

**Mendelova univerzita v Brně
Institut celoživotního vzdělávání**

**Roztoči škodící na zásobách a jejich vliv na zdraví člověka a
zvířat**
Závěrečná práce

Vedoucí práce:
Mgr. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.

Vypracovala:
Ing. Petra Rösslerová

Brno 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci na téma „Roztoči škodící na zásobách a jejich vliv na zdraví člověka a zvířat“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Dne 31.května 2015

.....

Abstrakt

Cílem práce bylo popsat řád roztočů, kteří jsou velmi různorodou skupinou organismů a shrnout jejich význam, jako škůdce v rostlinné výrobě a především pak na skladovaných zásobách. V zemědělských skladech a provozech se setkáváme s pestrým zastoupením skladištních roztočů, kteří jsou celosvětově rozšíření. Řada z nich nejen, že znehodnocuje uskladněné komodity žírem, ale zároveň je kontaminují svými těly, zbytky těl, exkrementy a exkrementy. Ti jsou pak významnými producenty alergenů. Toto nebezpečí se netýká jen skladů, ale také domácností, kde mohou být nalezeny jak v potravinách, tak i v prachu domácností. Alergenicitu roztočů by neměla být podceňována, protože se může podílet na vzniku mnoha onemocnění spjatých s imunitním systémem člověka.

Klíčová slova: roztoč, skladištní škůdce, alergen

Summary

The aim was to describe the procedure mites, who are a very diverse group of organisms and summarize their importance as a pest in crop production, primarily on stored reserves. In agricultural stores and plants encounter with a varied representation of storage mites, which are worldwide expansion. Many of them not only devalues the stored commodities Zire, but is also contaminate their bodies, the remains of bodies, excreta and excrement. They are then major producers of allergens. This risk is not only stores but also households where can be found both in foodstuffs and in household dust. Allergenicity mites was not be underestimated, because it may contribute to the emergence of many diseases associated with the human immune system.

Keywords: mite, storage pests, allergen

Obsah:

1. Úvod	7
2. Literární rešerše	8
2.1. Charakteristika a taxonomické zařazení roztočů	8
2.1.1. Roztoči (Acari).....	8
2.2. Roztoči škodící na zásobách	14
2.2.1. Kořenohub zhoubný (<i>Rhizoglyphus echinopus</i>) (roztoč kořenový)	15
2.2.2. Skladokaz moučný (<i>Acarus siru</i>) (roztoč moučný)	15
2.2.3. Peříčkovec zhoubný (<i>Lepidoglyphus destructor</i>) (roztoč ničivý)	16
2.2.4. Sýrohub obecný (<i>Tyrolichus casei</i>) (roztoč sýrový)	17
2.2.5. Sýrohub zhoubný (<i>Tyrophagus putrescentiae</i>) (roztoč zhoubný)	18
2.2.6. Roztoč mléčný (<i>Carpoglyphus lactis</i>)	19
2.3. Vliv teploty a vlhkosti na růst populace roztočů	20
2.4. Detekce kontaminace roztoči	21
2.4.1. Význam kontaminací členovci	22
2.4.2. Způsoby detekce roztočů	23
2.5. Metody ochrany proti skladištním roztočům	26
2.5.1. Prevence	27
2.5.2. Využití mechanických prostředků ochrany.....	28
2.5.3. Využití fyzikálních prostředků ochrany	29
2.5.4. Využití biologické ochrany	30
2.5.5. Využití mikrobiálních pesticidů	33
2.5.6. Využití chemických přípravků	35
3. Závěr	37
4. Přehled použité literatury.....	38

1. ÚVOD

Přítomnost skladištních škůdců ve skladovaných surovinách je spojena se závažným jak ekonomickým, tak zdravotním rizikem. Škůdci v současné době způsobují významné kvalitativní a kvantitativní ztráty a mohou ohrožovat zdravotní stav obyvatelstva v ČR kontaminací potravinářských surovin (zejména obilovin) alergeny a některými toxiny. Podílejí se rovněž na přenosu toxikogenních plísní. Jako hlavní primární škůdci byli zjištěni pilous černý (*Sitophilus granarius*), roztoč ničivý (*Lepidoglyphus destructor*), roztoč moučný (*Acarus siro*), pilouš rýžový (*Sitophilus oryzae*), lesák moučný (*Cryptolestes ferrugineus*), lesák skladištní (*Oryzaephilus surinamensis*) a další. Značně byli rozšířeni i sekundární škůdci, plísňožravé druhy jako jsou roztoči druhů *Tydeus interruptus* a *Tarsonemus granarius*.

Skladované produkty napadají roztoči patřící do skupiny Astigmata. Nejčastěji napadají obiloviny, olejniny, ale také sušené ovoce či hlízy a cibule rostlin. Další skupina roztočů se usídlila v domácnostech, kde se živí zbytky lidské kůže a mikroorganismy. Těmito roztoči jsou druhy z čeledi Pyroglyphidae.

V současné době bylo prokázáno více než 50 proteinů izolovaných především z prachových roztočů, ale i ze skladištních roztočů, které vyvolávají alergická onemocnění. Každým rokem počet těchto identifikovaných alergenů roste.

Tato práce poskytuje přehled nejvýznamnějších druhů roztočů škodících na skladovaných zásobách a také ochranná opatření proti nim. Obtížnost boje proti skladištním škůdcům je především v tom, že skladované zásoby jsou v těsném kontaktu s člověkem a často jsou přímo určeny pro výživu lidí nebo hospodářských zvířat. Proto je třeba pečlivě volit jaké chemické či i jiné asanační prostředky budou použity.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Charakteristika a taxonomické zařazení roztočů

Roztoči jsou velmi různorodou skupinou organismů. Dle taxonomického zařazení patří ke **kmenu členovci (Arthropoda)**. Charakteristickými znaky jsou článkované končetiny, sklerotizovaná vnější kostra (exoskelet), smíšená tělní dutina (mixocoel), heteronomní segmentace těla, otevřená cévní soustava.

Podkmen: Klepítkatci (Euchelicerata), jeho charakteristickými znaky je první pár končetin představující klepítka (chelicery), přítomno 4-5 párů kráčivých končetin, nemají tykadla, nemají deuterocephalum.

Třída: Pavoukovci (Arachnida)

Podtřída Micrura, která zahrnuje infratřídy roztoči (Acari), roztočovce (Ricinulei), štírenky (Palpigrady), pavouky (Araneae) (Langrová a kol., 2005).

2.1.1. Roztoči (Acari)

Roztoči jsou většinou drobní živočichové s velkou druhovou rozmanitostí. Největší tropické druhy dorůstají až 3 cm, obvykle však měří kolem 0,2 – 0,4 mm. Jejich tělo není rozčleněno na jednotlivé články, dokonce nelze odlišit ani prosoma a opistosoma jako u pavouků, protože jednotlivé články splývají. Chelicery roztočů jsou 2-3 článkové. Dýchání zajišťují vzdušnice, některé druhy a malé larvy mohou dýchat povrchem těla. Roztoči jsou odděleného pohlaví, ale některé druhy se mohou rozmnožovat také partenogenezí. Samice kladou vajíčka, ze kterých se líhnou larvy, které mají obvykle 3 páry noh. Zpravidla následují tři nymfální instary. Počet vývojových stádií však může být zvýšen až na 9 (Langrová a kol., 2005). Za určitých okolností, zejména pak v nepříznivých podmínkách vzniká tzv. hypopus (trvalá forma), který může být buď nepohyblivý nebo pohyblivý. V příznivých podmínkách se hypopus vyvíjí dále v dospělce. Počet vajíček nakladených jednou samičkou se pohybuje obvykle od 10 – 50 podle druhu roztoče a podmínek (vlhkost, teplota, substrát). Kladení bývá ukončeno během 10 – 30 dnů, ale teplotními výkyvy může být značně

prodlouženo. Celý vývoj trvá poměrně krátkou dobu, od 20 – 55 dní. Při teplotě nižší než 5 °C se vývoj obvykle zastavuje a roztoči upadají do nehybnosti. Dospělí roztoči žijí různě dlouhou dobu. Sameček hyne nedlouho po kopulaci, samička po vykladení. Vývoj jednotlivých roztočů i na stejném substrátu a stanovišti neprobíhá současně a stejnoměrně. Většinou žijí vedle sebe všechna vývojová stádia. Škodlivé jsou i larvy a nymfy (Bartoš, Verner, 1979). Roztoči osídlili doslova celý obyvatelný zemský povrch, včetně Antarktidy, vrcholů velehor až do mořských propastí (Langrová a kol., 2005). Zahrnují přibližně 50 000 dosud popsanych druhů, což však představuje odhadem pouze 5 % z celkového odhadovaného počtu druhů. Volně žijící roztoči zahrnují z potravně biologického pohledu predální (dravci), saprofágní (živí se odumřelou organickou hmotou), fungivorní (požírají houby), fytofágní (živí se rostlinami), koprofágní (živí se výkaly jiných živočichů) i nekrofágní (živí se mrtvými těly jiných živočichů) druhy. Z hlediska člověka jsou hodnoceni převážně negativně, neboť řada druhů přímo škodí na skladovaných potravinách, pěstovaných rostlinách, nebo obtěžují hospodářská zvířata. Řada druhů má i medicínální význam, neboť přenášejí nebezpečné choroby nebo vyvolávají alergické reakce. Navzdory své drobné velikosti jsou roztoči velmi nebezpeční tím, že vynikají krátkým životním cyklem a dokážou se tedy rychle množit. Navíc díky své drobné velikosti unikají často naší pozornosti a všimneme se jich, až když se přemnoží (Erban, 2015).

Taxonomie roztočů je složitá a stále zde dochází ke změnám.

Řád: Parasitiformes

Velmi různorodý řád zahrnující tři podřády s velkým zastoupením parazitů a druhů obtěžujících člověka i zvířata.

Podřád: Klíšťata (Ixodida)

Klíšťata dosahují maximální velikosti asi 2 mm, při nasátí 7 mm, tropické druhy dorůstají až 12 mm. Vyznačují se volnými z těla vystupujícími kyčlemi noh, které však nejsou pohyblivé. Pedipalpy jsou 4členné a jejich kyčelní články srostly v bodavě savé ústrojí opatřené nazpět mířícími zoubky, k němuž se přiřkládají bodcovité a podobně ozubené chelicery. Při parazitaci klíšťaty je hostitel ohrožen infekcí. V průběhu sání krve pomocí chobotku totiž klíšťata vypouštějí protisrážlivou látku ixodin, se kterou se do těla dostávají patogeny (klíšťěnky, bakterie, viry, leptospiry, rickettsie, borelie). Vývoj klíšťat začíná vajíčkem, z něž se líhne larva a přes nymfální stadium dospívá.

