



# VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

<b>Klasifikace:</b> Draft	<input type="checkbox"/> <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
Oponovaný draft	<input type="checkbox"/> <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
Finální dokument	<input type="checkbox"/> <i>Pro oficiální použití</i>
Deklasifikovaný dokument	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pro veřejné použití</i>

## Název dokumentu: **Vědecká studie**

**Rizika skladištních škůdců**

## Poznámka:

### Zpracoval:

Garant: ing. Radek Aulický

**Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 PRAHA 6 -  
Ruzyně**

Tel.: +420 233 022 324 , fax.: +420 233 311 591, URL: <http://www.phytopsanitary.org>

## **Cíle studie**

Cílem studie byla evaluace rizik kontaminace způsobená skladištními škůdci ve skladovaných produktech

### **Souhrn**

Obiloviny jsou jednou ze základních složek lidské výživy. Kvalitu a množství zásob těchto zdrojů výrazně ohrožují skladištní škůdci. Studie se zabývá souhrnem informací a evaluací rizik způsobených kontaminací skladištními škůdci ve skladovaných produktech. Studie se zabývá analýzou sezónní dynamiky rizik škůdců. Dále je v této studii studována možnost řízení rizik. Byla sledována účinnost mechanického čištění ječmene sladovnického na odstranění přirozené kontaminace skladištních roztočů v provozních podmínkách našeho zemědělského a potravinářského průmyslu. Průměrný počet nalezených jedinců ve 200 gramových vzorcích před čištěním dosáhl 757 roztočů a po přečištění byly nalezeny ve vzorcích průměrně 3 roztoči. Dosažená účinnost mechanického čištění na odstranění čtyř druhů skladištních roztočů dosahovala úspěšnosti přes 99%.

### **Abstract**

Cereals are essential component of human food worldwide. However, the quality and quantity of stored cereals is seriously endangered by storage pests. This study review the most important risk of pest contamination on human society. This study brings new information on seasonal dynamics of pest risks in Czech grain stores. This study deals with pest risk management. In this study was explored the efficacy of mechanical cleaning on 4 species of storage pest mites (natural infestation under industrial conditions). The average No. of specimens per sample (200 g) were: 757 mites before cleaning and 3 mites after the cleaning. In our work we found that the overall efficacy of mechanical cleaning on mites was reasonably good, exceeding 99%. In summary, we think that this method- in combination with biological control using biopreparation based on predatory mite *Cheyletus* spp. - may be a promising non-chemical strategy for management of pest mites in stored cereals.

## **Obsah:**

### **1. Úvod**

Význam členovců (Arthropoda) a obratlovců jako zdrojů kontaminantů skladovaných produktů.....	4
<b>2. Klasifikace biokontaminantů živočišného původu .....</b>	<b>5</b>
2.1 FYZIKÁLNÍ KONTAMINANTY.....	5
2.1.1 Přehled fyzikálních kontaminantů.....	5
2.1.2 Relativní význam (frekvence) fyzikálních kontaminantů.....	6
2.1.3 Metody detekce fyzikálních kontaminantů.....	7
2.2 BIOLOGICKÉ (MIKROBIÁLNÍ) KONTAMINANTY.....	8
2.2.1 Přehled biologických kontaminantů.....	8
a) Toxinogenní houby.....	8
b) Lidské patogeny (bakterie, viry, helminti) .....	8
2.2.2. Metody detekce mikrobiálních kontaminantů.....	9
2.3 CHEMICKÉ KONTAMINANTY.....	10
2.3.1 Přehled chemických kontaminantů.....	10
<b>3. Průzkum druhového spektra škůdců a dynamika napadení obilovin a kontaminantů ve skladech ČR - terénní studie VÚRV, v.v.i. ....</b>	<b>13</b>
3.1 CÍLE A METODIKA PRÁCE .....	13
3.2 VÝSLEDKY .....	13
<b>4. Možnosti čištění členovců z obilí. - terénní studie VÚRV, v.v.i.....</b>	<b>16</b>
4.1 ÚVOD .....	16
4.2 METODIKA .....	16
4.3 VÝSLEDKY A DISKUSE.....	16

## **1. Úvod – Význam členovců (Arthropoda) a obratlovců jako zdrojů kontaminantů skladovaných produktů**

Ve většině zemí k důležitým politickým prioritám patří bezpečnost a kvalita potravin. Kvalita a bezpečnost obchodovatelného výnosu zemědělských plodin může být snížena přítomností kontaminantů živočišného původu ( tj. živočišnou biokontaminací). Tradiční teorie „Integrované ochrany před škůdci“ ( = Integrated Pest Management - IPM), založená na konceptu prahů škodlivosti (např. Economic Injury Level – EIL) (Pedigo et al., 1986), má na zřeteli především vliv populační hustoty a aktivity škůdců na snižování výnosu a jeho kvality, aniž by se primárně soustředila na bezpečnost potravinářských produktů. Důsledkem toho je, že tradičně vzdělávaný zemědělsky či rostlinolékařsky odborník si nemusí vždy uvědomit, že mezi zdravím rostliny, výnosem a zdravotní bezpečností komodity nemusí a také dost často není žádná korelace. To demonstrovali např. Mesterházy et al. (1999), kteří zjistili, že kontaminace zrní fusariovým mykotoxinem (deoxynivalenol – DON) většinou nekoreluje se zdravotním stavem rostlin či dokonce se snížením výnosu. V některých případech, které mají s výskytem škůdců přímou či nepřímou souvislost, může být dokonce negativní korelace mezi výnosem, kvalitou jeho bezpečností. Např. pěstební systém při použití intenzivní insekticidní clony produkuje zdravé rostliny bez škůdců, které však mohou být kontaminovány excesivními obsahy insekticidních reziduí. Cílem této kapitoly je proto ukázat že přítomnost škůdců kritická velikost populace škůdce nemá vztah pouze k poškození plodiny ale také k její kontaminaci. Hedges et al. (1995) zdůraznili, že správcům skladů působí velké problémy spíše zbytky skladových škůdců než ztráty komodity, které jsou často malé. Členovci patří mezi hlavní zdroje kontaminace, kteří mohou být importhtech důležitější než mikrobiální kontaminace.

