

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



**Ivana SMETANOVÁ**

Synantropní členovci jako producenti alergenů v domácnostech  
Synanthropic arthropods as a producers of allergens in households

Bakalářská práce

Vedoucí práce/Školitel:

Doc. Jan Hubert, Ph.D.

Neratovice 2018

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala pod vedením vedoucího bakalářské práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Tato práce nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Tištěná verze práce je shodná s elektronickou verzí vloženou v SIS.

.....

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji svému školiteli Doc. Janu Hubertovi, Ph.D za rady a vedení této bakalářské práce.

Dále děkuji své rodině za trpělivost a umožnění studia. Rovněž děkuji Honzovi Klaudovi za vytvoření prostoru pro psaní a hlavně za morální podporu po celou dobu zpracovávání práce.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá členovci produkující alergen v domácnostech. Shrnuje současné poznatky nejen o jejich samotném alergenním působení v životním prostředí člověka a možných onemocněních, ale i o chování, výskytu a životním cyklu jednotlivých druhů a možnostech odstranění jich samotných i jejich alergenů z domácností člověka. Alergiemi v dnešní době trpí značná část lidské populace, alergen se vyskytují všude v našem okolí. A v dnešním moderním světě, kdy lidé tráví většinu času ve vnitřním prostředí, ve kterém se nachází samotné alergen i jejich zdroje, nabírají na důležitosti i alergenní onemocnění způsobené členovci, kteří s námi sdílejí domácnosti. V téměř každé místnosti v domácnosti se vyskytují zástupci členovců, kteří produkují alergen a ty mohou ovlivnit život citlivých osob. Alergeny jsou přítomné nejen v jejich tělech, ale i tělních sekretech. Největší množství alergenů z členovců v domácnostech se nachází v prachu a v potravinách, přičemž alergická reakce se často rozvine po požití, vdechnutí nebo kontaktu s daným alergenem. Prozatím je nejúčinnější a nejlevnější léčbou alergenních onemocnění vyhýbání se alergenům, proto je třeba regulovat počet členovců, kteří jsou v jejich prostředí, jelikož jejich úplné odstranění není prakticky možné.

**Klíčová slova:** Alergeny, synantropní členovci, domácnost

## **Abstract**

This work is about arthropods producing allergens in our homes. It sums together not just today's knowledge about allergic effects in human environment and possible diseases, but also about behavior, occurrence and life cycle of species themselves and about possible elimination of arthropods and allergens from our households. Most of the world population is nowadays affected by allergies, allergens are all around us. In today's world when people spend most of the time in the interior environment which contains allergens and their sources, are also important allergic diseases caused by the arthropods, which we share our homes with. Almost in every room in our home are present some of the arthropods producing allergens. These allergens can affect the life of sensitive persons. Allergens are inside the body of the arthropods and in their body secretions. The highest volume of allergens coming from arthropods in our homes is contained in dust and food. Allergic reaction is caused by consumption, inhalation or body contact. The cheapest and the most effective treatment of the allergic diseases is to avoid the allergens. The best what we can do is to regulate their volume in our households, because the complete elimination is practically impossible.

**Key words:** Allergens, synanthropic arthropods, households

# Obsah

Úvod .....	7
1. Prostředí člověka.....	8
2. Ekologie a biologie skupin synantropních členovců .....	10
2.1 Roztoči.....	11
2.2 Švábi .....	13
2.3 Rybenky.....	15
2.4 Motýli .....	16
2.5 Brouci .....	17
2.6 Pisivky .....	17
3. Alergenní onemocnění .....	19
3.1 Alergická rýma .....	20
3.2 Atopický ekzém.....	20
3.3 Astma.....	20
3.4 Anafylaxe.....	21
4. Přehled alergenů.....	22
4.1 Nomenklatura .....	22
4.2 Křížová reaktivita .....	22
4.3 Alergeny synantropních členovců .....	23
4.4 Další alergený .....	27
5. Regulace alergenů v domácnostech .....	28
5.1 Stabilita alergenů .....	28
5.2 Detekce v prostředí člověka .....	28
5.3 Odstranění.....	29
Závěr.....	31
Seznam literatury.....	32
Seznam internetových zdrojů .....	40
Přílohy .....	41

# Úvod

V dnešní době lidé tráví mnohem více času ve vnitřním prostředí budov (Woodcock & Custovic 2000), přičemž v moderních, izolovaných a málo větraných budovách je horší vzduch, který ovlivňuje kvalitu prostředí (Pawankar et al. 2011). Ve vnitřním prostředí jsou obsaženy látky, které mohou vyvolat nebo zhoršit alergická onemocnění u citlivých osob (Woodcock & Custovic 2000). Častými zdroji jsou tabákový kouř, čisticí prostředky, palivo (dřevo, uhlí) nebo plísně (Pawankar et al. 2011). Biologickými zdroji převážně ve vlhkých domech jsou také členovci (Woodcock & Custovic 2000). Těch žije v přírodě více než milion druhů a jen někteří z nich jsou spjatí s lidským zdravím. Některé druhy ovšem žijí společně s lidmi v domácnostech a tím se stávají jednou částí životního prostředí člověka (Yong & Jeong 2009). Synantropní členovci ohrožují citlivé jedince produkovanými alergeny (Woodcock & Custovic 2000). I přes častou a hojnou přítomnost v domech jsou některé druhy pro lidi méně známé (Bertone et al. 2016). Členovci jsou producenti skoro 30 % z dnešních 907 známých alergenů. Z čehož největší množství zahrnují roztoči (WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page, [b.r.]), pro které jsou naše domácnosti ideálním prostředím. Alergická onemocnění jsou významnou příčinou světové morbidity (Pawankar et al. 2011) a přibližně 250000 úmrtí ročně je způsobeno astmatem (Pawankar 2014). Přecitlivělost IgE protilátek na cizí proteiny v prostředí je přítomna až u 40 % populace (Pawankar et al. 2011).

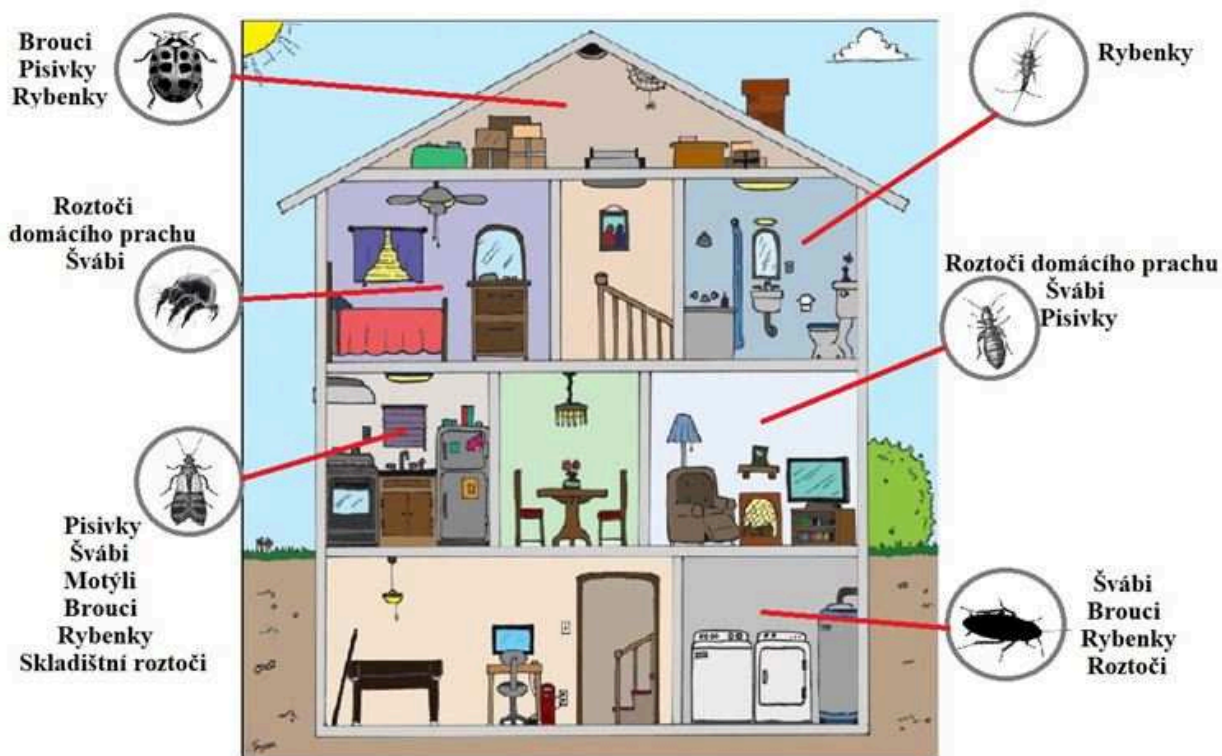
Cílem bakalářské práce je vytvořit literární rešerši poznatků o synantropních členovcích napadajících naše domácnosti a produkujících alergeny představující rizika ovlivňující život lidských jedinců. Práce se zabývá prostředím, ekologií a biologií jednotlivých skupin, alergenními onemocněními, regulací daných alergenů.