Všechna stádia jsou hematofágní. Nejhojnější je u nás klíště obecné (*Ixodes ricinus*), které nejenom obtěžuje sáním, ale roznáší také původce nebezpečných chorob, jako jsou klíšťová encefalitida či borelióza. Ze zástupců klíšťáků jsou nejznámější klíšťák holubí a klíšťák zhoubný, kteří parazitují v holubnicích a kurnících a roznáší spirochety (Langrová a kol., 2005).

Dalšími zástupci jsou pijáci (rod *Dermacentor*). Má trojhostitelský vývoj, který trvá obvykle 1 rok. Zástupci jsou piják stepní (*Dermacentor marginatus*), u nás rozšířený piják lužní (*Dermacentor reticulatus*) (Langrová a kol., 2005). Velmi nebezpečným druhem je severoamerický *Dermacentor andersoni*, který přenáší *Rickettsia rickettsii* působící smrtelnou tzv. „skvrnitou horečku“ Skalistých hor u lidí. Inkubační doba je 3 – 12 dní. Onemocnění se projevuje náhlým vzestupem teplot, poté se objevuje tmavě červená vyrážka, která se šíří na celé tělo. Mohou následovat těžké komplikace, a pokud není léčba zahájena včas i smrt (www.cestovni-nemoci.cz).

Podřád: Čmelíkovci (Mesostigmata)

Zástupci čmelíkovců dosahují velikosti do 2 mm, s volně pohyblivými kyčlemi noh a pedipalpy s 5 články. Působí rovněž škody jako paraziti, ale jsou zde i druhy dravé využitelné v biologickém boji se saprofágy. Z parazitických druhů se jedná o čmelíka kuřího (*Dermanyssus gallinae*), který v noci saje na ptácích a kromě přímého obtěžování roznáší původce moru, cholery, salmonelózy, spirochety a viry drůbeže (Langrová a kol., 2005)

Dalším nepříjemným druhem je kleštík Jakobsonův (*Varroa jacobsoni*), který cizopasí u včel a významně oslabuje včelstvo. Samičky kleštíka jsou viditelné pouhým okem, jsou 1,1 – 1,5 mm velké. Jsou lesklé, zpočátku žlutobílé, později pak až hnědé. Samečci jsou šedobílí cca 0,8 mm velcí. Všechna vývojová stádia se živí hemolymfou včel a včelího plodu (Veselý a kol., 2003).

Z druhů užitečných jsou přímo využívány savenky, např. druh *Phytoseilus persimilis* je i u nás významným prvkem v integrované ochraně (Langrová a kol., 2005).

Posledním podřádem jsou celoštítníkovci (Holothyrida).

Řád: Acariformes

Nejpočetnější řád roztočů s velkým druhovým bohatstvím zahrnuje rovněž tři podřády.

Podřád: Sametkovci (Prostigmata)

Je charakterizovaný včleněním kyčlí do exoskeletu, jejich střevo končí slepě. Stigmata, pokud jsou přítomna, ústí před prvním párem noh. Mezi tyto roztoče patří řada cizopasníků člověka i zvířat. Např. zúženka zarděnková (*Neotrombicula autumnalis*) jejíž larvy napadají člověka, nabodávají kůži, rozpouští podkožní tkáň a vysává je současně s mízou. Zástupci trdníků (čeleď Demodicidae) cizopasí v chlupových, mazových a potních žlázách a působí rohovatění pokožky, ztrátu ochlupení a průnik sekundárních infekcí. Známé druhy jsou např. trdník dobytčí (*Demodex bovis*), trdník lidský (*Demodex folliculorum*), trdník koňský (*Demodex equi*) (Langrová a kol., 2005).

Cizopasníky rostlin jsou pak vlnovníci (čeleď Eryophyidae), kteří drážděním buněk často působí vznik novotvarů v podobě zduřenin nebo plst'ovitých povlaků. Pupeny rybízu a angreštů ničí vlnovník rybízový (*Cecidophyes ribis*). Vlnovníci se po přezimování začínají v pupenech rozmnožovat při teplotě nad 5 °C. V jednom pupenu jich může být i několik tisíc. Keře s více jak 12 % napadených pupenů se doporučuje likvidovat (<http://www.agromanual.cz>).

Zduřeniny na listech ovocných stromů působí vlnovník hruškový (*Phytopus pyri*). Vlnovník hruškový sají na mladých listech, kde se tvoří okrouhlé, zduřelé útvary, nejprve žlutozelené, pak až černé. Na listech s vysokým stupněm poškození, se háčky rozšiřují na celý list, brzdí jeho růst a způsobuje předčasné opadávání (Ivanová a kol., 2006).

Více vlnovníků škodí na révě vinné, např. vlnovník révový (*Colomerus vitis*) působí plstnatost listů révy a hláčivec révový (*Calepitrimerus vitis*) působí oslabení a krnění prýtlů a listů (nejčastěji akarínóza révy). Svilušky (nadčeleď Tetranychoidae) jsou známé parazitací na rostlinách, které poškozují nejenom sáním, ale též svými metabolity a přenosem původců chorob. Některé druhy mají schopnost tvořit vlákna, opřádat jimi listy hostitelských rostlin a rovněž se pomocí nich šířit větrem. Nejznámějším druhem je sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) (Langrová a kol., 2005).

Užitečné zástupce představuje čeleď dravčíkovití (Cheyletidae), např. dravčík spízní (*Cheyletus eruditus*), který je i záměrně šířen ve skladištích jako predátor jiných škodlivých roztočů z čeledi Acaridae a Glycyphagidae (Žďárková, 2003). Jiný druh, dravčík roztočí (*Cheiletiella parasitivorax*) žije v srsti savců, kde hubí jiné roztoče. Zajímavou skupinou se různým významem tvoří roztočící a všivky. Např. všivka hmyzí (*Pyemotes ventricocus*), parazituje na larvách hmyzu s dokonalou proměnou. Oplozená samice se natrvalo přisává k hostiteli. Roztočák včelí (*Acarapis woodii*) cizopasí ve vzdušnicích včel, kde saje hemolymfu. Způsobuje onemocnění (akarinóza včel), které je nebezpečné zvláště pro mladé dělnice, napadení ochromuje pohyb a let (Langrová a kol., 2005).

Podřád: Pancířníci (Oribatida)

Pancířníci mají silně sklerotizované tělo a jejich stigmata ústí uvnitř kloubních jamek kyčlí, takže nejsou vně patrna. Jde o volně žijící roztoče, které můžeme nalézt jak v půdě, tak na rostlinách. Někteří bývají považováni za půdotvůrce velmi významné z hlediska zemědělství. Známými druhy jsou např. *Sphaerozetes orbicularis*, který dorůstá asi 0,6 mm a je nalézán v trouchu dubových lesů nebo pancířník rybí (*Hydrozetes lacustris*) žijících na vodních rostlinách (Langrová a kol., 2005).

Podřád: Bezpancířníci (Astigmata)

Chybí jim stigmata, pedipalpy jsou malé a dvoučlankové. Kyčle noh dokonale splynuly s povrchem těla. Patří sem velmi významní škůdci ze skupiny skladokazů, která zahrnuje zástupce více nadčeledí. Někteří u nich vytvářejí hypopus, což je pozměněná deutonymfa, která je buď pohyblivá a nechá se přenášet jinými živočichy nebo je nepohyblivá a v tom případě je stádiem, které umožňuje přežít nepříznivé podmínky. Asi nejnebezpečnějším druhem působícím značné hospodářské ztráty ve skladištích je skladokaz moučný (*Acarus siro*), který může mít do roka až 8 – 9 generací a rychle se rozmnožuje ve skladovaném obilí, mouce a moučných výrobcích při vlhkosti nad 13,5 %. Napadené suroviny rozežírání a znehodnocuje svým pachem. Napadá hlavně klíčky a výrazně tím snižuje klíčivost skladovaných osiv. Méně nebezpečný je skladokaz zhoubný (*Glyciphagus destructor*) Další duhy skladokazů napadají mléko, sýry a jiné mléčné výrobky, sušenky, marmelády apod. (Stejskal, Lukáš, 2001).

Ptáky napadají zástupci perohubů (čeleď Pterolichidae) a zápeřníků (Analgesidae), některé druhy se přizpůsobily životu v plicních vacích hrabavých ptáků např. plicnatka kuří (*Cytodites nudus*). Chorobu vápenku ptáků, projevující se v chovech sníženým přírůstkem a nízkou produkcí vajec působí v kůži běháků parazitující lupovky např. lupovka kuří (*Cnemidocoptes mutans*), *Cnemidocoptes pilae* působí šupinatost zobáků ptáků vedoucí až k tvorbě různých novotvarů. Objevuje se v chovech cizokrajných ptáků s nižší hygienickou úrovní (Langrová a kol., 2005).

Nepříjemnými vnitrokožními parazity jsou zákožkovci (čeleď Sarcoptidae). Zákožky mají kulovité tělo s krátkýma pahýlkovitýma nohama. Dospělci svisle provrtávají rohovitou část pokožky do její živé části, kde vyžírají chodbičky vodorovně s povrchem. Vylučují trávicí látky, jimiž rozrušují buňky pokožky, vysávají je a současně dráždí níže položené buňky k množení a tím k tvorbě rohoviny. Larvy žijí na povrchu kůže a kontaktem se dostávají na nové hostitele. Člověka na padá zákožka svrabová (*Sarcoptes scabiei*), u zvířat pak parazituje zákožka koňská (*Sarcoptes equi*), zákožka ovčí (*Sarcoptes ovis*) a další druhy, z nichž některé mohou na člověka přecházet. Na vnější části kůže savců působí problémy druhy ze skupiny prašivek. Prašivky na rozdíl od zákožek žijí pouze na povrchu kůže, mají oválný tvar a delší nohy. Vnější projevy onemocnění zvaných prašiviny jsou však velmi podobné jako u svrabu. Mezi časté cizopasníky ušních boltců králíků patří prašivka králičí (*Psoroptes cuniculi*), není příliš hostitelsky specifická a může napadat i řada dalších domácích zvířat včetně koní. Mezi další druhy patří prašivka koňská (*Psoroptes equi*), na přežvýkavcích cizopasí prašivka ovčí (*Psoroptes ovis*) Většina druhů se nachází na silně osrstěných místech nebo v nitru ušních boltců.

Mnoho roztočů žije synantropně v domácnostech člověka. Exkrementy některých druhů rodu *Dermatophagoides* byly identifikovány jako příčina astmatických záchvatů. Tito roztoči žijí nejčastěji v postelích (peřiny, matrace), kde se živí různými houbami a odloupanou zrohovatělou pokožkou člověka. Mají rádi vyšší vlhkost (nad 60 %) (Langrová a kol., 2005).