Proč nás tak znepokojují kontaminanty biotického původu v zemědělských komoditách a potravinách? Kontaminace skladovaných plodin znečištěním členovci může negativně ovlivnit nejen jejich požadovanou kvalitu ale i lidské zdraví. Chemické produkty roztočů způsobují zápach skladovaných produktů, zatímco potěmníci rodu *Tribolium* spp. kontaminují infestované potraviny karcinogeny. Požití výrobků z obilovin kontaminovaných skladištními roztoči může mít za následek i anafylaktickou alergickou reakci. Přibývá totiž důkazů, že expozice výmětům členovců vyvolává alergii. Přibývá důkazů, že expozice výmětům členovců vyvolává alergii. Škůdci mohou být zdrojem nepřímé kontaminace skladovaných produktů rezidui pesticidů (>MRLs) po chemickém ošetření insekticidními a akaricidními protektanty. Přímá kontaminace zahrnuje fyzikální, mikrobiální a chemické (toxiny, alergeny, karcinogeny) kontaminanty pocházející ze členovců. Četné druhy hostí a přenášejí houby produkující toxiny nebo pro lidi či zvířata patogenní mikroby.

## **2. Klasifikace kontaminantů spojených s výskytem členovců**

V přehledu jsou uvedeny hlavní typy biokontaminace, o kterých existuje dokumentace, že jsou důsledkem asociace komodit/ potravin a škůdců v průběhu pěstování, sklizení a zpracování potravinářských produktů.

Biokontaminanty živočišného původu se tradičně dělí řadí do tří skupin a to na

(2.1.) kontaminanty fyzikální,

(2.2.) kontaminanty biologické (mikrobiální) a

(2.3.) kontaminanty chemické.

Alan Olsen ( 2001), přední odborník na biokontaminanty z vlivného amerického úřadu kontroly kvality a bezpečnosti potravin (Food and Drug Administration-FDA), upozorňuje na fakt, že tuto klasifikaci je nutno považovat za arbitrární, neboť v mnoha případech jasné rozlišení mezi těmito skupinami není možné.

### **2.1 Fyzikální kontaminanty**

#### **2.1.1 Přehled fyzikálních kontaminantů**

Fyzikální kontaminace je nežádoucí asociace komodity či potraviny s potravinářskými škůdci, jejich částmi nebo s jejich produkty. Za fyzikální kontaminanty se tak považují neživá těla (v některých případech však i živá těla živočichů – zde záleží na legislativě či na specifických obchodních normách a smlouvách), fragmenty, exuvie (= svlečky), zbytky pupárií a kukel, chlupy a exkrementy hlodavců a části peří ptáků (Gorham et al., 1977; Zimmermann, Friedmann, 2000). Je třeba zdůraznit že mezi kontaminaty se řadí všechna vývojová stadia škůdce- kontaminátora. U h jsou to: vajíčka, larvy, nymfy, hypopy a dospělci. U hmyzu jsou to: vajíčka, larvy (= nymfy, strusky, aj.), kukly (včetně pupárií) a dospělci. Přehled nejdůležitějších sledovaných typů kontaminantů je uveden v tabulce 1.

Kolik druhů skladištních živočichů může být příčinou kontaminace zemědělských komodit a skladovaných potravin? Souhrn všech členovců (kolem 500 druhů), vyskytujících se na skladovaných produktech a v potravinářském průmyslu, neškodných fungivorů, užitečných parazitů a predátorů se může stát zdrojem fyzikální kontaminace. V celosvětovém odhadu to činí asi 500 druhů členovců; v ČR se vyskytuje ve skladech kolem cca 100-150 druhů členovců. Nicméně v importech potravin, zejména z tropů a subtropů ( Tab.XX) se může běžně vyskytovat plejáda exotických druhů skladištních škůdců. Je potřeba upozornit i na fakt že i členovci náhodně zavlečení do skladů z polí se mohou podílet na fyzikální kontaminaci skladovaných komodit. Např. exportované obiloviny nebo balíky zkomprimované rýžové slámy byly v USA v karanténě kvůli foliovému brouku *Oulema melanopus* (Yokoama et al. 2002). Campbell et al., 1976; Singh et al., 1976; Pedersen, 1992,

Jaké druhy patří mezi nejvýznamnější kontaminátory? Lze předpokládat, že to nejsou ty nejpočetnější druhy ale ty druhy, které lze obtížně ze obilovin mechanicky vyčistit - tj. hmyz, vyvíjející se v zrnech a požírající jejich vnitřek (pilous rýžový *Sitophilus oryzae*, pilous obecný *S. granarius* L., korovník *Rhizopertha dominica*). V řadě pokusů v USA bylo zjištěno, že hmyz s vývojem uvnitř zrn je opravdu hlavním zdrojem hmyzích fragmentů v pšeničné mouce.

**Tabulka 1.** Základní typy a charakteristiky fyzikálních kontaminantů živočišného původu sledovaných v zemědělských komoditách a potravinách

Skupina	Trus	Části těla	Jiné produkty činnosti
Roztoči a (Acarina) pavouci	a) mikroskopické trusové partikule (0,01 mm)	a) čerstvé kadavery b) mumifikované kadavery c) chlupy d) exuvie e) fragmenty tělesných tagmat f) fragmenty i integumentu	a) pavučinky
Hmyz (Insecta)	a) mikroskopické pelety (0,1-1 mm)( např. brouci, pisivky, motýli) b) makroskopické pelety (1-2 mm ) ( např. švábi, brouci, motýli	a) čerstvé kadavery b) mumifikované kadavery c) fragmenty integumentu d) hlava ( caput) e) hrud' (torax) f) zadeček(abdomen) g) končetiny h) křídla i) přívěšky (tykadla, cerci, kladélko etc.)	a) pavučinky (zámotky) moli
Obratlovci (Vertebrata)	a) <b>makroskopické pelety</b> ( např. myš, krysa, potkan) b) <b>makroskopické amorfni kupky</b> (např. holub, vrabec)	a) čerstvé kadavery b) mumifikované kadavery d) fragmenty těla e) chlupy f) peří	a) hnízdní materiál sláma, hlína ( např. hlodavci, práci)