## 1. Prostředí člověka

Členovci jsou bohatá a různorodá skupina živočichů. Velké množství členovců v našich domácnostech nejsou synantropní druhy (Bertone et al. 2016), nemá žádný zdravotní vliv na člověka, jsou to jen jedinci zavlečení nebo nalákáni z vnějšího prostředí (Leong et al. 2017). Členovci jsou nevyhnutelnou součástí našeho životního prostředí (Leong et al. 2017), sdílí s námi obydlí již od úplných začátků lidstva, i když vztah mezi nimi a lidmi je různorodý, všichni snižují kvalitu života obyvatel domácnosti (Leong et al. 2018).

Ovšem některé druhy jsou každodenní součástí života lidí a jsou adaptované na podmínky domácností, ve kterých se jim daří. Jednou z příčin je i globalizace společnosti, která zapříčinila jejich distribuci. Některé druhy jsou nenápadné a mnoho z lidí si ani nevšimne, že spolu obývají jednu místnost (Bertone et al. 2016). Tito malí tvorové mají dostatečnou příležitost k ovlivnění lidských životů, jelikož lidé tráví ve vnitřním prostředí až 90 % svého času. Ne vždy jsou ale na škodu, některé moderní nemoci jsou spojeny s tím, že byl člověk vystaven nízké biologické rozmanitosti (Leong et al. 2017).

I přestože složení členovců ve vnitřním prostředí odráží skladbu v prostředí venkovním (Leong et al. 2017), pokud místnosti v domácnosti rozdělíme do šesti kategorií podle jejich vlastností – podkroví, suterén (sklep), koupelna, ložnice (pracovna), kuchyně (komora, spíž) a společné místnosti jako obývací pokoj či jídelna, je pro každou z nich několik typických, hlavních nebo předvídatelných synantropních členovců, ti jsou vyznačeni na Obrázku 1.



Obrázek 1: Výskyt alergenních členovců v domácnostech; Převzato z <http://headofleslie.com/house-cutaway/> [7. 6. 2018] Upraveno; ostatní viz seznam zdrojů

Každá domácnost má jinou rozmanitou skladbu členovců v závislosti na typu stavby, její kvalitě, stáří i umístění. V místnostech záleží především na vlhkosti, teplotě, materiálu podlahy a vybavení (Bertone et al. 2016). Bylo vyzorováno, že v rozmanitosti členovců v místnosti hraje roli její velikost, množství oken a dveří a také podlaží, ve kterém se nachází, jelikož rozmanitost uvnitř je ovlivněna přístupem k venkovním prostorům. Společné prostory v domácnosti jsou většinou obývány větším množstvím členovců. Více druhů lze nalézt v domácnostech s domácími mazlíčky a v místnostech s koberci a také v těch, které jsou větrané okny a ne mechanicky (Leong et al. 2017).

## 2. Ekologie a biologie skupin synantropních členovců

Následující přehled se zabývá šesti skupinami, do kterých se řadí synantropní druhy obývající, ať už sezonně nebo po celý rok, některé domácnosti společně s člověkem a jsou u nich alergeny biochemicky popsány. Jejich životní cyklus, výskyt v prostředí, potravu, chování a životní nároky je třeba znát pro účinný boj s alergeny v domácnostech. Jedná se o skupinu roztočů, švábů, rybenek, motýlů, brouků a pisivek, druhy z těchto skupin, které v domácnostech ohrožují svými alergeny zdraví citlivých jedinců, jsou uvedeny v Tabulce 1.

Řád latinsky	Řád česky	Vědecký název	Český ekvivalent
<i>Acari</i>	Roztoči	<i>Acarus siro</i> Linnaeus, 1758	Skladokaz moučný
		<i>Blomia tropicalis</i> Bronswijk, 1973	
		<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> (Trouessart, 1897)	Prachovka prachová
		<i>Dermatophagoides farinae</i> Hughes, 1961	Prachovka americká
		<i>Dermatophagoides microceras</i> , Griffiths & Cunnington, 1971	
		<i>Euroglyphus maynei</i> (Cooreman, 1950)	Prachovka holubí
		<i>Glycyphagus domesticus</i> (De Geer, 1778)	Peříčkovec domácí
		<i>Lepidoglyphus destructor</i> (Schrank, 1781)	Peříčkovec zhoubný
		<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank, 1781)	Sýrohub zhoubný
<i>Blattodea</i>	Švábi	<i>Blattella germanica</i> (Linnaeus, 1767)	Rus domácí
		<i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus, 1758)	Šváb americký
<i>Zygentoma</i>	Rybenky	<i>Lepisma saccharina</i> Linnaeus, 1758	Rybenka domácí
<i>Lepidoptera</i>	Motýli	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)	Zavíječ paprikový
<i>Coleoptera</i>	Brouci	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	Slunéčko východní
<i>Psocoptera</i>	Pisivky	<i>Liposcelis bostrychophila</i> Badonnel, 1931	Pisivka domácí

Tabulka 1: Výčet synantropních členovců, u kterých byly biochemicky popsány alergeny, jejich vědecké názvy i české ekvivalenty

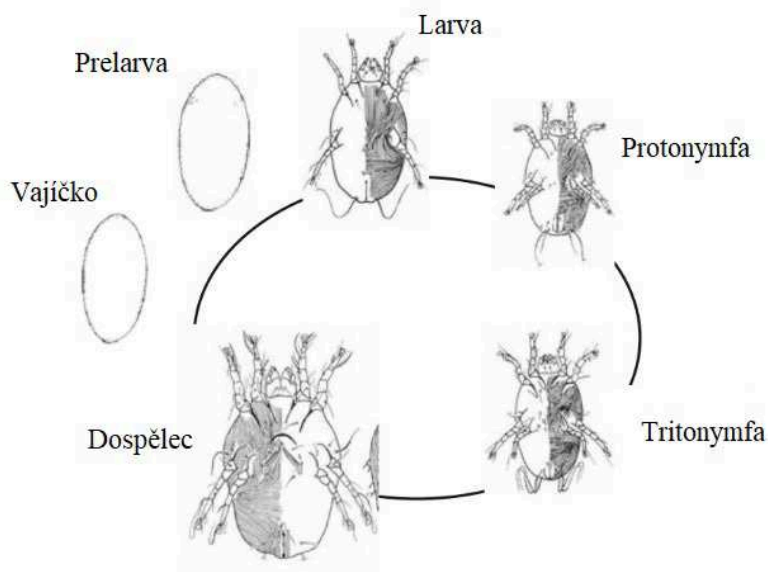
## 2.1 Roztoči

Skupina roztočů je nejrozmanitější z podkmenu *Chelicerata*, dále je řadíme do kmenu *Arachnida*. Bylo popsáno více než 45000 druhů (Vacante 2016), odhaduje se však, že na planetě žije kolem milionu druhů těchto drobných pavoukoců (Walter & Proctor 2013). Asi 300 popsáných druhů je spojováno s lidmi a jejich obydlími, ať už jako parazité, komenzálové nebo jako škůdci skladovaných produktů (Colloff 2009).