2.2. Roztoči škodící na zásobách

Pravděpodobným scénářem přechodu roztočů do blízkosti člověka je, že lidé začali sami účelově pěstovat rostliny, hlavně pšenici a ječmen a domestikovat zvířata. Proces synantropizace roztočů tedy souvisí s přechodem od společnosti lovců a sběračů ke společnosti usdlé. Při tzv. neolitické revoluci, která proběhla v období mezi 10. a 8. tisíciletím př. n. l. v oblastech středního východu (Nesvorná a kol., 2011).

Tím jak lidé koncentrovali uskladněné potraviny a domácí zvířata v čím dál větším množství, vytvářeli velice vhodná prostředí pro různé škůdce a z našeho hlediska hlavně pro roztoče. Podstatná část roztočů přešla ze svého přirozeného prostředí ke člověku z luk, lesů, hnízd ptáků či savců. Ačkoliv mohou být roztoči ve svém původním, přirozeném, prostředí užiteční například rozkladem organické hmoty, v prostředí člověka škodí, ohrožují zdraví člověka, znehodnocují uskladněné zásoby a způsobují tak nemalé ekonomické ztráty (Erban, 2015). Skladištní roztoči škodí hlavně žírem a v tom jsou podobní ostatním skladištním škůdcům. Pokud napadají obilí, tak v první řadě obilný klíček. Významně tak mohou ovlivnit klíčivost semen, a proto mohou téměř nepozorovaně způsobit velké škody na osivu. Skladované produkty a potraviny napadené skladištními roztoči ztrácejí tak nevratně své jakostní parametry (Hubert a kol., 2008).

Jejich nebezpečnost je dána také tím, že mají obecně velmi krátký životní cyklus, tedy že se velmi rychle množí a díky své drobné velikosti ve srovnání s jinými většími škůdci je člověk snadno přehlédne a napadení zjistí až při jejich přemnožení. Obecně také platí, že roztoči jsou méně citliví k různým pesticidům než hmyz, a tak je často těžší se jich, ve srovnání s hmyzími škůdci zbavit. Také stádium hypopa je odolné proti různým přípravkům. V zemědělských skladech a provozech se setkáváme s pestrým zastoupením skladištních roztočů, ti jsou celosvětové rozšíření (Erban, 2015).

Tito roztoči jsou blízce příbuzní s tzv. prachovými roztoči *Dermatophagoides spp.* (čeleď Pyroglyphidae), kteří jsou nejvýznamnějšími producenty alergenů v domácnostech. Blízká příbuznost těchto roztočů byla na molekulární úrovni prokázána s prašivkovitými roztoči čeledi Psoroptidae. Tato příbuznost může ukazovat přechod od volně žijících forem k parazitickým a naopak. Někteří skladištní roztoči se mohou vyskytovat jak v uskladněných potravinách, tak i v prachu domácnosti.

Nejtypičtějším případem může být peříčkovec zhoubný, kterého je složité zařadit mezi prachové nebo skladištní roztoče (Hubert a kol., 2008).

2.2.1. Kořenohub zhoubný (*Rhizoglyphus echinopus*) (roztoč kořenový)

Je velký 0,5 – 1 mm, žlutobílý, lesklý s oválným tělem. Končetiny a ústní ústrojí má hnědavé, nohy jsou silné a mají trny. Brvy na těle jsou krátké a ochlupení řídké. Napadá zejména hlízy brambor, cibule česneku a cibule tulipánů. V důsledku sání na rostlinách jejich pletiva odumírají a následně mohou být napadána hnilobami (Hrudová a kol., 2006).



Obr. 1 Kořenohub zhoubný a napadené rostliny
(<http://www.abgenternasyonel.com/images/icerik/200404-J06.jpg>)

2.2.2. Skladokaz moučný (*Acarus siru*) (roztoč moučný)

Samička je velká 0,3 – 0,6 mm, sameček 0,25 – 0,3 mm. Tělo je bělavé a lesklé. Na zadečku má dva páry dlouhých brv. Ostatní brvy na těle jsou krátké, řídké rozmístěné. Jedním z rozpoznávacích znaků je i narůžovělá barva přední části těla a nohou. 1. pár nohou samců je ztluštělý a na stehnech je rozeznatelný trn. Pohyb je pomalý, valivý (Chadová, 2006). Samička klade 20 – 30 vajíček velkých 0,1 mm, larvy se líhnou za 3 – 4 dny. Má jeden larvální a tři nymfální stupně. Kompletní vývoj trvá 35 dní. Dospělí roztoči žijí asi 1 – 2 měsíce. Rozmnožuje se v produktech s vlhkostí vyšší než 14 %. Napadá obilí, mouku a moučné výrobky, olejniny, sušené ovoce a sýry. Napadené obilí

štiplavě páchne. U semen vyžírá klíček. Přenáší plísně a bakterie. U citlivých lidí způsobuje dermatitidy, astmatické obtíže a rýmu. Krmivo hospodářských zvířat ochuzuje při větším přemnožení o výživné látky a zvířatům může způsobovat poruchy metabolismu (Stejskal, Lukáš, 2001). Žije často i v přírodě v hnízdech savců i ptáků a v půdě polních plodin, odkud bývá s obilím přenášen do skladů. Mezi přirozené nepřátele roztoče moučného náleží především roztoč dravý (*Cheyletus eruditus*) (Bartoš, Verner, 1979).

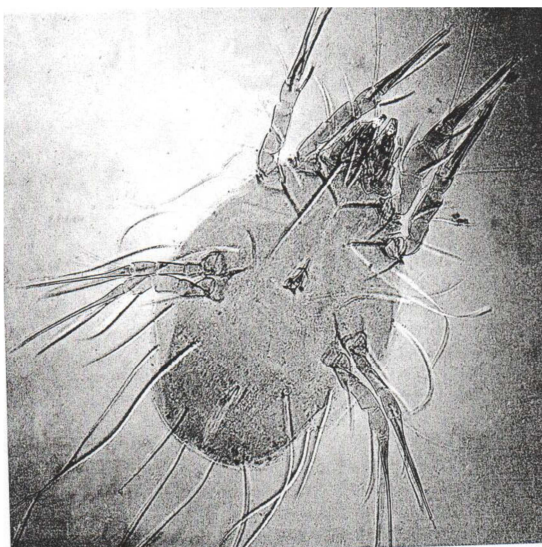


Obr. 2 Roztoč moučný, napadení sladovnického ječmene (Erban a kol., 2009)

2.2.3. Peříčkovec zhoubný (*Lepidoglyphus destructor*) (roztoč ničivý)

Je velký 0,3 – 0,5 mm, samička je větší, tělo je bez příčné hřbetní rýhy, bělavé, lesklé, slabě chitinizované, s dlouhými peříčkovitými brvami. Nohy jsou dlouhé, tenké, což mu umožňuje rychlý a trhavý pohyb (Hrudová a kol., 2006). Má jeden larvální a tři nymfální stupně. Hypopus je nepohyblivý, je uzavřen v kožce nymfy I., která má zvláštní perleťovou barvu. Roztoči žijí asi měsíc, samička naklade 100 – 150 vajíček. Škodí na obilí, mouce, osivech, sušené zelenině, olejninách, bílkovinných směsích pro hospodářská zvířata, které při přemnožení znehodnocuje zápachem a mrtvými těly a lámavými chloupky. Patří k velmi běžným a nebezpečným škůdcům. Vyskytuje se v obilí a v obilním prachu v 60 % skladů. Živí se hlavně úlomky semen a organickým prachem. Je sekundárním škůdcem, tj. ve skladovaných produktech se vyskytuje návazně na jiné druhy, není schopen rozežít zdravá semena. Napadený produkt je hygienicky závadný a jeho požitím byly způsobeny katary zažívacího ústrojí u lidí i

domácích zvířat, proto je jeho přítomnost v produktech nežádoucí. U citlivých lidí způsobuje rovněž dermatitidy, astma a rýmu (Stejskal, Lukáš, 2001).



Obr. 3 Roztoč ničivý (Stejskal, Lukáš, 2001)



Obr. 4 Roztoč ničivý (Deml M.)

2.2.4. Sýrohub obecný (*Tyrolichus casei*) (roztoč sýrový)

Je podobný skladokazu moučnému. Tělo je vejčité, bělavé s načervenalýma nohama. Při teplotě 23 °C a relativní vzdušné vlhkosti 87 % trvá vývojový cyklus od vajíčka do pohlavně dospělých jedinců 15 – 18 dnů. Škodí hlavně na produktech s vyšším obsahem tuků a proteinů např. sýrech, mouce, obilí. Tento druh je také kultivován a přidáván do některých druhů sýrů. Tento zvláštní druh sýra se vyrábí z odstředěného sušeného tvarohu s přidáním těchto roztočů. Ti zajistí prostřednictvím svých trávicích enzymů fermentaci odstředěného tvarohu. Výroba těchto sýrů je velmi pracovně i časově náročná a může trvat 3 – 6 měsíců. Tito roztoči mohou způsobovat u lidí alergické reakce a při požití napadených sýrů také bolesti břicha a průjem (Mehlhorn, 2008).



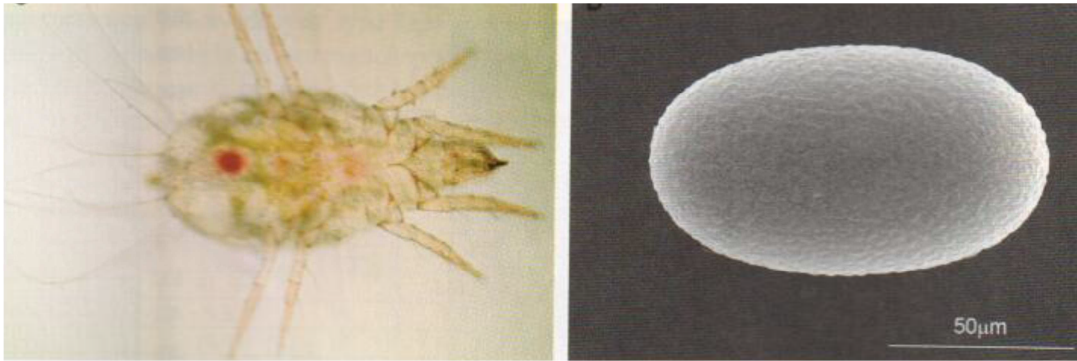
Obr. 5 roztoč sýrový
(http://www.schaedlingskunde.de/Steckbriefe/htm_Seiten/Kaesemilbe-Tyrolichus-casei.htm)



Obr. 6 Sýr vyráběný pomocí roztoče sýrového
(http://en.wikipedia.org/wiki/Tyrophagus_casei)

2.2.5. Sýrohub zhoubný (*Tyrophagus putrescentiae*) (roztoč zhoubný)

Je velký 0,3 mm, samička je větší. Tělo má slabě sklerotizované, bělavé a lesklé. Nemá narůžovělý odstín. Na zadečku jsou nápadně dlouhé, nepatrně zpeřené brvy. Nohy jsou relativně krátké, chodidla 4 . páru noh jsou přibližně stejně dlouhá jako holeň a koleno dohromady (Chadová, 2006). Při teplotě 25 – 30 °C samička naklade až 600 vajíček, délka vývoje jedné generace je 80 – 170 dní. Při teplotách nižších než 10 °C se nerozmnožuje a vývoj se zastavuje (Bartoš, Verner, 1979). Mívá sedm generací ročně. Poškozuje sýry, semena olejin, mouku, moučné výrobky, škodí i v kulturách hub a chovech hmyzu, lze ho najít i v přírodovědeckých sbírkách (Hrudová a kol., 2012). Oblíbenou potravou jsou rovněž granule pro psy.