### 2.1.2 Relativní význam (frekvence) fyzikálních kontaminantů

Nejvíce údajů o frekvenci kontaminantů živočišného původu nalezených v zemědělských komoditách lze nalézt ze zdrojů publikovaných pro USA. Orris a Whitehead zveřejnili rozbor 4795 záchyťů do USA importovaných zemědělských potravinářských produktů kdy se ukázalo, že nejčastějším problémem bylo kromě jiného ve **32% znečištění členovci**, v **11% mikrobiální kontaminace**. Gecan a

Atkinson (1983) provedli v USA rozbor 5081 vzorků mouky ze 75 mlýnů ke zjištění fyzických živočišných kontaminantů. Našli v 83,0% fragmenty hmyzu, v 17,6% chlupy hlodavců, ve 2,5% paprsky peří, v 1,3% hlavy hmyzu, v 0,6% roztoče, v 0,3% larvy a v 0,2% pisivky.

V České republice jsou data o frekvenci biokontaminantů v potravinářském průmyslu téměř nedostupná, vzhledem k citlivosti údajů. Nepřímými indikátory jsou faunistické průzkumy ukazující na míru infestace jednotlivých potravinářských provozů. Např. význam sledovaných skupin kontaminátorů ve vzorcích odebraných ze 160 skladů v 90 letech výzkumným týmem VÚRV (Stejskal et al, 2004). Nejvýznamnějšími kontaminátory jsou roztoči (91%) následováni brouky (5%) a pisivkami (4%). Skladištní motýli ( zavíječi) ve skladech obilovin v ČR téměř chybí. Mezi nejvýznamnější kontaminátory z jednotlivých skupin patří: **roztoči**- *Acarus siro*; **brouci** -*Tribolium castaneum*, *Sitophilus granarius*. Tabulka 2 míru promoženosti různých potravinářských odvětví a její změny v průběhu několika dekád.

**Tabulka 2.** Výsledky dvou-etapového faunistického průzkumu výskytu švábů v různých závodech potravinářského průmyslu (šváb = *Blatta orientalis*, rus = *Blattella germanica*, N = počet navštívených objektů) ( Stejskal, Verner, 1993).

Typ potravinářského závodu	1962 - 4			1984 - 6		
	N	% napadených objektů		N	% napadených podniků	
		šváb	rus		šváb	rus
Mlýny	27	7,4	3,7	6	0	0
Pekárny	161	45,3	10,5	40	38	43
Masný průmysl	107	10,3	3,7	19	11	26
Líhně	54	2,0	0,0	10	10	40
Konzervárny	42	28,5	11,9	8	38	50
Pivovary	44	45,4	4,5	14	29	7
Mlékárny	54	54,5	39,1	25	28	76
Tukový průmysl	8	25,0	25,0	2	100	100
Čokoládovny	8	50,0	12,5	4	50	75

### 2.1.3 Metody detekce fyzikálních kontaminantů:

K detekci fragmentů hmyzu slouží několik metod, např. flotační testy (AOAC, 1997; Thind, 2000), imunochemické metody (ELISA) (Dunn et al., 2002), molekulární metody (PCR) a NIRS – near-infrared spectroscopy (Peres-Mendoza et al. 2003, 2005). Části těl členovců, exuvie a exkrementy jsou fyzické kontaminanty, jejichž bezpečné hodnoty určuje v USA směrnice Defect Action Levels (DALs).

## 2.2 Biologické (mikrobiální) kontaminanty

### 2.2.1 Přehled biologických kontaminantů

Skladištní a potravinářští škůdci mají vysoký potenciál jako vektorů; tj. mají schopnost hostit a roznášet mnoho patogenních a toxinogenních mikroorganismů a virů (Sinha, 1964, Aucamp, 1969, Rangunathan 1974, Beti et al., 1995, Hubert et. al, 2003). Kromě přenosu toxinogenních hub mají členovci sloužit jako významní vektorů patogenů člověka i zvířat. Bylo zjištěno (Olsen, 1998b), že škůdci v potravinářském průmyslu (dvoukřídli /≠ „mouchy“/, švábi rusi, rybenky, vosy a hlodavci) mohou hostit a roznášet více než 150 druhů patogenních bakterií, prvoků, hub, virů a parazitických helmintů.

#### a) Toxinogenní houby

Jaké houby přenáší skladištní roztoči v ČR? Donedávna jsme o tom nevěděli téměř nic. Teprve v roce 2004 Hubert et. al, publikovali studii, ve které ukázali roli skladištních roztočů: v českých skaldech izolovali 94 druhů hub z pěti druhů skladištních roztočů (*Acarus siro*, *Caloglyphus rhizoglyphoides*, *Lepidoglyphus destructor*, *Tyrophagus putrescentiae* a *Cheyletus malaccensis*). Houby jsou též sdruženy s infestací skladů hlodavci. V poslední době bylo v českých obilních skladech izolováno z myších exkrementů 11 rodů a 35 druhů hub (Stejskal et al. 2005). Škůdci jsou nebezpeční nejen tím, že přenáší mnoho druhů hub ale navíc pro připravují - svojí metabolickou činností - vhodné fyzikální prostředí pro jejich růst. Asociace skladištních škůdců se skladištními houbami, může proto zvýšit riziko výskytu mykotoxinů. Beti et al. (1995) experimentálně dokázali, že zrna kukuřice napadená *Sitophilus zeamais*, kontaminovaným plísní *Aspergillus flavus*, obsahovala vyšší koncentraci aflatoxinu než zrna broukem nenapadená.