Synantropní roztoče dělíme do dvou skupin, na roztoče domácího prachu a roztoče skladištní. Roztoči domácího prachu se vyskytují v domácnostech po celém světě, pouze se v závislosti na zeměpisné oblasti liší převládající druh (Arlan 2002). Jelikož se živí převážně mikroskopickými houbami, bakteriemi, i odumřelou pokožkou a vlasy, dobré útočiště nacházejí na nábytku, podlahách a v matracích na postelích (Bronswijk & Sinha 1971). Kontaminace vnitřního vzduchu prachem, usazeným především na vodorovných plochách, je velmi častá (Godish 2001). Roztočům domácího prachu se proto daří ve většině z místností v domácnosti, největší vliv na nás však mají v ložnicích a obývacím pokojích.

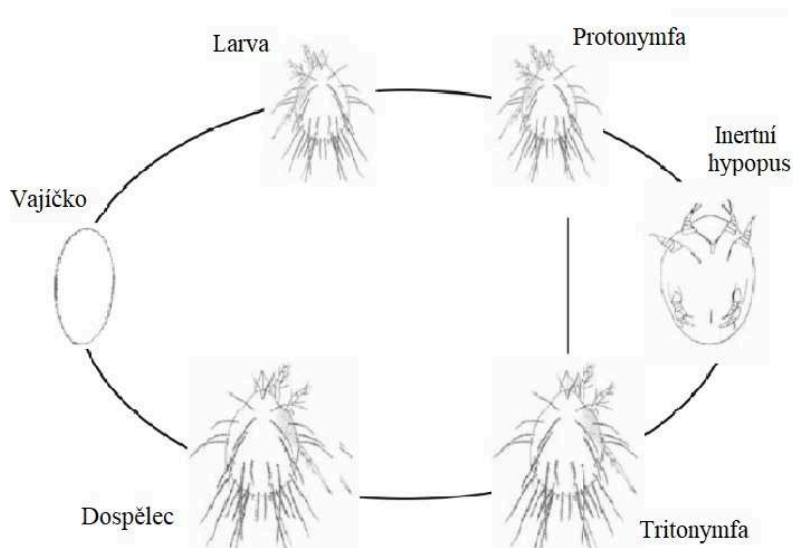
Skladištní roztoči napadají skladované potraviny v čerstvém i zpracovaném stavu. Svou činností ničí skladované potraviny a zboží, kontaminují je svými exkrementy, sekrety i uhynulými jedinci. Následně jsou potraviny jako obilí, mouka, zelenina, sušené ovoce a sýry nepoživatelné a nebezpečné pro lidské zdraví (Rosický 1979). Skladištní roztoče najdeme hlavně ve farmářských a zemědělských budovách, skladech, pekárnách, obchodech a mlýnech (Arlan et al. 1997).

Rozmnožování roztočů je pohlavní, vyvíjí se od vajíčka, přes larvu, nymfu až k dospělému jedinci. Vajíčka na sobě mohou mít tenkou vrstvu lepivého hlenu, který lehko udrží vajíčko na podkladu. Stadia larvy a nymfy mají aktivní dobu, po níž následuje doba klidová. Životní cyklus je však pro jednotlivé čeledi odlišný. Roztoči z čeledi *Pyroglyphidae* (rody *Dermatophagoides*, *Euroglyphus*) mají cyklus o šesti stádiích: vajíčko, prelarva, protonymfa, tritonymfa a dospělec, celý tento cyklus je zobrazen na Obrázku 2 (Colloff 2009).



**Obrázek 2: Vývojový cyklus roztočů čeledi *Pyroglyphidae* (Colloff 2009, Upraveno)**

Oproti tomu druhy z čeledi *Glycyphagidae* (rody *Lepidoglyphus*, *Glycyphagus*), jejichž vývojový cyklus je zobrazen na Obrázku 3, nemají stadium prelarvy, mohou ale mít stadium deutonymfy, což je další nymfální stádium mezi protonymfou a tritonymfou. Deutonymfa může být ve formě pohyblivého nebo nepohyblivého hypopu. (Colloff 2009). Toto stadium se však vytvoří pouze v případě, že okolní podmínky, tj. teplota, hustota populace, vlhkost nebo dostatek potravy, nejsou ve vyhovujících mezích a je třeba nalézt nové stanoviště. Pokud jsou podmínky vhodné, transformuje se protonymfa přímo do stadia tritonymfy (OConor 1982). Hypopus může být pohyblivý nebo inertní. Inertní jsou dostatečně lehké k rozptýlení vzduchem. Druhy *Lepidoglyphus destructor* a *Glycyphagus domesticus* mají pouze tyto nepohyblivé hypopy (Colloff 2009). Pohyblivé deutonymfy jsou aktivní a uzpůsobené k přesunu na potenciálním hostiteli. (OConor 1982). Rychlost vývoje je ovlivněna vlhkostí prostředí a jeho teplotou, nejrychlejší růst populace roztoče *Dermatophagoides pteronyssinus* je při teplotě 25 °C. Střední délka vývojového cyklu při teplotě 23 °C je 34 dní (Arlan & Platts-Mills 2001). Ideální vlhkostí pro rozmnožování a vývoj roztočů je relativní vlhkost 80 %, množství roztočů nalezených ve vlhkých domech převyšuje množství nalezené v domech sušších až devětkrát (Bronswijk & Sinha 1971).



**Obrázek 3: Vývojový cyklus čeledi *Glycyphagidae* (Colloff 2009, Upraveno)**

Velikost dospělé se pohybuje mezi 300-500 mikrometry, tato malá velikost jim umožňuje snadný přesun a dostupnost stanovišť, které jsou nedostupné větším členovcům. Dospělci mají většinou 4 páry nohou, larva má nohou šest a nymfa osm (Vacante 2016).

Nejčastějšími druhy skladištních roztočů v Evropě jsou druhy *Lepidoglyphus destructor*, *Acarus siro*, *Glycyphagus domesticus* a *Tyrophagus putrescentiae*. Všichni se živí rostlinnou a živočišnou hmotou, *Tyrophagus* dává přednost potravinám, které obsahují bílkoviny a tuky, jako jsou třeba sýry (Hilger & Kuehn 2014). Nejčastějšími druhy roztočů domácího prachu v mírném podnebí jsou *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus* a *Euroglyphus maynei* (Thomas et al. 2004), v tropických oblastech jde navíc o druh *Blomia tropicalis* (Fernandez-Caldas et al. 1993).

## 2.2 Švábi

Švábi jsou skupina hmyzu, zahrnující zhruba 3500 druhů nacházejících se po celém světě, z nichž jen pět se vyskytuje v lidských obydlích (Eggleston & Arruda 2001). Synantropní druhy švábů se dělí do dvou skupin. První skupina obsahuje druhy občasně importované, druhá druhy stále přítomné, kteří se dále dělí na druhy obecně rozšířené a druhy se speciálními stanovišti. Stále přítomné, obecně rozšířené druhy, mezi které patří i *Blattella germanica*, mají největší hygienický význam. *Periplaneta americana* je druh vyhledávající speciální stanoviště (Aulický & Stejskal 2009). Alergeny byly biochemicky charakterizovány jen u dvou druhů, a to *Blattella germanica* a *Periplaneta americana* (WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page, [b.r.]).