Obr. 7 Roztoč zhoubný a jeho vajíčko pod elektronovým mikroskopem (Křížková-Kudlíková, 2009)

2.2.6. Roztoč mléčný (*Carpoglyphus lactis*)

Je velký 0,4 – 0,5 mm. Tělo je podlouhlé a průsvitné, nohy a okolí hlavy jsou narůžovělé. Brvy na těle krátké, jen na zadním okraji 2 páry nápadně dlouhých brv. Na zadečku jsou dvě okrouhlé skvrny. Obě pohlaví mají v okolí pohlavního otvoru drobné přísavky (Bartoš, Verner, 1979). Žije převážně na substrátech, které obsahují kyselinu mléčnou, na potravinách s vysokým obsahem sacharózy a glukózy např. suché ovoce, fíky, datle, hrozinky, med, marmelády, burské oříšky, kakaové boby. Zdržuje se v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu nad 60 %, při vyšší relativní vlhkosti vzduchu přežívá až měsíc bez potravy. V optimálních podmínkách se rychle přemnožuje. Napadené suroviny jsou žírem značně narušeny a při silném výskytu bývají pokryty silnou vrstvou roztočů. Konzumace znehodnocených sladkostí a sušeného ovoce způsobuje zažívací potíže nejen u lidí, ale i u zvířat těmito substráty kmenými (Řehák a kol., 2005).



Obr. 8 Roztoč mléčný (Řehák a kol., 2007)

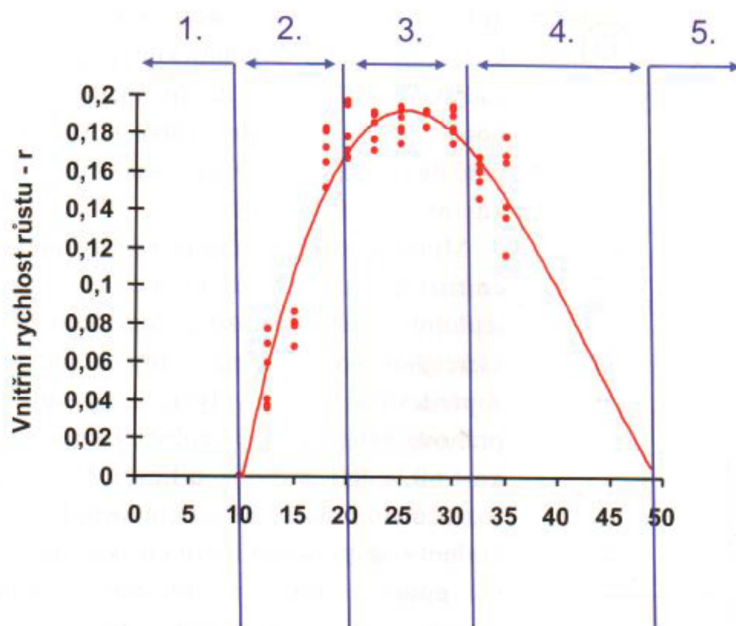


Obr. 9 Fíky napadené roztočem mléčným (Řehák a kol., 2007)

2.3. Vliv teploty a vlhkosti na růst populace roztočů

Skladištní roztoči se vyvinuli z roztočů, kteří dříve žili v půdě. Půda má vysokou relativní vlhkost, proto většina půdních živočichů nemá vytvořené mechanismy, které by zabránily vysychání vody z těla, když se dostanou do suchozemských podmínek. Na nepříznivé podmínky jsou adaptována jejich dvě vývojová stádia a to vajíčko a hypopus. Vajíčka roztočů jsou velmi odolná vůči nepříznivým vnějším vlivům. Hypopus je však pro roztoče zcela unikátní. Je to klidové stádium, které se nemůže aktivně pohybovat ani přijímat potravu. Pro skladištní roztoče je optimální vysoká relativní vlhkost v rozmezí 75 – 85 %. Při relativní vzdušné vlhkosti okolo 60 % dochází již k vysychání a úhynu roztočů, nebo zastavení růstu jejich populací. Roztoči jsou studenokrevní živočichové, nedokáží udržet svou tělesnou teplotu a jsou závislí na teplotě svého okolí. Pro roztoče je optimální zóna teploty v rozsahu 20 až 33 °C, kdy jsou metabolické procesy nejvyšší. Suboptimální zóna teploty, kdy ještě probíhají metabolické procesy, ale jsou již málo intenzivní, je v rozsahu od 10 do 20 °C a od 33 do 35 °C. Letální zóny kde již nemohou probíhat metabolické procesy a roztoči umírají, jsou nad a pod těmito teplotami, ale jejich stanovení závisí také na době působení teploty na roztoče a vlhkosti prostředí. Z toho vyplývá, že existují dvě prahové veličiny a tím je vlhkost 60 % a teplota 10 °C, které jsou limitní pro vývoj roztočů v normálním prostředí. Pod tyto hodnoty se roztoči nerozmnožují. Teplotu a vlhkost skladovaných komodit můžeme monitorovat pomocí teploměrů a vlhkoměrů. Na základě znalostí teplot, můžeme odhadnout rychlost růstu populace roztočů, ale i nepřímým odhadem rychlost metabolických procesů. Tyto procesy zahrnují pohyb a příjem potravy, a když jsou tyto procesy utlumeny, klesá také škodlivost populace roztočů. Vyprodukované škodlivé látky ve skladovaném substrátu zůstávají, ale již nejsou produkovány další. Také přenos mikroskopických hub po tuto dobu klesá. Regulace teploty a vlhkosti patří k metodám fyzikální ochrany skladovaného obilí. K nejvíce používaným patří aktivní větrání, kde je snahou ochladit a vysušit vrchní vrstvu obilí, tak aby zde nebyly příznivé podmínky pro vývoj roztočů (Nesvorná a kol., 2011).

Graf 1 – Rychlost vývoje roztoče *Tyrophagus putrescentiae* v závislosti na teplotě.



1 – spodní letální zóna, kde se roztoč nevyvíjí, 2 – spodní suboptimální zóna, kde metabolické procesy probíhají s nízkou intenzitou, 3 – optimální zóna, kde je metabolická činnost roztočů optimální, 4 – horní suboptimální zóna, kde metabolické procesy probíhají s nízkou intenzitou, 5 – horní letální zóna, kde se roztoč nevyvíjí (Nesvorná a kol., 2011)

2.4. Detekce kontaminace roztoči

Podle současných českých i evropských norem je přítomnost jakéhokoliv škůdce v potravinách a uskladněných produktech nežádoucí. Během skladování a potravinových řetězcích jsou zemědělské komodity napadeny různými škůdci, jako jsou hlodavci, ptáci, různé druhy hmyzu, roztoči a mikroorganismy. Odhalit napadení škůdci mikroskopických rozměrů je běžnými metodami často velmi obtížné, proto jsou vyvíjeny metody založené na molekulárních a biochemických principech. Tyto metody pak slouží jako efektivní nástroje pro odhalení napadení škůdci a slouží jako prevence při ochraně skladovaných produktů a předcházení škod. Problematikou detekce se zabývá řada laboratoří. V České republice existují i výzkumné laboratoře, které jsou zaměřeny nejen na detekci, ale vyvíjejí a optimalizují nové metody, např. oddělení

ochrany zásob a imunodiagnostická laboratoř při VÚRV, v.v.i. Praha – Ruzyně (Křížková-Kudlíková, 2009).

2.4.1. Význam kontaminací členovci

Skladištní roztoči produkují celou řadu alergenních proteinů (24 tříd alergenů roztočů), které mohou způsobovat zdravotní problémy u farmářů, pracovníků potravinářského průmyslu, ale i koncových spotřebitelů. Roztoči, kteří kontaminují krmiva, ohrožují hospodářská zvířata, u nichž je vyvoláván zbytečný stres. Přítomnost skladištních škůdců v komoditách má kromě zdravotního aspektu i aspekt ekonomický. Význam kontaminací potravin členovci je zakotven i legislativně, tj. české státní normy stejně jako evropské mají nulovou toleranci k výskytu škůdců a jejich vývojových stádií v potravinářských produktech („ČSN 46 1100“). V potravinách a uskladněných produktech se nesmí vyskytovat žádná živá ani mrtvá těla škůdců v jakémkoliv stádiu vývoje, tedy ani vajíčka, larvy a kukly. Rovněž zkrmování zrnin/krmiv s obsahem skladištních škůdců je podle „zákona o krmivech č. 91/1996 Sb. ve znění zákona č. 244/2000 Sb.“ zakázáno. I přesto je při průzkumech dlouhodobě potvrzováno neúměrně vysoké procento napadení skladovaných komodit skladištními škůdci. Příčinu lze hledat v nedostatečné kontrole, která souvisí s absencí rychlých a spolehlivých detekčních metod. Roztoči jsou na hranici vnímatelnosti lidským okem, obzvláště jejich přítomnost v substrátu. Nenápadnost roztočů velmi komplikuje jejich odhalení a snadno se pak mohou roztoči přemnožit do takové míry, že je prozradí charakteristický zápach nebo pohyb obilí. Velmi nebezpečná jsou vajíčka roztočů, protože odolávají chemické a fyzikální ochraně. Samičky roztočů kladou vajíčka, která jsou většinou nalepena na substrát a jsou téměř nedetekovatelná. Z vajíček roztočů se po několika dnech líhne larva. Ta se postupně mění v další pohyblivá stadia zvaná protonymfa, deuteronymfa, tritonymfa následovaná dospělcem. Většina roztočů je schopna tvořit neaktivní stadia tzv. hypopy. Toto stádium s uzavřenou trávicí soustavou slouží k přečkání nepříznivých abiotických podmínek. Hypopus se může také přemísťovat uchycený na tělech jiných bezobratlých (hmyz) či obratlovců (hlodavci) (Křížková-Kudlíková a kol., 2009).