#### b) Lidské patogeny (bakterie, viry, helminti)

Existuje rozsáhlá dokumentace, že členovci představují závažná hygienická rizika, vzhledem k možnosti přenosu původců gastrointestinálních nemocí. Mezi notorické přenašeče původců salmonelóz patří mouchy, švábi a mravenci. Přehled přenášených patogenů šváby a rusy je v Tab. č. 3 Výsledky výzkumů v USA prováděné v restauracích, obydlích a nemocnicích ukázaly, že 89 % populace švábů bylo infikováno nejméně 3 druhy patogenních bakterií. Na území ČR byla provedena analýza 502 exemplářů rusa domácího odchycených v různých areálech nemocnic západočeského a jihočeského kraje a bylo zjištěno 25 druhů patogenních bakterií. Řadu druhů a kmenů choroboplodných zárodků mohou švábi vylučovat trusem po dobu 2 - 14 dní. Některé druhy patogenů jsou schopny přežívat i v mrtvých jedincích švábů po dobu 10 dní. Ve střevní dutině švába jsou chráněny i před desinfekčními zásahy - dokážou zde bez úhony přežít působení výparů formalínu v takové koncentraci, při které by mimo tělo již byly spolehlivě zničeny. Po experimentálním nakažení švábi vylučovali coxackie viry a polyoviry po dobu 71 dní. U švába amerického bylo pozorováno, že *Salmonella*



oranienburg může zůstat na živu v jeho výkalech 85 dní a na povrchu těla po dobu 78 dní. Zajímavým a nebezpečným způsobem využívali lidoví léčitelé "schopností" švábů přenášet bakterie způsobující průjemy: rozemleli šváby na prášek a tento prášek podávali pacientům jako laxativum.

**Tabulka 3.** Přehled vybraných patogenů přenášených šváby a rasy

Skupina mikroorganismů	Druhy a mikroorganismů a „druhy“ virů
Bakterie	<i>Escherichia coli</i> , <i>Paracolobactrum sp.</i> , <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Enterococcus sp.</i> , <i>Diplococcus sp.</i> , <i>Proteus sp.</i> , <i>Klebsiella ssp.</i> , <i>Shigella sp.</i> , <i>Salmonella ap.</i> <i>Pasteurella pestis</i> , <i>Mycobacterium leprae</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Viry	<i>Coxsackie virus</i> , <i>Polyomyelitis virus</i>
Houby („plísně“, mikromycety):	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i>
Prvoci (protozoa):	<i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Balantidium coli</i> , <i>Giardia intestinalis</i> , <i>Toxoplasma gondii</i>
Helminti (parazitičtí „červi“):	<i>Schistosoma haematobium</i> , <i>Taenia saginata</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Ancylostoma duodenale</i> , <i>Necator americanus</i> , <i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Trichuris trichiura</i>

### 2.2.2. Metody detekce mikrobiálních kontaminantů

K detekci fragmentů hmyzu slouží klasické mikrobiologické (tj. kultivace na kultivačních médiích), imunochemické metody (ELISA), molekulární metody (PCR) a chromatografické metody.

## 2.3 Chemické kontaminanty

### 2.3.1 Přehled chemických kontaminantů

Tělo hmyzu je složeno z řady chemických látek. Chemická kontaminace agroproduktů při přítomnosti skladištních škůdců z kmene členovců se projeví nežádoucím zápachem a výskytem karcinogenů a alergenů. Vlastní integument, který tvoří vnější kostru hmyzího těla, je po chemické stránce značně složitá struktura. Jeho nejznámějším komponentem je chitin. Chitin však z hlediska kontaminace nepatří mezi neproblematičtější látky. K nejvíce biologicky aktivním látkám patří např. exkrementy hmyzu (kantaridin, chinony), proteiny obsažené ve výkalech (např. Blag2) nebo látky přítomné v trávicím systému hmyzu a roztočů (zaživací enzymy).

#### a) Toxikanty

Většina druhů „pravých“ skladištních škůdců neobsahuje žádných toxikantů. Zato se však podílí na přenosu původců producentů mykotoxinů (toxinogenních hub) a vzniku prostředí k produkci toxinů – tj. metabolicky zvyšují teplotu a vlhkost substrátu, ve kterém pak dochází k nárůstu „kultur“ toxinogenních hub. Nicméně do potravin a zejména pak krmiv se mohou dostat z polní některé medicínální škůdci jako jsou puchýřníci (vzácně i majkovití brouci), kteří produkují jedovatý kantaridin. V literatuře lze nalézt údaje o tom, že v tropech žijí někteří synantropní švábi kteří produkují toxiny.

#### b) Odoranty (chemické látky působící zápach a pachut')

- **Roztoči.** Roztoči jsou nechvalně známí produkcí volatilních chemických sloučenin, zodpovědných za zápach jimi napadeného obilí (Tůma et al., 1990); tridecan je hlavní sloučeninou již skladištní roztoči produkují která působí zápach.

- **Brouci.** Dlouho je známo o tom že skladištní brouci mohou způsobit zápach surovin (obilních zrn, či mouky). Relativně nedávno však Smith et al. (1971) podávají zprávu i o tom, že chléb má špatnou chuť, pokud je vyrobený z mouky infestované potměnkou (*Tribolium* spp.) a lesákem skladištním *Oryzaephilus surinamensis*. Seitz and Sauer (1996) patřili mezi první badatele, kteří zjišťovali význam jednotlivých druhů škůdců pro produkci povahu těkavých látek ve vzorcích zrní infestovaného 5 skladištními brouky (korovník obilní – *Rhizopertha dominica*, potměník hnědý- *T. castaneum*, pilous rýžový- *S. oryzae*, lesák skladištní - *O. surinamensis* a lesák moučný - *Cryptolestes ferrugineus*) a došli k tomu, že *R. dominica* byla příčinou silného zápachu, *T. castaneum* zápachu mírného a zbývající 3 způsobily zápach malý nebo žádný. Pedersen (1992) píše, že zápach zrní, napadeného *R. dominica* lze popsat jako nasládlé zatuchlý. Seitz and Sauer (1996) došli k závěru, že **2-pentanol**, což je agregační feromon korovníka obilního (*R. dominica*), a několik dalších metabolitů vč. nenasycených volných kyselin, jsou zodpovědné za nepříjemný zápach zrní, napadeného tímto broukem.