Životní cyklus obou zmíněných švábů je podobný, má tři stadia, ve kterých se obvykle vyskytují. Vajíčka, nymfa a dospělec (Brown et al. 2012). Samice vyprodukují 12-36 vajíček najednou (Brown et al. 2012), ty jsou uchovávány ve skupinách, které jsou obklopeny více či méně tvrdou ochrannou vrstvou, toto uskupení se nazývá ootéka. Ootéku samičky uloží na vhodném místě v prostoru, například v rozích místnosti (Cochran 1999) nebo v případě druhu *Blattela germanica* je ootéka nošena na těle samičky (Eggleston & Arruda 2001). Následně se vylíhnou nymfy, které anatomicky velmi připomínají dospělé jedince, akorát jsou menší a jejich křídla ani pohlavní orgány nejsou rozvinuté (Cochran 1999). Při průměrné pokojové teplotě se nymfa druhu *Blattela germanica* vyvíjí 50-60 dní, optimální teplota je necelých 27 °C (Brown et al. 2012). Nymfy často koexistují s dospělými jedinci v tmavých trhlinách a štěrbinách, stejně jako se *Periplaneta americana* a *Blattela germanica* mohou vyskytovat společně. Než nymfy dosáhnou stadia dospělého, projdou v období od 3 do 15 měsíců 6-12krát svlékáním (Eggleston & Arruda 2001). *Periplaneta americana* dosahuje pohlavní dospělosti zhruba po 600 dnech, přičemž dospělec přežívá 1 až 2 roky. *Blattela germanica* je nejproduktivnější domácí šváb, novou generaci vyprodukuje přibližně za 100 dní (Brown et al. 2012).

*Blattela germanica* má hnědé 16 mm dlouhé tělo s dvěma podélnými pruhy, samice je za zadní části více zaoblená než samec. *Periplaneta americana* má tělo větší, přibližně 38 mm dlouhé s načervenalými křídly, létá na kratší vzdálenosti, zatímco *Blattela germanica* nelétá vůbec nebo jen velmi zřídka klouzavým letem, za to má však tělo uzpůsobené k velmi rychlému pohybu (Eggleston & Arruda 2001) a dokáže i skákat, šplhat po hladkých stěnách a přestože se vodě vyhýbá, zvládá i plavat (Aulický & Stejskal 2009).

*Blattela germanica* obývá tmavé vlhké teplé štěrbiny, ve kterých tráví až 75 % svého života (Brown et al. 2012), v okolí zdroje potravy, i když bez ní vydrží i několik dní. Švábi jsou především noční tvorové (Hilger & Kuehn 2014), pokud je lze zahlédnout přes den, bývá to známka přemnožení a tím způsobený nedostatek potravy (Eggleston & Arruda 2001).

Přestože oba druhy ke svému životu potřebují vodu i potravu, dokáží bez nich vydržet několik dní, dospělci druhu *Periplaneta americana* zvládnou i měsíc. Živí se jakoukoli organickou potravou s výživnou hodnotou. *Blattela germanica* nepohrdne ani tuky, mýdlem, zubní pastou nebo lepidlem. *Periplaneta americana* je přitahována hlavně sladkostmi, pivem i jinými alkoholovými produkty (Eggleston & Arruda 2001).

## 2.3 Rybenky

Pravděpodobně zdravotně nejvýznamější z podtřídy *Thysanura* - šupinušky je druh *Lepisma saccharina* (Jackman, Brown 1981) a jediný dosud popsáný alergen na tropomyosinové bázi Lep s 1 z rybenek se též týká tohoto druhu (Barletta, Butteroni 2005).

Rybenky jsou poměrně dlouho žijící tvorové, vývoj v dospělého jedince může trvat i dva roky. Z vajíček umístěných jednotlivě nebo v malých skupinkách ve štěrbinách poblíž potravy, kterých samice naklade za svůj život 50-150 v nepravidelných intervalech podle dostupnosti potravy, se po 3 až 6 týdnech v závislosti na teplotě líhne nymfa (Sloderbeck 2004). Ta je vzhledově stejná, jen menší než přibližně 1,5 cm dlouhý dospělec (Houseman 2007). První nymfální stadium trvá 7-10 dní, následně se svléká každé dva až tři týdny (Sloderbeck 2004). Rybenky se zbavují exoskeletonu po celý život (Jackman & Brown 1981).

Rybenky jsou bezkřídlý hmyz (Barletta et al. 2007) se zploštělým tělem (Houseman 2007). Jejich tělo typického tvaru, které je na jedné straně široké s dvěma tykadlovitými útvary a směrem k zadní části se zužuje, je zakončeno třemi přívěsky (dvěma štěty a jedním paštětem) a pokryto stříbrnými šupinkami (Barletta et al. 2007). Pohybují se velmi rychle, občas se na okamžik zastaví a následně rychle pokračují dál (Houseman 2007).

Jsou to noční tvorové, ve dne jsou k vidění pouze v případě, že byl narušen jejich úkryt nebo pokud hledají úkryt nový (Gojmerac & Pellitteri 1973). Vyhledává především vlhká prostředí, v domácnostech jsou především v koupelnách, kuchyních a sklepních prostorech (Hilger & Kuehn 2014). Vyhovující pro život i vývoj je 70-95% relativní vlhkost s teplotami v rozmezí 21-27 °C (Jackman & Brown 1981).

Všechna stadia vyhledávají stejnou potravu (Houseman 2007), upřednostňují zdroje s vysokým obsahem sacharidů a bílkovin (Barletta et al. 2005). Požírají mouku, ovesné vločky, papír, tapety, sušené maso nebo i lepidlo (Jackman & Brown 1981). Konzumací mohou poškodit i tkaniny jako je hedvábí, bavlna nebo i syntetika (Houseman 2007). Bez potravy však vydrží i několik desítek dní (Sloderbeck 2004).

## 2.4 Motýli

Z řádu *Lepidoptera* byly popsány alergeny prozatím jen z jediného druhu *Plodia interpunctella* (WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page, [b.r.]). *Plodia interpunctella* je nejen zdrojem alergenů, ale také je řazena mezi ekonomicky nejvýznamnější škůdce zpracovaných potravin. Škodí téměř po celém světě (Mohandas et al. 2007) kontaminací potravin svými exkrementy, částmi těl a pavučinkami. Toto znečištění převyšuje poškození způsobené požerem a zamořené potraviny musí být odstraněny nebo ošetřeny (Fasulo & Knox 2015).

Životní cyklus zavíječe *Plodia interpunctella* zahrnuje 4 stadia. První je asi 0,5mm velké šedobílé zploštělé vajíčko, které je samicí položeno jednotlivě nebo v malé skupince přímo na potravu pro budoucí larvu (Fasulo & Knox 2015). Ta se z vajíčka po 6-14 dnech dostane vytvořeným kruhovým otvorem (McGinnis 1928). Larva bývá špinavě bílá s tmavou hlavou, občas může v závislosti na zdroji potravy mít nádech zelené, růžové nebo hnědé barvy. Její tělo má na délku přibližně jeden centimetr (Fasulo & Knox 2015), je válcovitého tvaru a na obou koncích se zužuje (McGinnis 1928). Po 5-7 larválních instarech během 6-8 týdnů vývoje a nalezení vhodného místa, což jim umožňuje 5 párů panožek umístěných na třetím až šestém a posledním z deseti segmentů těla, se larva zakuklí. Buď se obalí hedvábným kokonem, nebo v některých případech zůstává i nechráněná (Hamlin et al. 1931). Po 15-20 dnech se z kukly vylíhne motýl, který ač je aktivní v noci, je přitahován světlem a často zaměňován se škůdci na oblečení. První den nejsou dospělci moc aktivní a nepřijímají potravu. Jejich křídla jsou v době klidu složena nad přibližně 12 mm dlouhým tělem jako střecha, při roztažení je rozpětí křídel až 20 mm. Oplodněná samice při vyhovujících podmínkách uloží až 400 vajíček, přičemž první pokládka je asi tři dny po dosažení dospělosti (Fasulo & Knox 2015), jelikož k oplození dochází většinou v prvních 24 hodinách, občas hned v první hodině (Hamlin et al. 1931) svého poměrně krátkého dospělého života, který trvá 5-10 dní (McGinnis 1928).