Zřejmě největší nebezpečí spočívá v tom, že roztoči za svého života produkují a do okolního prostředí uvolňují biokontaminanty v podobě svleček (zbytky kutikuly), chlupů a především exkrementů obsahujících životu nebezpečné alergeny. Studie

ukázaly, že alergeny v exkrementech roztočů vydrží dlouhou dobu s poločasem rozpadu větší než jeden rok. Vzhledem k tomu, že se exkrementy v prostředí zamořeném roztoči hojně vyskytují, je vhodné zaměřit vývoj detekčních strategií právě proti substancím obsažených v exkrementech. Tohoto přístupu bylo využito při vývoji detekčních protilátek (ELISA kitu) na prachové roztoče, kdy alergenní proteiny v podobě cysteinových proteáz vyskytující se v exkrementech jsou nejvýznamnější (Křížková-Kudlíková a kol. 2009)

2.4.2. Způsoby detekce roztočů

V laboratořích je nejčastěji používanou metodou pro detekci skladištních členovců prosev skladované komodity na definovaných sítích. Vzorek se prosévá po částech po dobu 3 až 5 minut drátěnými síty s oky velikosti 3 mm; 1 mm; 0,5 mm a 0,3 mm. Soustava sítí musí do sebe zapadat a má mít víko a dno. Tato metoda je využívána k analýze sypkých rostlinných produktů, např. obiloviny (Chadová, 2006). Pro obiloviny byla prokázána vysoká účinnost této metody, což bylo testováno, tak že byly uměle kontaminovány vzorky obilí známým počtem roztočů a poté zjišťována návratnost po extrakci, která se pohybovala v rozsahu 86 – 95 %. Prosetý vzorek je analyzován pod stereomikroskopem, nebo mikroskopem. Nevýhodou této metody je to, že vyžaduje nízký obsah prachu ve vzorku. Obsahuje-li obilí prach, separuje se ve frakci, která je shodná s velikostí těl roztočů, a proto se roztoči obtížně hledají a počítají. Další nevýhoda spočívá v praktické nemožnosti nalézt a identifikovat exkrementy roztočů a jejich vajíčka (Křížková-Kudlíková a kol. 2009).

Pro roztoče nejčastěji používanou metodou je tepelná/světelná extrakce v Tullgren-Berleseho přístroji. Vzorek obilí nebo jiného materiálu je umístěn do nálevky obsahující síto. Pomocí žárovky je povrch vzorku ohříván, zatímco spodek vzorku si udržuje původní teplotu. Roztoči mají tendenci migrovat do chladnějších míst, jsou tedy v podstatě vyhnáni na síto, kterým propadnou, a kde jsou odchyceni ve sběrné nádobě pod nálevkou. Velmi vysoká účinnost této metody byla prokázána u obilí. Nevýhodou je použitelnost pouze pro pohyblivá stádia. Vajíčka a většina hypopů nelze od obilí touto metodou separovat. Další nevýhodou je, že v některých případech nevzniká dostatečný tepelný gradient, což se stalo při extrakci roztočů z mouky (Křížková-Kudlíková a kol. 2009)

Pro identifikaci kontaminací, a to především fragmentů hmyzu v pekárenském průmyslu byla optimalizována metoda filth flotačního testu. Jedná se o gravimetrickou metodu, která je založena na separaci částic o různé specifické hmotnosti. Kontaminovaný substrát se rozmíchá s roztokem chloridu sodného, čímž dojde k rozdělení vzorku na část sedimentující a část plovoucí. Ve frakci plovoucí jsou na hladině přítomni škůdci, fragmenty škůdců a vývojová stádia. Po vyplavení na sítko se frakce prohlíží pod binokulárním mikroskopem a počítá se množství škůdců. Výhodou této metody je, že umožňuje identifikovat nepohyblivá stádia, jako jsou hypopi a vajíčka. Nevýhodou je celková doba stanovení jednoho vzorku, asi kolem jedné hodiny a vzhledem k vysoké pracnosti a časové náročnosti vyžaduje kvalifikované pracovníky. Další nevýhodou je příliš malé množství vzorku, které lze zpracovat (10 g). Také účinnost této metody byla v testech nižší (Křížková-Kudlíková a kol. 2009).

Žádnou z těchto metod nelze detekovat alergeny, ale pouze jejich producenty. Nelze tedy při aktuální absenci skladištních členovců stanovit přítomnost takových markerů (např. alergenů), které by ukazovaly na infestaci v minulosti. Po ošetření substrátu, kdy jsou odstraněni producenti alergenů, následně používané metody prokážou, že žádní členovci se zde již nevyskytují, avšak alergeny, které nejsou detekovány, jsou stále přítomny a mohou způsobovat problémy. Existují i metody založené na identifikaci specifických molekul (proteiny, protilátky), sekvencí nukleových kyselin (DNA/RNA). Tyto metody umožňují sledování právě v těch případech, kdy výše uvedené detekce nelze použít. Zároveň jsou tyto testy jednoznačné a při optimalizaci pro rutinní využití také rychlé. V detekci některých škodlivých organismů v ochraně rostlin tyto metody již nahradily metody klasické a lze předpokládat, že jejich využití i v detekci jiných organismů převáží.

Imunochemické metody jsou rutinně používány v rostlinolékařství, např. pro detekci rostlinných virů a fytopatogenních bakterií. V současnosti nejběžněji používané imunochemické metody pro detekci biokontaminantů jsou takové, které využívají pevnou fázi pro imobilizaci protilátek nebo antigenů a jsou založeny na značení protilátek přímo detekovatelnými molekulami, jako jsou enzymy (ELISA), fluorescenční barvy (imunofluorescence) nebo izotopy.

Pro ELISA testy se používají polystyrenové destičky s jamkami nebo jiné vhodné sorbenty (nitrocelulóza, polyvinylmembrány) na které se na základě hydrofobních

vazeb ireverzibilně vážou makromolekuly. Těmito makromolekulami jsou buď protilátky, nebo antigen, podle zvoleného typu reakce. Využívá se několik typů schémat ELISA, která se liší počtem použitých protilátek, jejich uspořádáním a pevným podkladem, na který se imobilizují. Nejjednodušším formátem ELISA je PTA-ELISA (Plate-Trapped Antigen), kde se na pevný sorbent váže jako první antigen z testovaného vzorku. Následuje inkubace se specifickou primární protilátkou, která se váže na cílový antigen. Primární protilátka může být přímo konjugovaná s enzymem, který je následně detekován, nebo se na primární protilátku váže tzv. sekundární protilátka konjugovaná s enzymem. Takovýmto enzymem může být např. alkalická fosfatáza. Poté se přidá substrát pro enzym, např. roztok sodné soli p-nitrofenylfosfátu. Tento substrát je hydrolyzován enzymem vázaným na sekundární protilátku. Činností enzymu se uvolňuje chromogen (tj. nitrofenolátový anion.), který mění zbarvení reakční směsi. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci enzymu, tj. koncentraci antigenu vázaného primární protilátkou. Intenzitu zbarvení lze vyhodnotit fotometricky. V tomto formátu testu dochází ke kompetici mezi cílovým antigenem a ostatními antigeny, z testovaného vzorku o povrch jamky. To může být zásadní překážkou, především tehdy, je-li cílový antigen v nižší koncentraci než ostatní antigeny. Tento problém lze vyřešit formátem DAS-ELISA (Double Sandwich ELISA), ve které je jako první imobilizována primární protilátka, na kterou se v dalším kroku váže cílový antigen ze vzorku. Další postup je v principu stejný jako u PTA-ELISA. V tomto formátu testu se tedy využívá vazby dvou protilátek.

Pro detekci skladištních roztočů byla připravena monoklonální protilátka pro detekci alergenu roztoče ničivého (*Lepidoglyphus destructor*) Lep d2 v kontaminovaném obilí. Byla využita skupinou badatelů z výzkumné skupiny v Central Science Laboratory, York, Velká Británie, kde vyvinuli detekční testy pro dospělé a juvenilní stádia nejběžnějších skladištních roztočů: roztoče ničivého (*Lepidoglyphus destructor*), roztoče hnízdňho (*Tyrophagus longior*) a roztoče domácího (*Glyphiphagus domesticus*). Jedinci stejného druhu roztoče byli detekováni kombinací monoklonální a polyklonální protilátky (technika DAS-ELISA). V tomto případě bylo dosaženo vysoké citlivosti již od jednoho jedince na 5g obilí (Křížková-Kudlíková a kol., 2009).



Obr. 9 Přístrojové vybavení pro detekci kontaminace skladovaných substrátů roztoči, A - laboratorní prosévačka Retsch A5 200 digit; B - Tulgren-Berleseho přístroj pro tepelnou a světelnou extrakci roztočů; C filth flotační aparatura; D - ELISA reader (thermo) pro měření absorbance ELISA testů (Křížková-Kudlíková a kol., 2009).

2.5. Metody ochrany proti skladištním roztočům

Nejčastější metodou ochrany proti skladištním členovcům je ošetření chemickými látkami. Řada přípravků, které jsou účinné proti skladištnímu hmyzu, je zároveň toxická i pro roztoče. V minulosti se proti roztočům používaly organofosfátové pesticidy, po jejich zákazu je možné roztoče likvidovat pyretridy registrovanými k ochraně proti skladištním broukům (Colins, 2006). Další možností je využití mikrobiálních přípravků nebo biologické ochrany s využitím predátorů či parazitoidů.

Kontrola skladovaných komodit a zjišťování škůdců se provádí pravidelně obvykle v 1 – 3 měsíčních intervalech. Kontrola je prováděna také při příjmu nebo vyskladňování, před a po asanační akci a důležité jsou také preventivní kontroly v prázdných skladech a provozovnách. Při zjišťování škůdců se současně kontroluje teplota a relativní vlhkost vzduchu a produktu. Ochrana proti škůdcům může mít jak charakter preventivní tak represivní. Součástí boje proti skladištním škůdcům může být tedy prevence, nebo způsoby ochrany – mechanický, fyzikální, chemický, biologický či integrovaný (Bartoš, Verner, 1979).