### **c) Karcinogeny, mutageny a teratogeny**

Karcinogeny jsou látky, které mohou vyvolat zhoubné bujení tkání. Potemníci z rodu *Tribolium* spp. jsou jedinými skladištními škůdci produkujícími karcinogenní a teratogenní kontaminanty (El-Mofty et al., 1989, 1992). Chinony mohou u lidí způsobit žloutenku, chudokrevnost, hemoglobinurii a kachexii (Omaye et al., 1981). Sekret *T. castaneum* obsahuje přinejmenším 13 různých chinonů (Howard, 1987). Mezi ně patří např. **2-methyl-1,4-benzoquinone, 2-ethyl-1,4-benzoquinone a 2-ethylhydroquinone**. Rychlost akumulace výše uvedených 3 chinonických látek v infestované potravíně byla stanovena na 0.0470 až 0.0631  $\mu\text{g}/\text{dosplce}$  potměníka / týden. Tyto sloučeniny zapříčiňují nepříjemný pach skladovaných potravin a mohou být zodpovědné za nádory jater a sleziny u malých obratlovců (Ladisich et al., 1968; El-Mofty et al., 1988, 1989, 1992). Mutagenní působení na myši bylo navíc zřejmé po požití uvařené kontaminované mouky (El-Mofty et al., 1992). Hodeges et al. (1996) však připomínají, že stupeň kontaminace ve většině skladů je spíše nízká a že „nízká“ infestace potravin potměníky rodu *Tribolium* pravděpodobně nemá za následek takovou akumulaci chinonu, která by vážně ohrozila zdraví lidí.

### **d) Alergeny**

Co jsou to alergen y a co může u lidí vyvolat alergickou reakci? Alergen y látky, které zvyšují aktivitu organismu změnou imunitní odpovědi. Alergickou reakci může vyvolat velká škála látek. Mezi patří nejen samotní plevel a zemědělství a potravní škůdci škůdci ale samotné některé potraviny a zemědělské komodity. Např. expozici infestovanému obilnímu prachu provází u citlivých jedinců řada alergických projevů – zánět spojivek, rýma, kožní záněty a průduškové astma (Jeebhay, 2001). Avšak živočichové a jejich produkty patří mezi nejzávažnější a nejfrekventovanější alergen y v lidském prostředí. Dosud bylo dokumentováno (Arlian, 2002, Auerswald, Lopata, 2005), že dvanáct z celkových 30 řádů hmyzu zahrnuje alergenní druhy. Mezi inkriminované řady patří Zygentoma (rybenky), Blattodea (švábi), Phasmatodea (strašilky), Orthoptera (sarančata, cvrčci), Phthiraptera (vši), Hemiptera (Homoptera + Heteroptera), Coleoptera (brouci), Diptera ( dvoukřídli- mouchy, moskyti), Siphonaptera (blechy), Ephemeroptera (jepice), Lepidoptera (motýli) and Hymenoptera (blanokřídli: včely, vosy, mravenci). Přibývá důkazů, že expozice členovcům vyskytujícím se ve skladech a potravnářském průmyslu je příčinou závažné alergické senzibilizace. Acarina, Blattodea, Coleoptera, Lepidoptera a Psocoptera mají druhy, jejichž sekrety a části těl vyvolávají alergické reakce u lidí (Arlian, 2002).

- **Brouci**. Extrakty z *Tribolium* spp. a *Sitophilus* spp. ukázaly specifickou reaktivitu lidských IgG (Alanko et al., 2000, Herling, et al. 1995). Trvalá přítomnost hmyzu a roztočů na pracovištích může vést k alergickým onemocněním u farmářů, mlynářů, pekařů a jiných pracovníků v potravnářském průmyslu (Revsbech, 1990). Neprovádí se však žádné testování na přítomnost alergizujících kontaminantů ve skladovaných agrokomoditách.

- **Pisivky**. Pisivky vykazují určitý alergenní potenciál (Patil et al. 2001), nicméně nebyly provedeny výzkumy na určitém druhu.

- **Roztoči.** Známé alergeny byly zjištěny u čtyř druhů skladištních roztočů (Arlian, 2002) a extrakty z dalších čtyř druhů vykázaly specifické IgE znaky (Musken et al., 2003).

- **Švábi a rusi.** Švábi jsou rovněž významným zdrojem alergenů. Nedávno publikovaná studie zjistila, že alergie způsobené švábi jsou mnohem častější než se odborníci i laici domnívali. Výzkumná skupina Dr Gutové z Plzně zjistila, že v ČR je 16% alergií způsobeno alergeny švábů! (Tj. senzibilace k alergenům rusa domácího byla zjištěna u 16% z 866 alergologicky vyšetřených pacientů.) Odstranění alergenů švábů je velmi obtížné, zahrnuje profesionální eradikační postupy a preventivní opatření. Alimentárními alergeny švábů jsou ohroženi všichni konzumenti kontaminovaných potravin. Aeroalergeny produkovanými škůdci jsou ohrožováni především potravinářští pracovníci. U těchto profesí byl zjištěn zvýšený výskyt citlivosti (astma, vyrážky, alergie) vůči alergenům obsažených v tělech a trusu švábů. Švábi a skladištní škůdci jsou tak významnou příčinou „nemocí z povolání“. Jaké jsou mechanismy vzniku alergie? Predisponovaná část lidské populace je schopna tvořit specifický imunoglobulin proti antigenům (resp. alergenům) obsaženým ve švábech a jejich výkalech. Tyto alergeny jsou velmi ofensivní a jsou bílkovinné povahy. Jistou zajímavostí je, že na rozdíl od většiny alergenů, jsou tyto termostabilní a jejich alergenicita se dá prokázat i po několikahodinovém varu. Z padesáti identifikovaných proteinů švábů vyvolává 10 - 15 alergickou reakci. Alergeny jsou vyměšovány do zažívacího traktu hmyzu a mají trávicí funkci. Jsou obsaženy ve výkalech, výměšcích a zbytcích těl. Částice nesoucí alergeny švábů jsou poměrně velké (10-30 mikrometrů) a rychle se usazují. S jemným prachem jsou roznášeny pohybem vzduchu, ulpívají na šatech a vlasech. Z 50 identifikovaných proteinů švábů 10-15 může působit jako alergen. Alergeny jsou termostabilní, odolávají několikahodinovému varu, účinkům UV záření i výkyvům pH, jejich alergenní potence je zachována po desetiletí. Pro vznik senzibilizace a následný rozvoj onemocnění je významná délka a dávka individuální expozice. Za prahovou hodnotu je považována koncentrace 2 U Bla g/1g prachu, podle jiných údajů je každá detekovatelná hladina alergenů klinicky významná. Symptomy astmatu bývají u senzibilizovaných jedinců spojovány s expozicí 8 U Bla g/1g prachu a vyšší. Alergeny se dostávají do organismu vdechováním, kontaktem s kůží nebo požitím. Riziko senzibilizace stoupá při časně expozici v dětství. Atopické onemocnění se projevuje u více než poloviny senzibilizovaných osob. Užitím molekulárně genetických metod byly identifikovány hlavní alergeny rusa domácího (Bla g 1 25-37 kD mol. Váha, Bla g 2 36 kD inaktivní aspartová proteáza, Bla g 4 21 kD lipocalin, Bla g 5 23 kD glutathion- S- transferáza) a švába amerického (Per a 1 25-37 kD Per a 3 72-78 kD arylphorin (hemokyanin), Per a 7 33 kD tropomyozin).