Všechna čtyři vývojová stadia lze nalézt víceméně všude, kde se potraviny uchovávají delší dobu, ve skladech, mlýnech a obchodech. (McGinnis 1928). V domácnostech tedy především v kuchyních nebo spižárnách. Larvy se živí obilím, semeny, sušeným ovocem, jídlem pro psy, kořením a sušeným mlékem (Hamlin et al. 1931). Dospělci nepřijímají potravu, ale i přesto byl upozorován zájem o cukrové návnady a ovocné šťávy (Fasulo & Knox 2015), rozšíření tohoto druhu je spojeno s přístavy a distribucí těchto potravin (McGinnis 1928).

## 2.5 Brouci

Ze všech synantropních brouků vyvolává alergickou reakci a má popsaný alergen druh *Harmonia axyridis* z řádu *Coleoptera* a to především v jarních měsících, kdy dospělí jedinci opouštějí místa na přezimování a ochranu (Barrett & Bailey 2000). V Evropě a Americe se jedná o invazivní druh přivlečený z Asie (Brown et al. 2007), kde hibernuje ve skalách (Barrett & Bailey 2000). Z Asie byla rozšířena pro biologickou kontrolu mšic, červců a jiných bezobratlých, její expanze do mnoha států byla velmi rychlá (Brown et al. 2008). Larva během svého vývoje zkonzumuje 600 až 1200 mšic, dospělec denně 90-270 . V Japonsku je důležitým predátorem na zamořených stromech a keřích jako třeba javor, ořech, vrba nebo růže (Knodel & Hoebeke 2009). Na nových stanovištích se však v období od října do listopadu stahují především do domů v okolí polí. Nejčastěji jsou na jižních nebo jihozápadních částech světlých domů, v rozích mezi stropem a stěnami, v temných klidných místech jako podkroví. Dovnitř domů se dostávají okny, dveřmi a prasklinami. (Barrett & Bailey 2000).

Vývoj od vajíčka po dospělého jedince trvá asi jeden měsíc. V jarních měsících bývá kolem 20 vajíček 3-5 dní na spodní straně listu nebo na větvičkách poblíž velkého množství potravy. Larvy ničím nepřipomínají dospělé, jejich protáhlé, na některých místech zploštělé tělo je pokryto nepíchavými drobnými a pružnými ostny. Během dvou týdnů projde čtyřmi svlékáními, přičemž se po každém zvětší. Za potravou se pohybuje mezi jednotlivými listy rostliny. Kukly jsou již stejně velké jako dospělci, jsou sytě oranžovočervené s dvěma podélnými řadami černých skvrn. Přibližně pět dní jsou pevně připojené k rostlině, často zesponu listu. Samotní dospělci mají 0,6 cm dlouhé oválné až kulaté tělo s velkou škálou možností zbarvení krovek od žluté, přes oranžovou až k červené (Boggs & Jones 2014). Velikost černých skvrn je také variabilní a jejich počet se pohybuje v rozmezí od 0 po 19 (Barret, Bailey 2000). Dospělci se páří především na jaře a při optimálních podmínkách žijí až 3 roky (Knodel & Hoebeke 2009).

## 2.6 Pisivky

Z devíti druhů pisivek, které obývají domácnosti v Evropě (Schneider 2010), byl prozatím alergen identifikován pouze u druhu *Liposcelis bostrychophila* (WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page, [b.r.]). Tento druh se vyskytuje ve volné přírodě pod kůrou stromů nebo v ptačích hnízdech (Mockford 1993), ale jelikož je celosvětovým škůdcem skladovaných produktů (Yang et al. 2015), našel útočiště v lidských obydlích, převážně ve vlhkých místech,

sklepích, kde se uchovává rýže (Baz 2008) nebo zrno (Yang et al. 2015). Jejich chování je unikátní, jelikož občas opouštějí své stanoviště s nízkou vlhkostí, aby opět zavodnili svůj organismus, a následně se vrátí na stanoviště s potravou (Philips & Throne 2010). Živí se organickými zbytky, plísněmi a mikroflórou (Schneider 2010).

Vývoj jedince začíná u jednoduchého, hladkého vajíčka, ze kterého se vyvine nymfa. Ta, přestože je menší, připomíná dospělé. Jejich vývoj lze zpomalit snížením teploty pod 15 stupňů Celsia a relativní vlhkosti pod 50% (Baz 2008). Vývoj od vajíčka k dospělci trvá zhruba 3 týdny při teplotě 27 °C. Dospělci žijí 70-140 dní v závislosti na okolních podmínkách (Sedlacek et al. 1995).

Dospělci většiny druhů pisivek mají velmi měkké, málo sklerotizované tělo do velikosti 8 mm (Schneider 2010). Mají štíhlé nohy, přičemž zadní jsou delší a umožňují malé skoky, hlava přibližně stejně velká jako tělo nese velké kulaté oči. Některé druhy mají na těle dva páry křídel (Baz 2008). *Liposcelis bostrychophila* však patří mezi druhy bezkřídlé a rostou pouze do velikosti kolem 1 mm (Yang et al. 2015). Tělo je světle hnědé s lehkým žlutým nádechem, hlava je o něco tmavší než tělo (Mockford 1993). Je nejrozšířenějším druhem svého rodu, možná i díky své schopnosti partenogenetického množení. Rychle obsazuje nová stanoviště (Yang et al. 2015), rozšiřuje se s pomocí transportu potravin (Schneider 2010). Kromě potravin napadají i knihy nebo starý papír (Fukutomi et al. 2012). Vzorčky pisivky byly nalezeny i v matracích, koberecích a pohovkách jako součást prachu (Sun et al. 2014).

### 3. Alergenní onemocnění

Alergie je přehnaná, nepřiměřeně velká reakce lidského imunitního systému na podněty z vnějšku, se kterými se v našem prostředí běžně setkáváme. Tato přecitlivělost IgE (imunoglobulin E) protilátek na cizí proteiny v prostředí má za následek, že jedinci trpí alergickými onemocněními. Jejich počet se zvyšuje, více než 20% populace světa trpí IgE zprostředkovanými onemocněními jako je rýma, ekzém, astma nebo anafylaxe (Johansson & Haahtela 2004). Velmi často se u jedince objevuje více těchto chronických onemocnění, postihujících i několik systému či orgánů dohromady, všechny ovlivňují kvalitu lidského života. Alergeny roztočů a švábů se řadí mezi alergeny vnitřní a ohrožují především plíce a nosní dutinu, jelikož se do lidského těla dostávají většinou inhalací. Inhalační alergeny nezpůsobují žádnou škodu, pokud není jedinec citlivý (Pawankar et al. 2011).

Přecitlivělost na danou látku se zjišťuje pomocí testů in vivo (kožní testy) nebo in vitro (sérologické testy) (Hamilton 2005). Alergická reakce se vyvolá po požití alergenu, jeho absorbování přes kůži nebo sliznici, inhalací nebo injekcí. Mezi klinické příznaky alergenních onemocnění patří otoky, svědění, potíže s dýcháním, bolesti hlavy, vyrážka na kůži, kopřivka nebo vodnaté oči. Pokud k reakci dojde během několika minut po vystavení alergenu, označuje se reakce jako okamžitá (Arlan 2002). Riziko respirační alergie se zvyšuje, pokud je osoba vystavená směsi alergenů (Gehring et al. 2001).