2.5.1. Prevence

Prevence je soubor opatření, jejichž účelem je zabránit výskytu škůdců a vytvořit nepříznivé podmínky pro jejich vývoj. Cílem je snížit pravděpodobnost napadení škůdci, ale také předcházet značným nákladům na asanaci a represivní hubení již přemnožených škůdců. Hlavními zásadami při realizaci preventivních opatření jsou zamezení přístupu škůdcům do skladovacích prostorů, vytvoření nepříznivých podmínek pro rozmnožování i život škůdců uvnitř i v okolí skladu. Je třeba se zaměřit na kontrolu stavu produktu (zejména při příjmu), tak dosud prázdného skladu z hlediska napadení nebo osídlení škůdci. Čistota skladu i produktu je základem všech preventivních opatření a asanačních opatření při napadení. Dodržováním čistoty se sníží zdroje výskytu škůdců až na 50 %. Volně ložený produkt je vždy problematictější. Čistota prázdných skladů, před naskladněním produktu by měla být základem. Škůdci se mohou vyskytnout i v čistých skladech, ale asanační zásah je zde jednodušší a účinnější. Mechanický úklid je třeba provádět co nejčastěji. Chemické preventivní opatření je ošetření prázdného skladu některým z insekticidních přípravků. Provádí se asi 3 týdny před naskladněním a používají se k němu pesticidy s delším reziduálním účinkem, aplikované formou postřiku nebo aerosolu. Fyzikálními preventivními opatřeními rozumíme především snižování teploty ve skladu, a to jak ovzduší, tak i substrátu, bez vlivu na jakost. Tento způsob ochrany se uplatňuje především ve skladech obilí, kde je možné zabránit napadení snížením teploty na 5 °C. Důležitá je také vhodná vlhkost substrátu, která je ovlivňována relativní vzdušnou vlhkostí. U některých produktů se vyžaduje určitá vlhkost a jejím snížením bychom způsobili ztrátu jejich jakosti. Tam kde je to možné se snažíme o co nejnižší vlhkost produktu. To

je vhodné u obilí a mouky. Při 12 % vlhkosti skladovaného obilí se může vyvíjet jen velmi málo škůdců. Udržet však nízkou vlhkost skladovaného obilí je problém, který lze v mnohých případech řešit dobrým systémem aktivního větrání. Konstrukce skladu má rovněž vliv na vývoj škůdců. Zvláště je to patrné při srovnání podlahových skladů se sily. Vyskytnou-li se škůdci v silech, bývají sem většinou dovezeni s napadeným produktem. Dodržují-li se příslušná opatření a naskladňuje se nenapadené a suché obilí, škůdci zde nemají vhodné podmínky k přemnožení. To je patrné zejména v hermetických silových komorách. Příčinami výskytu škůdců mohou být i nevhodná konstrukce skladu, druhu stavebního materiálu a způsobu uložení produktu. Důležitým preventivním opatřením může být instalace ochranných sítí do oken, které chrání proti vniknutí létajících škůdců. Osvědčují se i proti vnikání ptáků a nepřímo tím zabraňují přenosu jiných škůdců, zvláště roztočů (Bartoš, Verner, 1979).

2.5.2. Využití mechanických prostředků ochrany

K mechanickým prostředkům ochrany proti skladištním škůdcům patří individuální sběr a ničení, instalace různých pastí a lapáků, flotace a omývání, hubení škůdců pohybem substrátu a hubení škůdců pomocí čistících strojů. Flotaci a omývání lze použít k odstranění roztočů z tvrdých sýrů. Obvykle se provádí omývání a kartáčování sýrů ve slané vodě. Podobný způsob lze použít při výskytu roztočů i na sušeném ovoci. Nejčastěji se používají k hubení škůdců čistící stroje. Čištění obilí je jedním ze základních předpokladů úspěšného hubení škůdců a důležitým činitelem pro omezování jejich rozvoje. Dosahované výsledky při použití strojů nejsou 100 % (zvláště při odstraňování roztočů), ale omezení výskytu škůdců je velmi dobré. Množení roztočů v čištěném obilí je 10× pomalejší než v nečištěném obilí. Odpady vzniklé při čištění je nutné ihned odstranit, jinak by mohly být zdrojem opětovné infestace (Bartoš, Verner, 1979).

2.5.3. Využití fyzikálních prostředků ochrany

Rozvoj škůdců je možné ovlivňováním teploty a vlhkosti značně potlačit a v některých případech i zcela vyloučit. Jedná se především o hubení škůdců nízkými či vysokými teplotami, nízkou vlhkostí substrátu či zářením.

Nízké a vysoké teploty působí na roztoče a hmyz nepříznivě, to jak na dospělce, tak i na jejich vývojová stádia. Různí škůdci jsou proti nepříznivých podmínkám také různě odolní. Účinek teplot také závisí na vlhkosti substrátu, délce působení teplot a relativní vzdušné vlhkosti. Škodlivý hmyz se v substrátu většinou nevyvíjí při teplotách kolem 10 °C. Při této teplotě se může prodloužit vývoj většiny škůdců až trojnásobně, dospělci nekladou vajíčka, nepohybují se a nekonzumují potravu. Při delším působení a teplotách kolem 0 °C a nižších většina škůdců hyne. Pokud to dovoluje jakost skladovaného produktu, snažíme se snížit jeho teplotu pod minimální mez rozmnožovacího cyklu škůdce a tuto teplotu udržet co nejdéle, abychom omezili jeho vývoj. Bojovat proti škůdcům nízkými teplotami není možné v místech stálého provozu, ve skladech ovoce, brambor, zeleniny a v domácnostech. Takto postupovat lze v ostatních skladech, provozovnách a silech. Snížení teploty lze dosáhnout pasivním nebo aktivním větráním. Pasivní větrání je důležité pro omezování aktivity škůdců ve skladech a domácnostech. Větráme převážně na podzim a v zimě, a to tehdy je-li teplota substrátu a skladu o 4 °C vyšší než venkovní teplota. Čím dříve na podzim je možnost zchlazovat, tím dříve se vytvoří nepříznivé podmínky pro vývoj podzimní generace škůdců. Na jaře je třeba sklad chránit před pronikáním teplého vzduchu na zchlazený substrát, aby nedošlo k jeho orosení a zvlhnutí. Zchlazování pasivním větráním není účinné u vysokých násypných výšek skladovaného obilí, neprovádí-li se trvale delší dobu. Účinky jsou patrné jen v povrchové vrstvě. Zde se uplatňuje aktivní větrání. Aktivní větrání je ošetřování substrátu proudem vhněného vzduchu. Tímto lze rychle dosáhnout snížení teploty a vlhkosti obilí a je to jednou z účinných metod hubení škůdců nebo omezení jejich populace. Aktivní větrání může být stabilní nebo přenosné. Přenosné se používá k odstraňování samozahřívání obilí v hnízdech, které způsobují škůdci nebo mikroorganismy. Stabilní větrací zařízení bývá instalováno především v silech, ale i podlahových skladech (Bartoš, Verner, 1979).

Další z faktorů ovlivňující skladištní škůdce, jejich rozmnožování a délku života je vlhkost substrátu a relativní vlhkost. Vlhkost se může dostat do těla roztočů a hmyzu

dvěma způsoby a to bezprostředně ze vzduchu dýchacími cestami nebo potravou. Je-li relativní vlhkost ovzduší vysoká, ovlivňuje povrch substrátu, který se tak stává velmi atraktivní pro škůdce. Kritická hranice vlhkosti substrátu, v tomto případě obilí, u roztoče moučného je 13,4 %, roztoče ničivého 12,8 %, roztoče sýrového 16,2 %, roztoče mlékohuba 16,4 %. V substrátech s vyšším obsahem tuku (olejiny) přežívají škůdci při nižší vlhkosti. Jedním ze způsobů snížení vlhkosti v substrátu je jeho sušení. Vystavíme-li obilí v sušících strojích vysokým teplotám, zabijeme tím za určitých předpokladů veškeré škůdce. Stačí teplota 60 °C po dobu 10 minut (Bartoš, Verner, 1979).

2.5.4. Využití biologické ochrany

Biologická ochrana proti škůdcům je jednou z alternativ k chemické ochraně. Výrazně se prosazuje ve skleníkovém hospodářství, ovocnictví, vinařství, zelinářství a omezeně v polních kulturách. Ve skladovém hospodářství (sila, sklady) a potravinářském zpracovatelském průmyslu (mlýny, pekárny, těstárny atd.) je jejich využití dosud velmi omezené (Lukáš, Stejskal, 2003).

Trend snižování využívání chemické ochrany se projevuje ve všech oblastech, kde jsou aplikovány pesticidy. Omezuje se jak spektrum účinných látek, tak jejich aplikační množství. Kromě technologických problémů (rezistence), zdravotních rizik (rezidua) či škodlivosti pro životní prostředí, vzrůstá přímý zájem konzumentů o potraviny ze systémů kde je použití pesticidů omezeno či zcela vyloučeno. Dalšími důvody ústupu od jednostranné chemické ochrany jsou vysoké náklady spojené s vývojem nových účinných látek, jejich registrací a přísnými požadavky na jejich bezpečnost. Jednou z možností zvýšení účinnosti ochranných zásahů je souběžné využití chemické a biologické ochrany. Predátoři nebo parazitoidi mohou být aplikováni s určitým odstupem po provedeném chemickém zásahu a prodloužit tak jeho účinnost, resp. dlouhodobě kontrolovat populační hustotu cílového organismu. Termínem parazitoid se označuje takový hmyz, který se vyvíjí uvnitř (endoparazit) nebo na těle (ektoparazit) jiného živočicha a žije pouze na jednom hostiteli, který následkem parazitace hyne. Parazitovaným vývojovým stádiem může být vajíčko, larva nebo kukla. Predátoři v průběhu svého života usmrcují a konzumují více jedinců a jsou obvykle větší než jejich kořist. Využívání predátorů a parazitoidů proti skladištním škůdcům

v programech biologické ochrany má oproti tradičně používané chemické ochraně nepřehlédnutelné výhody: nezanechává chemická rezidua, predátoři a parazitoidi se po vypuštění dále rozmnožují, aplikace je cílená, přirození nepřátelé škůdce aktivně vyhledávají, minimalizuje se riziko vzniku rezistence. Úspěšný program biologické ochrany lze charakterizovat vytvořením dlouhodobé interakce škůdce – parazitoid/predátor, jejímž výsledkem je snížení a udržení populační hustoty škůdce na nízké úrovni (Lukáš, Stejskal, 2003).

Negativa aplikace biologické ochrany jako např. přílišná specializace, pomalejší nástup účinnosti, zvýšené náklady či možná kontaminace substrátu fragmenty parazitodů jsou ve srovnání s riziky chemické ochrany, okrajová.

Příkladem může být dravý roztoč *Cheyletus eruditus*, jehož kořist tvoří *Acarus siro*, *Lepidoglyphus destructor*, *Tyrophagus putrescentia*, *Glycyphagus domesticus*, který se aplikuje ve skladech obilí (Lukáš, Stejskal, 2003).