### 2.2.3. Metody detekce chemických kontaminantů

Existují imunologické sety ke zjištění roztočů v prachu a švábů. Kritické koncentrace pro kontaminaci potravinářských agrokomodit alergeny členovců nejsou dosud stanoveny.

### **3. Průzkum druhového spektra škůdců a dynamika napadení obilovin a kontaminantů ve skladech ČR - terénní studie VÚRV, v.v.i.**

#### **3.1. Cíle a metodika práce**

V zemědělských a potravinářských provozech byly odebírány vzorky z uskladněných zemědělských produktů a potravin. Ty byly dále hodnoceny z hlediska přítomnosti (i) škůdců, (ii) predátorů a parazitoidů. Ve studovaných provozech bylo za tímto účelem prováděno vzorkování substrátů. Celkem byl proveden průzkum 2 skladů obilí a potravinářských objektů na různých místech s cílem zjištění druhové skladby škůdců a jejich přirozených nepřátel. Infestace vzorků byla stanovena pomocí prosévacího zařízení (Retsch AS 200 - Coleoptera) a fotoeklektoru (Berlese-Tullgren – Acarina, Psocoptera). Poškození komodit bylo analyzováno optickou analýzou na stereoskopickém mikroskopu Olympus. Zjištění skladištní členovci byli determinováni dle determinačních klíčů.