Základní a potencinální nejúčinnější a nejlevnější léčbou rýmy, astmatu a ekzému, způsobených vyvolanou alergickou reakcí, je vyhýbání se daným alergenům, na které je jedinec přecitlivělý (Platts-Mills 2004). Další vhodnou léčbou se zdá být imunoterapie. Při té jsou pacientovi postupně podávány větší dávky alergenního extraktu, což má vyvolat imunologické změny vedoucí k vyšší toleranci na daný alergen. Už více než sto let tato léčba prochází vývojem založeným především na kvalitě připravených extraktů, které se podávají injekčně (subkutánní imunoterapie) nebo v podobě tablet či kapek rozpouštěných v dutině ústní (sublinguální imunoterapie) (Fрати et al. 2012).

V následujícím přehledu se zabývám čtyřmi častými alergenními onemocněními, alergickou rýmou, atopickým ekzémem, astmatem a anafylaxí, které jsou spojené s výskytem členovců a jimi vyprodukovanými alergeny ve vnitřním prostředí člověka.

### 3.1 Alergická rýma

Alergická rýma, rinitida, je zánět nosní sliznice způsobený imunoglobulinem E, který v nosní dutině rozpozná alergen svými vazebnými buňkami a následně uvolní látky dráždící sliznici a tím vyvolá rýmu. Touto nemocí narušující sociální interakci trpí 10-30 % populace. Mezi nejčastější příčiny patří pyly a prachoví roztoči (Pawankar et al. 2011). Několik jedinců trpělo rýmou po styku s alergeny pisivek (Perotin et al. 2011), a častá rinitida je i u dětí po hraní si s beruškami (Goetz 2008).

### 3.2 Atopický ekzém

Atopický ekzém je zánětlivé kožní onemocnění, způsobující disfunkci epidermální bariéry, což zvětšuje šanci proniknutí alergenů skrze kůži. Nejčastějším příznakem ekzému bývá suchá kůže a je spojován se svěděním nutícím člověka k reflexnímu škrábání postiženého místa, to však může vést až k vytvoření zánětu. Atopický ekzém je první příznak, že v těle není něco imunitně správně, může představovat počáteční fázi tzv. alergického pochodu, ten může vést až k astmatu (Pawankar et al. 2011). Faktorem spouštějícím ekzém je mimo jiné i prach a roztoči (Platts-Mills et al. 1989).

### 3.3 Astma

Chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest se u vnímavých jedinců opakuje, může trvat celoživotně. Je spojené se sníženým prouděním vzduchu, které se projevuje kašláním, zvláště v noci nebo po ránu, dýchavičností, dušností a tlakem v hrudníku. (Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma, 2007). V případě nekontrolovaného a neléčeného stavu, může způsobit i smrt (Pawankar, Canonica 2011). Astma je rozšířené po celém světě, trpí jím 5-15 % populace, z nichž je u 50 % dospělých a 80 % dětských pacientů způsobeno alergií. Dle odhadů Světové zdravotnické organizace trpí astmatem asi 150 milionů lidí (Johannsson 2000). Na rozvoji astmatu se podílí osm hlavních alergenů (Gore & Schal 2007) mezi nimiž jsou nejen alergeny roztočů prachových (Platts-Mills et al. 1989), ale i roztočů skladových (Blainey et al. 1989) a také alergeny vyprodukované šváby (Rosenstreich et al. 1997). Sezoně mohou vývoji astmatu přispět i alergeny z *Harmonia axyridis* (Goetz 2008) a zvláště v Japonsku je častým zdrojem i *Liposcelis bostrychophila* (Fukutomi et al. 2012).

### 3.4 Anafylaxe

Anafylaxe postihuje přibližně 2 % obyvatelstva, je to život ohrožující mnohočetná alergická reakce s rychlým nástupem, která může ovlivnit jakýkoli orgánový systém. Jeho léčba závisí na podání dávky adrenalinu (Pawankar et al. 2011). Většinou anafylaktická reakce zahrnuje kožní symptomy, avšak až u 20 % reakcí u dětí být nemusí. Pravděpodobnost vzniku anafylaxe je vysoká, pokud se zkombinuje několik z následujících možných reakcí s rychlým nástupem v několika minutách po setkání s alergenem: postižení kůže a dýchavičnost, svědění, zduření sliznic, snížené svalové napětí, zvracení nebo bolesti břicha, snížený krevní tlak s rychlým nástupem v několika minutách po setkání s alergenem (Sampson et al. 2006). K několika případům anafylaxe došlo po požití potravin obsahující roztoče (Sanchez-Borges et al. 1997). Naše potraviny v domácnosti jsou ideální potravou a prostředím právě i pro skladištní roztoče (Rosický 1979), o kterých kvůli jejich malé velikosti nemusíme ani vědět (Vacante 2016) a jejichž alergeny mohou člověka ve vnitřním prostředí ohrozit na životě (Blanco & Quiralte 1997).

## 4. Přehled alergenů

### 4.1 Nomenklatura

Alergen je molekula schopná vyvolat imunitní odpověď na IgE protilátky a vyvolat alergickou reakci, většinou je alergenem protein nebo molekula s velkou bílkovinnou složkou (Arlian 2002). Do klasifikace alergenů jsou zařazeny pouze ty, které mají reaktivitu IgE větší než 5 %. Pokud více než 50 % testovaných pacientů má sérové IgE, které na daný alergen reaguje, je alergen zařazen mezi alergeny hlavní. Všechny alergeny zahrnující IgE vyvolávající u člověka alergii jsou zapisovány normálním písmem bez kurzívy a arabskými čísly. Lze použít jednopísmennou předponu „n“, „s“ nebo „r“, které jsou nepovinným avšak praktickým doplňkem. Předpona „n“ značí materiál přírodní, „s“ syntetický a „r“ rekombinantní (Larsen & Lowenstein 1996). Oficiální klasifikace alergenních bílkovin je založena na identifikování rodu a druhu organismů, ze kterých pochází. Název je tvořen prvními třemi písmeny rodu, prvním písmenem druhu a arabskou číslicí značící pořadí popsání alergenu u daného druhu nebo skupinu podobných alergenů. V případě, že jsou písmena druhu nebo rodu stejná u více organismů, dojde k úpravě přidáním dalšího písmena (King et al. 1994).

### 4.2 Křížová reaktivita

Křížovou reaktivitou se rozumí schopnost jedné specifické protilátky pro jeden antigen, reagovat na antigen druhý. Odráží podobnost primární struktury proteinů, tedy shodnost sekvencí aminokyselin. Podobnost je pravděpodobná, pokud jsou si dva organismy vývojově podobní, ale známé jsou i křížové reaktivity mezi organismy si vzdálenějšími (Aalberse et al. 2001). Slabou křížovou reaktivitu vykazují roztoči domácího prachu s roztoči skladištními, hlavně alergeny na bázi tropomyozinu Lep d 10 s Der f 10 a Der p 10. Sekvenčně identické jsou i alergeny druhé skupiny, například Lep d 2 a Gly d 2. Jedinci alergičtí na roztoče mohou zkříženě reagovat i na rybenky a šváby (Hilger & Kuehn 2014) nebo hlemýžďe a krevety (Peroni et al. 2008). Mezi další známé případy mezi členovci patří i křížení alergenů z druhů *Blattella germanica* a *Harmonia axyridis* (Hilger & Kuehn 2014). Naopak u alergenů pisivky *Liposcelis bostrichophila* zatím nebyla objevena jakákoli křížová reaktivita s ostatními členovci (Fukutomi et al. 2012).

### 4.3 Alergeny synantropních členovců

Členovci produkují alergeny v reprodukčních orgánech, trávicím traktu, žlázách a svalech, proto jsou nepřetržitě tvořeny a ukládány do prostředí. Roztoči a další členovci ukrytí v potravinách mohou pozměnit vlhkost skladovaného produktu a tím vytvořit prostředí vhodné k růstu hub a bakterií (Hubert et al. 2018).

