 11 Perokresba rodu *Phoma*

Obr. č. 12 Mikroskopický snímek a fotografie *Geotrichum candidum*

Obr. č. 13 Mikroskopický snímek rodu *Phytophthora*

Obr. č. 14 Perokresba a fotografie plísně *Trichothecium roseum*

Obr. č. 15 Perokresba rodu *Colletotrichum*

Obr. č. 16 Perokresba rodu *Ceratocystis*

Obr. č. 17 Fotografie šedé hniloby na jablku

Obr. č. 18 Fotografie hnědé hniloby na jablku

Obr. č. 19 Fotografie moniliové hniloby na jablkách

Obr. č. 20 [Fotografie zelené a modré hniloby](#)

Obr. č. 21 Fotografie černé hniloby na jablku