Cheyletus eruditus se běžně vyskytuje ve skladech obilí a osiv ve společenství akaroidních roztočů, kterými se živí. Rovněž konzumuje vajíčka a juvenilní stádia hmyzu. Je asi 0,5 mm velký a množí se partenogeneticky, bez oplození. Samička klade vajíčka na hromádky po 40 – 60 ks a až do vylíhnutí malých larviček je hlídá. Vajíčka jsou kladena na pavučinku, pod kterou se larvičky po vylíhnutí ukrývají, aby nebyly matkou sežrány. Z larev se dále vyvinou dvě nymfální stádia a pak dospělý roztoč, většinou samice. Dravá jsou všechna stádia. *Ch. eruditus* je odolnější k organofosfátům než jeho kořist. Dávka, která způsobuje 100 % mortalitu u akaroidních roztočů ještě dva měsíce po aplikaci, způsobí sotva 50 % mortalitu dravých roztočů ihned po aplikaci. Draví roztoči jsou prodáváni pod obchodním názvem Cheyletin v papírových sáčcích v semeni salátu v počtu 2000 – 3000 jedinců. Biologický boj je možno používat preventivně i represivně v prázdných i plných skladech obilí a osiv. Je možno jej použít pouze proti akaroidním roztočům a pouze na výše vyjmenovaných surovinách. Nelze jej použít v sypkých substrátech, jako jsou bílkovinné směsi, mouka apod. (Žďárková, 2003).

Preventivní aplikaci do skladovaného obilí nebo osiv provádíme, když surovina není napadena roztoči. Její vlhkost je ale vyšší než 14 %, takže je napadení roztoči pravděpodobné. Dále nesmí být napadena jinými škůdci, jako jsou brouci a zavíječi. V tom případě je předpoklad, že bude chemicky ošetřena a pak je lépe aplikovat dravé roztoče až po chemickém ošetření. Dalším předpokladem pro preventivní aplikaci je

doba skladování. Aby biologický boj mohl být úspěšně dokončen musí být suroviny uskladněny alespoň tři měsíce od aplikace (Žďárková, 2003) .

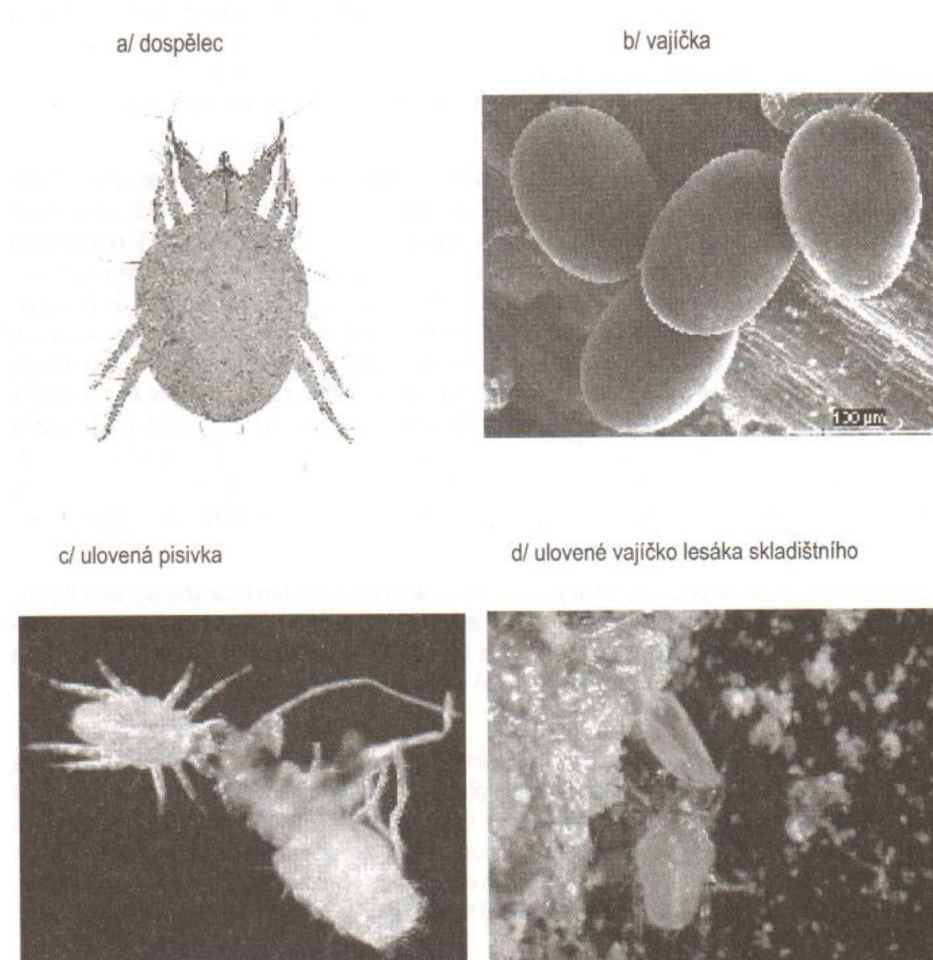
Rovněž preventivní aplikace v prázdných skladech je nenáročná, neúčinnější a nejlevnější. Nedostatečně čisté sklady jsou jednou z příčin infestace skladovaného obilí a osiv roztoči. Jestliže sklad není mechanicky vyčištěn, pak přežívající populace roztočů napadají čerstvě naskladněné obilí po sklizni, kde nacházejí optimální podmínky. Draví roztoči aktivně svou kořist vyhledávají, dostanou se i dovnitř zapomenutých zrn obilí. Navíc mají přirozenou odolnost vůči pesticidům, takže je možno je aplikovat ihned po chemickém ošetření (Žďárková, 2003).

Pro represivní použití by surovina neměla být napadena jinými škůdci než roztoči a měla by být uskladněna nejméně 3 měsíce. Teplota surovin by měla být vyšší než 12 °C, protože dravý roztoč se v nižší teplotě nerozmnožuje. Napadení roztoči by nemělo být vyšší než 1000 jedinců v 1 kg suroviny. Při vyšším napadení nemusí být biologický boj úspěšný, protože příliš velký počet roztočů ruší hnízdící samičky predátora. Poměr dravců a kořisti by měl být 1:10 až 1:100 podle vlhkosti obilí a osiv. Jestliže je vlhkost vyšší, u obilí např. 15 – 16 %, měl by být poměr nižší, tj. 1:10, neboť akaroidní roztoči se budou rychleji množit. Jestliže je vlhkost surovin relativně nízká, 13 – 14 %, poměr dravých roztočů ku kořisti může být vyšší až 1:100. Asi za měsíc po aplikaci je třeba zkontrolovat průběh biologického boje. Jestliže dravých roztočů je více než jich bylo aplikováno a škodlivých roztočů ubývá, je aplikace úspěšná. Jestliže dravých roztočů ubylo, je třeba aplikovat znovu. Další kontroly by měly být provedeny vždy po 4 týdnech a to tak dlouho než budou v surovině přítomni jen draví roztoči. Celý postup může podle klimatických podmínek trvat 3 – 6 měsíců.

Jestliže napadení akaroidními roztoči je vyšší než 1000 jedinců v 1 kg suroviny nebo jestliže je surovina napadena ještě jinými škůdci jako jsou brouci nebo zavíječi, je třeba nejprve ošetřit surovinu chemicky. Podle konkrétní situace je možné použít dotykové akaricidy i plyny. Po ošetření je třeba provést nové vzorkování suroviny, protože mortalita škůdců nemusí být 100 %. Dravé roztoče je možné aplikovat asi týden po chemickém ošetření.

Biologický boj je ukončen, když jsou v surovině přítomni pouze draví roztoči. Před použitím je třeba surovinu prosít nebo promýt podle běžných výrobních čistících metod.

Je totiž nutné odstranit prach, mrtvé roztoče, jejich svlečky a fragmenty (Žďárková, 2003).



Obr. 10 *Cheyletus eruditus* – predátor škodlivých skladištních roztočů (Lukáš, Stejskal, 2003)

2.5.5. Využití mikrobiálních pesticidů

V současné době probíhá výzkum cílený na hledání nových účinných látek využitelný k ochraně proti skladištním členovcům. Jednou z možných cest se ukazuje využití mikrobiálních přípravků z nichž, přípravky na bázi proteinu z bakterie *Bacillus thuringiensis* jsou používány již asi 100 let proti herbivornímu hmyzu. Přesto dosud žádný z těchto přípravků nebyl cíleně používán proti skladištním roztočům.

Pro test účinnosti přípravků na skladištní roztoče existují dvě hlavní metody testování v laboratorních podmínkách: impregnovaný filtrační papír, tj. biotest s aplikací akaracidů na filtrační papír ve váženkách, jehož pomocí lze stanovit letální koncentrace, například LC50, tj. koncentraci účinné látky způsobující 50 % mortalitu. Dále pak růstový biotest, tj. pokus s aplikací účinných látek přímo do potravy roztočů, který umožňuje stanovit efektivní koncentrace účinné látky, např. EC50 způsobující pokles růstu populace roztočů na 50 % ve srovnání s růstem na kontrolní dietě bez účinné látky (Hubert a kol., 2012).

Byly testovány různé účinné látky např. avermektiny (abamektin, doramektin, emamektin, ivermektin), *Bacillus thuringiensis*, acarbose a spinosyn. Byly zjištěny rozdíly v účinnosti testovaných látek, ale také rozdíly v účinnosti na jednotlivé druhy roztočů. Nepodařilo se prokázat účinnost spinosynu na roztoče, naproti tomu byla zjištěna vysoká účinnost avermektinů. Testovaný kmen bakterie *Bacillus thuringiensis* var. Tenebrionis, např. obsažený v přípravku Novodor, je účinný vůči skladištním roztočům (Erban a kol., 2009). Naproti tomu toxiny Cry1AB produkované kmenem BT var. Kurstaki nebo obsažené v některých transgenních rostlinách nejsou na roztoče účinné (Zemek, Hubert, 2008). BT-toxiny se vážou na střevní buňky, vazba těchto toxinů způsobuje změnu propustnosti buněk, což vede k jejich poškození a na úrovni jedince k úhynu. Kromě bakterie BT byla v roztočích identifikována bakterie rodu *Xenorhabdus*. Tyto bakterie produkují pro hmyz a roztoče toxické proteiny. Bakterie *Xenorhabdus* tak představují další možný prostředek na ochranu proti skladištním roztočům (Hubert a kol., 2012).

Acarbose je inhibitor α -amylázy a α -glukozidázy, což jsou enzymy nezbytné pro hydrolýzu škrobu. Producent této látky je bakterie *Actinoplanes* sp. Tento inhibitor se na enzym naváže, způsobí změnu jeho prostorové struktury a přestane štěpit škrob. Zablokování štěpení škrobu vede k pocitu nenasycenosti a zvýšení produkce enzymů, což může způsobit vyčerpání jedince a jeho úhyn. Acarbose je-li aplikována do potravy roztočů snižuje jejich populační růst (Hubert a kol., 2012).