Roztoči jsou považováni za nejčastější členovce vyvolávající anafylaktické reakce (Edston & Hage-Hamsten 2003), ke které dochází především po zkonsumování jimi napadenými potravinami (Blanco & Quiralte 1997), jsou také nejdůležitějším zdrojem alergenů ve skladovaném zrně a nejpočetnější skupinou skladištních škůdců. Alergickou reakcí jsou ohroženi konzumenti napadené potraviny, ale i lidé, kteří jsou v kontaktu s napadeným materiálem. Pokud vezmeme v potaz obilí, jsou to farmáři, mlynáři, pekaři a pracovníci obilných sil (Arlan et al. 1997). Všechny alergeny byly nalezeny v exkrementech roztočů i v jejich odumřelých tělech. Alergeny z těl nebo exkrementů roztočů se do lidského těla dostanou vdechnutím nebo požitím (Blanco & Quiralte 1997). Vzhledem k jejich velmi malé velikosti na hranici viditelnosti lidského oka lidé často roztoče nevnímají a neví, že jsou v jejich okolí. Na prachové roztoče je citlivých 20-35 % jedinců trpících alergií (Arlan 2002). V domácnostech, kde se prachový roztoč vyskytuje, se většinou najde více druhů. (Thomas et al. 2004). Podle biochemické funkce jsou alergeny roztočů rozděleny do 19 skupin (Thomas et al. 2002).

Švábi byli s alergickým onemocněním poprvé spojeni v roce 1964, dnes jsou považováni za jeden z nejběžnějších zdrojů vnitřních alergenů na světě (Bernton & Brown 1964). Protilátky proti alergenům švábů vykazuje až 60% lidí, kteří trpí astmatem v oblastech měst (Sohn & Kim 2012). Reaktivita byla potvrzena na výtažky z těl švába i na výtažky z exkrementů při kožních testech (Lehrer et al. 1991). Jeden z nejběžnějších zdrojů alergenů švábů je právě již zmíněná *Blattella germanica* (Sohn & Kim 2012).

Ač bývá místem s nejvyšší koncentrací švábů kuchyň, kam pronikají za potravou, největší vliv mají švábi a jejich alergeny v ložnicích (Arruda et al. 2001). Přenesení z kuchyně do ložnice a ložního prádla není primárně vzduchem, jelikož alergeny švábů jsou nesené na poměrně velkých částicích, které se ze vzduchu rychle usazují. Přenáší se například přes boty nebo oblečení (Eggleston 2003). Alergeny švábů jsou obsaženy v částech těl dospělců, v pláštích jejich vajíček, exoskeletonu, sekretech i exkrementech. Části výkalů obsahující dané alergeny mohou být obsaženy i v prachu (Lehrer et al. 1991). Alergeny švábů jsou podobné alergenům roztočů, jsou nesené převážně na částicích větších než 10 mikrometrů, ty se usazují ze vzduchu po 20 až 30

minutách (de Blay et al. 1997). Všechny známé švábí alergeny se dělí do více než 10 proteinových skupin, hlavní jsou však ze skupin 1 až 5 (Hilger & Kuehn 2014).

Za alergie způsobené citlivostí na látky produkované pisivkou *Liposcelis bortrychophila* jsou zodpovědné především mrtvá těla uložená v prachu (Baz 2008). Vzorky pisivky byly nalezeny i v matracích, kobercích a pohovkách (Bertone et al. 2016).

Řád	Původce	Alergen	Biochemický název	Mol. vel.
<i>Blattodea</i>	<i>Blattella germanica</i>	Bla g 1		46
		Bla g 2	Asparagová proteasa	36
		Bla g 3	Hemocyanin	78,9
		Bla g 4	Kalicin	21
		Bla g 5	Glutathion-S-transferáza	23
		Bla g 6	Tropinin C	21
		Bla g 7	Tropomyosin	31
		Bla g 8	Myosin	
		Bla g 9	Arginin kináza	40
		Bla g 11	Alfa-amyláza	57
		<i>Periplaneta americana</i>	Per a 1	
	Per a 2		Asparatická proteáza	42
	Per a 3		Arylforyny	72
	Per a 5		Gluthathion S-trasferáza	23
	Per a 6		Troponin C	17
	Per a 7		Tropomyosin	33
	Per a 9		Arginin kináza	43
	Per a 10		Serinová proteáza	28
	Per a 11		Alfa-amyláza	55
Per a 12	Chitinasa		45	
<i>Acari</i>	<i>Acarus siro</i>	Aca s 13	Protein vázající mastnou kyselinu	15
	<i>Blomia tropicalis</i>	Blo t 1	Cysteinová proteáza	
		Blo t 2		
		Blo t 3	Trypsin	
		Blo t 4	Alfa-amyláza	
		Blo t 5		14
		Blo t 6	Chymotrypsin	25
		Blo t 7	Baktericidní protein zvyšující permeabilitu	25
		Blo t 8	Glutathion-S-transferáza	27
		Blo t 10	Tropomyosin	33
		Blo t 11	Paramyosin	110
		Blo t 12		14
		Blo t 13	Protein vázající mastnou kyselinu	
		Blo t 19	Antimikrobiální peptidový homolog	7
		Blo t 21		13

<i>Acari</i>	<i>Dermatophagoides farinae</i>	Der f 1	Cysteinová proteáza	27		
		Der f 2	NPC2	15		
		Der f 3	Trypsin	29		
		Der f 4	Alfa-amyláza	58		
		Der f 6	Chymotrypsin	25		
		Der f 7	Baktericidní protein zvyšující permeabilitu	30		
		Der f 8	Glutathion-S-transferáza	32		
		Der f 10	Tropomyosin	37		
		Der f 11	Paramyosin	98		
		Der f 13	Protein vázající mastnou kyselinu			
		Der f 14	Apolipoforin	177		
		Der f 15	Chitináza	98		
		Der f 16	Gelsolin	53		
		Der f 17	Protein vázající vápník	53		
		Der f 18	Protein vázající chitin	60		
		Der f 20	Arginin kináza	40		
		Der f 21		14		
		Der f 22				
		Der f 23	Protein podobný peritrofinům	19		
		Der f 24	Uboquinol-cytochrom c reductázový vazebný proteinový homolog	13		
		Der f 25	Triosefosfát izomeráza	34		
		Der f 26	Myosin alkalický lehký řetězec	18		
		Der f 27	Serpin	48		
		Der f 28	Protein teplotního šoku	70		
		Der f 29	Cyklofilin	16		
		Der f 30	Ferritin	16		
		Der f 31	Cofilin	15		
		Der f 32	Vylučovaná anorganická pyrofosfatáza	35		
		Der f 33	Alfa-tubulin	52		
		Der f 34	Deaminasa	16		
		Der f 35		14		
		Der f 36		23		
			<i>Dermatophagoides microceras</i>	Der m 1	Cysteinová proteáza	25
			<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Der p 1	Cysteinová proteáza	24
				Der p 2	NPC2	15
				Der p 3	Trypsin	31
	Der p 4	Alfa-amyláza		60		
	Der p 5			14		
	Der p 6	Chymotrypsin		25		
	Der p 7	Baktericidní protein zvyšující permeabilitu		30		
	Der p 8	Glutathion-S-transferáza		27		
	Der p 9	Kolagenolytická serinová proteáza		29		
	Der p 10	Tropomyosin		36		
	Der p 11	Paramyosin		103		