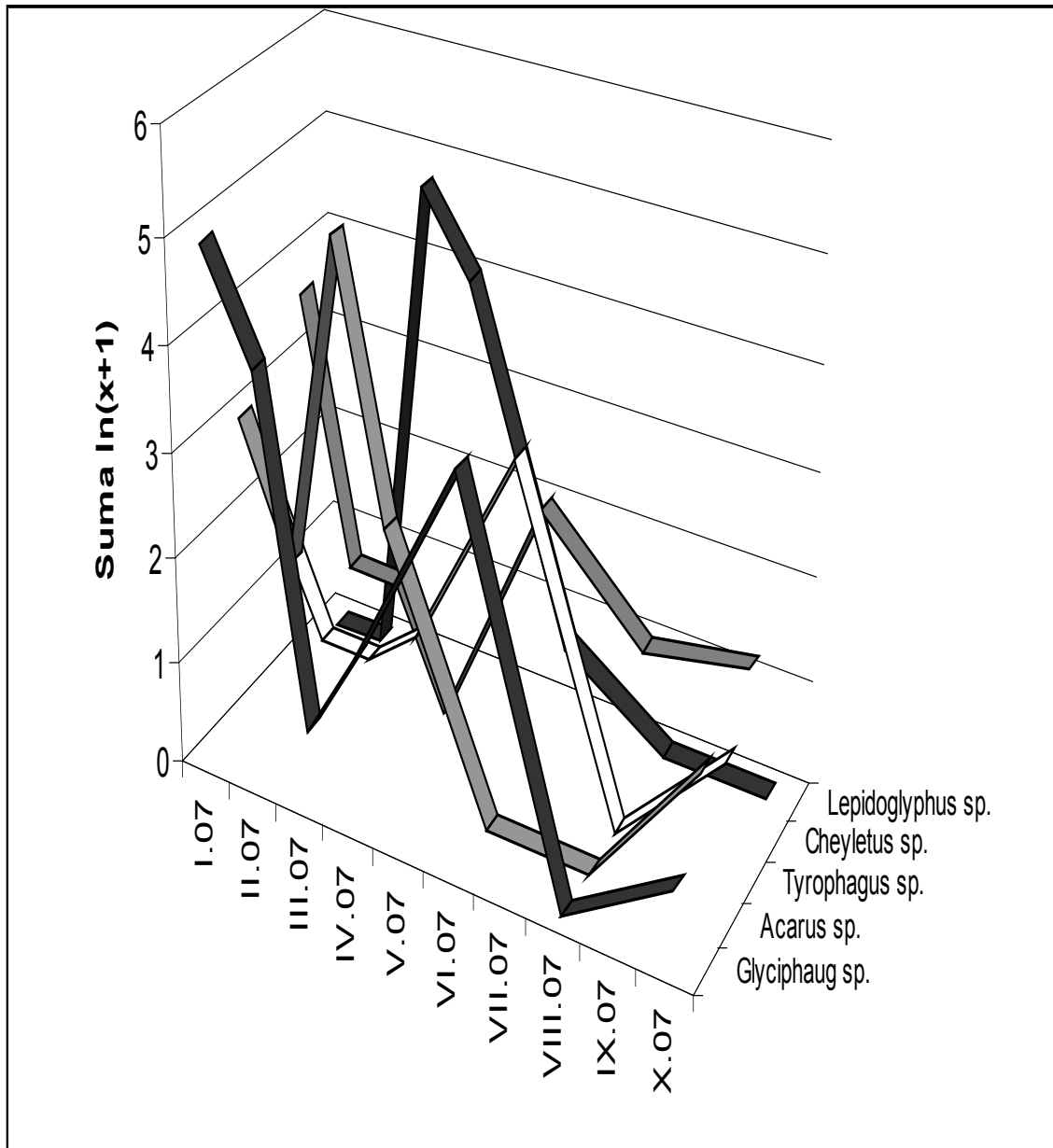
#### **3.2. Výsledky:**

V rámci průzkumu bylo zjištěno 24 druhů skladištních škodlivých členovců. Ve skladech ČR byl zjištěn výskyt 3 druhů přirozených nepřátel skladištních škůdců: 3 druhy predátorů roztočů ( 3 druhy rodu roztoče *Cheyletus*).

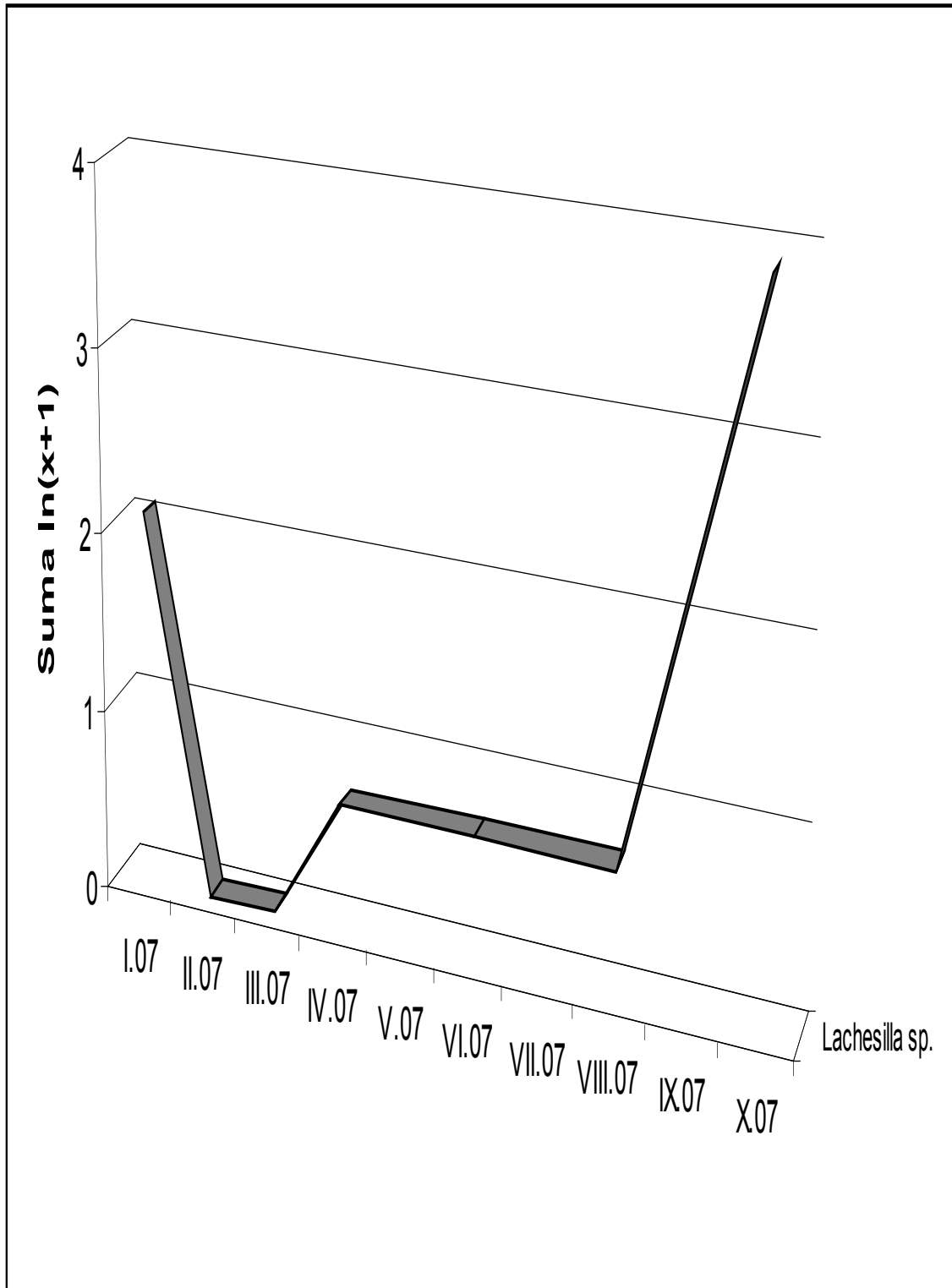
Obr. 3.1. Ukazuje populační dynamika roztočů v podlahovém skladu roce vzorkované z povrchu a zpracované na Tullgrenech. ).

Obr. 3.2. Ukazuje roční populační dynamika pisivek v podlahovém skladu.

**Graf 3.1** Populační sezónní dynamiku škodlivých roztočů v podlahovém skladu



**Graf 3.2** Populační dynamika pisivek v podlahovém skladu



## **4. Možnosti čištění členovců z obilí -terénní studie VÚRV, v.v.i.**

### **4.1. Úvod**

Aplikace mechanického čištění obilovin jako jednoho z prvků ochrany skladovaných obilovin před škůdci je u nás velice rozšířená. Touto metodou se obilí zbavuje nejen škůdců, ale i jejich metabolitů, které mohou vyvolávat alergické reakce u citlivých jedinců při konzumaci následných produktů.

Tato studie byla zaměřena na zjištění účinnosti mechanického čištění ječmene sladovnického na skladištní roztoče. Experiment byl proveden v terénních podmínkách, které jsou běžné u farmářů a firem zabývajících se skladováním obilovin v ČR.