Avermektiny jsou přírodní látky produkované půdní bakterií *Streptomyces avermitilis*. Další podobné látky vznikají modifikací abamektinu. Ivermektin se používá ve veterinární medicíně proti parazitickým roztočům. Abamektin u hmyzu napadá nervovou soustavu, konkrétně chlorový kanál, a jeho poškozením způsobuje porušení

synapse. Abamektiny se používají v ochraně před herbivorními roztoči. Porovnání účinných koncentrací ukazuje jejich vysoký potenciál pro regulaci skladištních roztočů.

Mikrobiální pesticidy v současné době dosahují stejných nebo vyšších účinků na skladištní roztoče jako při použití syntetických pyretroidů. Některé představují přírodní látky použitelné v systémech ekologického zemědělství. Použití takových látek ve skladech by umožnilo zpracovatelům zemědělských surovin deklarovat nezávadnost nabízených produktů z hlediska nulového obsahu syntetických pesticidů (Hubert a kol. 2012).

2.5.6. Využití chemických přípravků

Tento způsob ochrany proti škůdcům je nejpoužívanější. Při používání stejných přípravků se stává, že hmyz a roztoči někdy přežijí stanovené dávky a další generace těchto jedinců se mohou stát vůči těmto látkám rezistentní. Nevýhodou chemických přípravků jsou škodlivá rezidua, které mohou zůstat v potravinách.

Chemikálie, které se používají k ochraně skladovaných produktů je možné rozdělit dle jejich toxicity:

1. látky, které nejsou toxické a použití není omezeno ani regulováno,
2. látky, které mohou být toxické do určité míry, ale při použití nejsou pro spotřebitele nebezpečné,
3. látky toxické, ale ještě dost bezpečné, protože obsah jejich reziduí ve výrobcích jsou při správném použití malý. Pro tyto látky jsou stanovena maximální rezidua, při nichž může být produkt bez nebezpečí použit,
4. nejnebezpečnější toxické látky, obsah jejich reziduí se musí ve výrobcích rovnat nule (Bartoš, Verner, 1979).

Fumiganty

Jedná se o insekticidy používané v plynném stavu proti skladištním škůdcům. Jsou většinou vysoce účinné na všechny škůdce, ale zároveň prudce jedovaté pro teplokrevné živočichy. Jejich používání je složité, řídí se zvláštními předpisy a mohou je provádět pouze školení pracovníci.

Nejpoužívanější je **fosforovodík** PH_3 , jedná se o bezbarvý plyn páchnoucí rybinou, částečně rozpustný ve studené vodě a rozpustný v alkoholu, éteru a chloridu měďnatém. Nesnižuje klíčivost ani jakost produktu. Používá se ve formě fosfidů, z nichž se vlivem relativní vzdušnou vlhkostí nebo vlhkostí substrátu uvolňuje fosforovodík. Působením vlhkosti se z fosfidu alumina (AlP) vytváří fosforovodík a příslušný hydroxid $\text{Al}(\text{OH})_3$. Dostupný je jako fosfid alumina v sáčkách nebo tabletách. Tyto preparáty se používají k asanaci obilných skladů, sil, pytlovaných osiv obilnin (Bartoš, Verner, 1979).

K dalším přípravkům proti skladištním škůdcům patří tzv. fosforové insekticidy.

Mezi používané účinné látky patří **Pirimiphos-methyl** (<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>), řadí se do skupiny organofosfátů, který má vysoké insekticidní i akaracidní účinky a to jak kontaktní tak i částečně fumigační. Má dlouhé reziduální účinky od 1 do 3 měsíců. Používá se ve formě aerosolu nebo postřiku (Bartoš, Verner, 1979).

Dalšími účinnými látkami, registrovanými k použití ve skladech proti skladištním škůdcům, jsou **lambda-cyhalothrin** a **etofenprox**. Tyto látky patří mezi syntetické pyrethroidy (<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

3. Závěr

Roztoči jsou velmi různorodou a dosud málo popsanou skupinou organismů. Osídlili zřejmě všechny typy ekosystémů a jsou mezi nimi jak volně žijící tak i parazitické formy. V zemědělských skladech a provozech se setkáváme s velmi různorodou skupinou skladištních roztočů. Ti se mohou vyskytovat i v domácnostech, jak v potravinách tak prachu, podobně jako prachoví roztoči. Skladištní roztoči znehodnocují skladované komodity nejen žírem, ale zároveň je kontaminují exkrementy a zbytky svých těl. Jsou významnými producenty alergenů. Alergenicitu roztočů by neměla být podceňována. Několik studií pomocí kožních a krevních testů prokázalo imunologickou citlivost pracovníků v zemědělství na skladištní roztoče. Alergenní onemocnění se projevuje např. ekzémy či bronchitidou. Život ohrožujícím akutním projevem alergie může být anafylaktický šok. V posledních letech se objevily i veterinární studie, které prokázaly, že i domácí mazlíčci mohou trpět alergiemi. Některé alergeny např. chitinázy mohou vyvolat alergenní onemocnění u psů a koček.

V současné době je jedním z požadavků na zdravé a bezpečné potraviny, eliminace alergenů jak z prostředí člověka tak i potravin. Byl prokázán výskyt roztočů v malém množství v řadě potravin, nezávisle na tom kde byly skladovány. České i evropské normy mají nulovou toleranci k výskytu roztočů v potravinách, ale lze toho jen těžko dosáhnout, vzhledem k tomu, že roztoče nerozeznáme pouhým okem.

Velmi důležitá je včasná detekce skladištních roztočů a poté provedení adekvátního ošetření skladovaných komodit, nejčastěji chemickými pesticidními přípravky.

Mnohé chemické prostředky, posuzované zároveň z hlediska účinnosti a vlivu na jakost produktu, nejsou často vyhovující, a proto bychom se měli zaměřit i na jiné, dosud málo studované způsoby fyzikálního, biologického, popř. integrovaného boje.

4. Přehled použité literatury

1. Bagar M., Lukáš J., Žďárková E. a kol., Predátoři a parazitoidi v biologické ochraně polních kultur, skleníků a skladovaných komodit, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha- Ruzyně 2003, 60 s, ISBN 80-86555-34-8
2. Bartoš J., Verner P., Ochrana proti skladištním škůdcům a chorobám, Státní zemědělské nakladatelství Praha 1979, 344 s, ISBN 07-092-79 – 04/27
3. Collins D. A., Review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites, J. Stored Product Res. 2006, s 395 – 426, ročník 42
4. Deml M., Roztoč ničivý (*Lepidoglyphus destructor*), obr. 4, dostupné z <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id77224>
5. Erban T., a kol., Medicinální aspekty kontaminace skladovaných potravin roztoči, Rostlinolékař, 3/2009, s 22 – 23, ročník 20, ISSN 1211-3565
6. Erban T., Roztoči kolem nás jako kritičtí škůdci v rostlinné výrobě, Rostlinolékař, 1/2015, s 20 -22, ročník 26, ISSN 1211-3565
7. Erban T. a kol., *Bacillus thuringiensis* var. *Tenebrionis* control of synanthropic mites (Acari: Acaridida) under laboratory conditions, EXP. Appl, Acarol 2009, ročník 49(4), 339 – 346 s
8. Erban T. a kol., Skladištní roztoči pod drobnohledem, Zemědělec, 2008, dostupné z <http://zemedelec.cz/skladistni-roztoci-pod-drobnohledem>
9. Hrudová a kol., Integrovaná ochrana rostlin, Mendelova univerzita v Brně 2012, 151 s, ISBN 978-80-7157-980-9
10. Hubert J. a kol., Využití mikrobiálních pesticidů proti skladištním roztočům, Úroda, 12/2012, s 68 – 70, ročník 60, ISSN 0139-6013
11. Chadová j., Přehled chorob a skladištních škůdců na osivu vybraných druhů plodin (Metodika zkoušení zdravotního stavu osiva), Kurent, s.r.o. 2006, 104 s, ISBN 80-903522-1-9
12. Ivanová H., a kol., Roztoče na listoch ovocných dřevin, Rostlinolékař, 6/2011, s 21 - 22, ročník 22, ISSN 1211-3565
13. Křížková-Kudlíková I. A kol., Možnosti a trendy v detekci kontaminací skladovaných rostlinných produktů roztoči, Rostlinolékař, 4/2009, s 16 – 19, ročník 20, ISSN 1211-3565
14. Langrová a kol., Zoologie, Česká zemědělská univerzita v Praze 2005, 270 s, ISBN 80-213-1328-5

15. Melhorn H., Encyklopedia of parasitology, Springer Berlin Heidelberg 2008, 1526 s, ISBN 978-3-540-48994-8
16. Nesvorná M. a kol., Vliv teploty a vlhkosti na růst populace roztočů ve skladovaném ječmeni, Rostlinolékař, 6/2011, s 13 -14, ročník 22, ISSN 1211-3565
17. Nesvorná M. a kol., Potravní interakce skladištních roztočů a mikroskopických hub v skladovaných obilovinách, Rostlinolékař, 6/2011, s 10 -12, ročník 22, ISSN 1211-3565
18. Řehák V., Šedivý J., Bacílková B., Nezvaní hosté v domácnosti, Česká společnost rostlinolékařská 2007, 97 s, ISBN 978-80-02-01950-3
19. Stejskal V., Lukáš J., Kučerová Z., Škůdci skladovaného obilí, Státní rostlinolékařská správa 2001, 193 s
20. Stejskal V., Škůdci skladovaných obilovin v České republice, Rostlinolékař, 5/2006, s 9 – 10, ročník 17, ISSN 1211-3565
21. Veselý a kol., Včelařství, Brázda 2003, 272 s, ISBN 80-209-0320-8
22. Zemek R. a kol., Acaricidal activity of Bacillus thuringiensis toxins against mite pests, IOBC/WPRS Bullertin, 2008, ročník 31, 122 s
23. Horečka skalistých hor, dostupné z <http://www.cestovni-nemoci.cz/exoticke-nemoci/horecka-skalistych-hor-113>
24. Kořenohub zhoubný (*Rhizoglyphus echinopus*) obr. 1 dostupné z <http://www.abgenternasyonel.com/images/icerik/200404-J06.jpg>
25. Registr přípravků na ochranu rostlin, dostupné z <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR>
26. Sýrohub obecný (*Tyrolichus casei*), obr. 5, dostupné z http://www.schaedlingskunde.de/Steckbriefe/htm_Seiten/Kaesemilbe-Tyrolichus-casei.htm
27. Sýrohub obecný (*Tyrolichus casei*), sýr, obr. 6, dostupné z http://en.wikipedia.org/wiki/Tyrophagus_casei
28. Vlnovník rybízový (*Cecidophyes ribis*), dostupné z <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/vlnovnik-rybizovy.html>