### **4.2. Metodika**

Ječmen sladovnický byl skladován po dobu 9 měsíců v podlahovém skladu (typ BIOS - rozměry 17 x 56 m) o celkovém množství 3000 tun. Sklad byl naplněn do 2/3 a výška skladovaného ječmene byla 5 m. Ječmen pocházel ze sklizně v roce 2006. V průběhu skladování byla zjištěna přirozená kontaminace ječmene čtyřmi druhy skladištních roztočů. Tři druhy těchto skladištních roztočů řadíme mezi škůdce (*Acarus siro*, *Lepidoglyphus destructor* a *Tyrophagus putrescentiae*) a jeden rod řadíme mezi predátory (*Cheyletus* spp.). Druhy roztočů z tohoto rodu se využívají i pro biologický boj. Pro ošetření a omezení šíření škůdců byla zvolena mechanická metoda pomocí čištění. Před čištěním ječmene bylo odebráno ve skladu celkem 16 vzorků, každý vzorek o hmotnosti 1 kg. Jedna polovina vzorků (8 vzorků) byla odebrána z povrchu pomocí plastové vzorkovací nádoby a druhá polovina vzorků byla odebrána komorovým dvouplášťovým vzorkovačem (tzv. „šachrem“) z profilu skladovaného ječmene 0.2 - 1 m. Následně byl ječmen ze skladu převezen na čištění. Pro čištění byla nejdříve využita předčistička K527 (výrobce fi. Forshritt) a poté byl ječmen přečištěn na čističce K547 (výrobce fi. Forshritt).. Následně po přečištění bylo z ječmene odebráno opět 16 vzorků o hmotnosti 1 kg (8 vzorků z povrchu a 8 vzorků komorovým dvouplášťovým vzorkovačem (tzv. „šachrem“). Odebrané vzorky byly dále zpracovány v laboratoři. Každý vzorek byl nejdříve homogenizován po dobu 60 sekund a dále se odebral z něj pouze dílčí vzorek o hmotnosti 200 g, který byl dále zpracován na fotoeklektorovém přístroji (Tullgren Berlese). Zachycení jedinci roztočů byli dále druhově určeni a spočítáni. Pro statistické vyhodnocení získaných dat byl použit párový znaménkový Wilcoxonův test v programu XL-STAT Addinsoft, USA..

### **4.3. Výsledky a diskuse**

Problematice ochrany před skladištními roztoči se do nedávné doby nevěnovala příliš velká pozornost. Toto tvrzení můžeme dokladovat i výsledky studie, při které se zjišťovalo, jaký výskyt skupin škodlivých členovců vyvolá aplikaci ochranných opatření



ve skladech obilovin. Jednoznačným výsledkem bylo, že hlavní skupinou členovců pro zahájení aplikace ochranných opatření byli skladištní brouci (Coleoptera), jejichž přítomnost byla rozpoznatelná i v nižších koncentracích než například přítomnost roztočů (Acarina) nebo pisivek (Psocoptera) (Hubert a kol. 2002). Hubení roztočů bylo vždy bráno jako vedlejší účinek ošetřujícího zásahu proti skladištním broukům. V dnešní době se zvyšujícím poznáním škodlivosti roztočů, roste i potřeba tyto škůdce hubit separátně. Bohužel jejich drobné odlišnosti od fyziologie a vývoje hmyzu, jim umožňují přežívat ve vyšších počtech i aplikace řady insekticidních přípravků. Z těchto důvodů je potřeba hledat další metody využitelné v boji proti těmto škůdcům.

V této studii byla testována možnost mechanického čištění obilovin pomocí průmyslově vyráběných čističek na obiloviny. V experimentech byla sledována účinnost mechanického čištění ječmene sladovnického na odstranění čtyř druhů skladištních roztočů. Při základním statistickém zpracování dat pomocí párového znaménkového Wilcoxonova testu byl nalezen průkazný rozdíl mezi faktorem čištění  $p < 0,0005$  ( $V=136$ , d.f. 1,15).

Rozsah množství nalezených roztočů v jednotlivých vzorcích před čištěním ječmene sladovnického byl značný a každý vzorek byl kontaminovaný. Minimální počet nalezených jedinců ve vzorku před čištěním bylo 5 roztočů a maximální počet dosahoval 8778 roztočů. Průměrný počet jedinců ve vzorcích před čištěním dosahoval 757 roztočů. Po přečištění ječmene sladovnického se průměrný počet nalezených jedinců ve všech vzorcích snížil na 3 roztoče. Maximální počet jedinců nalezených ve vzorcích přečištěného ječmene sladovnického byl 7 roztočů (tabulka 2).

Účinnost mechanického čištění na odstranění skladištních roztočů dosahovala úspěšnosti přes 99 %. Přestože dosažená úspěšnost byla uspokojivá, výskyt roztočů v přečištěném ječmeni sladovnickém byl zaznamenán (Graf 4.1).

Souhrnně můžeme tuto fyzikální metodu vyhodnotit jako velmi úspěšnou pro odstraňování roztočů z napadených obilovin. Úspěšnost této metody dosáhla vyšší účinnosti než využití některých insekticidních přípravků pro ošetřování skladovaných obilovin. Z těchto důvodů můžeme vytvořit závěr, že pro eliminaci škodlivých roztočů ve skladovaných obilovinách je zapotřebí kombinovat metody fyzikální, chemické a biologické. Je jen důležité zvolit správnou posloupnost těchto zásahů.

**Tabulka 4.1.** Účinnost mechanického čištění sladovnickém ječmeni proti skladištním roztočům (počet roztočů ve vzorku o hmotnosti 1 kg).

	Minimum	Maximum	Průměr	SE
Před čištěním	5	8778	757	2161
Přečištěné	0	7	3	2

**Graf 4.1** Výskyt roztočů ve sladovnickém ječmeni po mechanickém čištění. (průměrný počet roztočů ve vzorku o hmotnosti 1 kg).