<i>Acari</i>	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Der p 13	Protein vázající cytosolové kyseliny	15	
		Der p 14	Apolipoforin	177	
		Der p 15	Protein podobný chitináze		
		Der p 18	Protein vázající chitin		
		Der p 20	Arginin kináza		
		Der p 21			
		Der p 23	PF01607	14	
		Der p 24	Bichinol-cytochrom vazebný protein	13	
		Der p 36		23	
		Der p 37		30	
	<i>Euroglyphus maynei</i>	Eur m 1	Cysteinová proteáza		
		Eur m 2	NPC2		
		Eur m 3	Trypsin		
		Eur m 4	Alfa-amyláza		
		Eur m 14	Apolipoforin	177	
	<i>Glycyphagus domesticus</i>	Gly d 2		15	
	<i>Lepidoglyphus destructor</i>	Lep d 2	NPC2	16	
		Lep d 5			
		Lep d 7	Baktericidní protein zvyšující permeabilitu		
		Lep d 10	Tropomyosin		
		Lep d 13	Protein vázající mastnou kyselinu		
	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	Tyr p 2	NPC2	16	
		Tyr p 3	Trypsin	26	
		Tyr p 10	Tropomyosin		
		Tyr p 13	Protein vázající mastnou kyselinu	15	
		Tyr p 28	Heat shock protein	76	
		Tyr p 34	Troponin C	18	
		Tyr p 35	Aldehyddehydrogenasa	52	
		Tyr p 36	Profilin	14	
	<i>Coleoptera</i>	<i>Harmonia axyridis</i>	Har a 1		10
			Har a 2	Aldehyddehydrogenasa	55
	<i>Lepidoptera</i>	<i>Plodia interpunctella</i>	Plo i 1		
			Plo i 2		
	<i>Psocoptera</i>	<i>Liposcelis bostrychophila</i>	Lip b 1		26
	<i>Zygentoma</i>	<i>Lepisma saccharina</i>	Lep s 1	Tropomyosin	36

Tabulka 2: Přehled alergenů synantropních členovců; Mol. vel. – molekulová velikost (kDa); zdroj WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page, [b.r.]

#### 4.4 Další alergen

Mimo biochemicky charakterizované alergen a jejich původce z tabulky 2, jsou známy druhy škůdců skladovaných zásob, které jsou také možnými zdroji a existuje několik zpráv o jejich alergenním působení. Informací o jednotlivých alergenech je však dosud málo (Raulf et al. 2014) a nejsou biochemicky identifikované.

Rinokonjunktivitida, kopřivka a astma byly vyvolány po styku se zrnem kontaminovaným druhem *Tenebrio molitor*. (Schroeckenstein et al. 1990). Obilná zrna jsou napadána hlavně jeho larvami (Armentia et al. 2004). V dalším případě došlo po vaření s moukou obsahující stopy druhu *Sitophilus granarius* k alergické reakci projevované rhinitidou, konjunktivitidou a kýčáním. *Sitophilus* způsobuje inhalační alergické příznaky a je možnou příčinou astmatu, tento druh napadá všechny druhy obilí (Frankland & Lunn 1965). Astmatické příznaky, kopřivku a rhinitidu způsobili i malí brouci *Tribolium confusum* obsažení v mouce (Alanko et al. 2000). U některých pracovníků s obilím byly testy pozitivní i na hmyz rodu *Ephesia*. Inhalované částice exoskeletonu vyvolávají IgE zprostředkované astma (Armentia et al. 2004). Ve vzduchu v pracovním prostředí, kde se tyto druhy vyskytují, jsou přítomny chloupky, malé části hmyzu a části výkalů, které u některých jedinců mohou vést ke způsobení inhalačních alergií (Frankland & Lunn 1965). Skladištní škůdci se vyskytují především ve skladech a mlýnech, ale potraviny kontaminované jejich alergenem nebo některými vývojovými stadii se mohou dostat s danou potravinou do domácnosti, kde mohou vyvolat alergickou reakci (Matsumoto et al. 2004).

## 5. Regulace alergenů v domácnostech

Jelikož prozatím nejúčinnější obranou proti vzniku alergické reakce je vyhýbání se alergenům, na které je jedinec citlivý, je třeba zmapovat přítomnost alergenů i jejich zdrojů v domácnosti. Pro předcházení alergických obtíží je důležité odstranit nejen samotný zdroj, tj. samotné členovce a všechna jejich vývojová stádia, ale i alergeny samotné, které jsou i v exkrementech, trávicích šťávách a odumřelých částech těla, v prachu nebo nesený na částicích ve vzduchu (Sinedinus, Hallas 2002).

### 5.1 Stabilita alergenů

Při samovolném rozkladu alergenu v domácím prachu je dle lékařů nejdůležitější změna epitopů, která znemožní návaznost molekuly s IgE protilátkami. Vliv na rozklad mají fyzické procesy, enzymatické degradace i mikrobi jako houby a bakterie žijící v prachu (de Boer et al. 1995). Doba rozložení alergenu je ale poměrně dlouhá, střední poločas rozpadu alergenu Der f 1 z prachu v matracích byl určen na dobu 10 let při podmínkách v běžném domě a 18 let ve skladech, ve skleníku by to byl pouhý jeden rok (Sidenius et al. 2002). Švábí alergeny obsažené v odumřelých částech těl a zbytcích trávicích enzymů zanechaných v těsných štěrbinách, kde je velmi obtížné je odstranit, jsou přítomné v místnosti i po 6 měsících po odstranění švábů (Eggleston 2003).

### 5.2 Detekce v prostředí člověka

Včasná a přesná detekce je důležitá, pomáhá k lepšímu cílení nápravných opatření (Thind 2004). Roztoči způsobující alergická onemocnění se obvykle rozlišují dle morfologických znaků (Beroiz et al. 2014).

Jednou z metod oddělování skladových roztočů od ostatního materiálu je metoda prosévání přes několik sít, která oddělí roztoče od zbytku. Prosévání je však nespolehlivé, pracné a nevhodné pro včasnou detekci (Thind 2004).

Roztoči, jiný hmyz a jejich fragmenty se dají oddělit od materiálu (prach, krmivo, pšenice) také metodou přetečení. Tato metoda umožní kvantitativní odhad, shromáždění vzorku pro

mikroskopická zkoumání i rozdělení živých jedinců od mrtvých (Thind & Griffiths 1979). Flotace využívá rozdílu v hustotě těl roztočů vzhledem k tekutině, do které jsou ponořeny, roztoči proto vyplavou na povrch (Collof 2009).

Pokud nejsou k dispozici neporušená těla dospělců, lze druh jednoznačně identifikovat časově méně náročnou metodou, který využívá sekvencí ribozomální DNA. Vzorky prachu jsou sesbírány pomocí vysavače a určovány metodou ELISA (Beroiz et al. 2014). Většinou se prach vysává na úseku 1 metru čtverečního po dobu 2 minut (Platts-Mills et al. 1989). ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) je metoda kvantitativní, využívající navázání antigenu na specifickou protilátku (de Savigny & Voller 1980). Lze využít pro detekci antigenů v daném vzorku i při malé koncentraci. Tekutý vzorek je uložen v mikrotitrační destičce skládající se většinou z 96 jamek. Antigen je vložen mezi detekční a zachycovací protilátku, přítomnost antigenu ve vzorku značí viditelná změna barvy (Gan & Patel 2013).

Komerčně přístupný, jednoduchý, nenákladný Acares test detekuje guanin (Ranson et al. 1991) a identifikuje stupeň alergenní úrovně roztočů ve vzorku domácího prachu. Prach se vysaje z matrací, lžička vzorku se smíchá s kapalinou v přiloženém sáčku v balení. Do této směsi se vloží impregnovaný testovací proužek, který se zabarví a následně se přiloží k barevné stupnici (van der Brempt et al. 1991).

Detekování zamoření zavíječem *Plodia interpunctella* je možné pouhým okem, jelikož častým ukazatelem kontaminace prostředí jsou pavučinky na povrchu potravin (Mohandass et al. 2007). Početnost populace se zjišťuje monitorováním na základě lepivých pastí s feromony (Fasulo & Knox 2015).

### **5.3 Odstranění**

Úplné odstranění alergenů členovců je těžké vzhledem k jejich malým rozměrům a možnosti zanechání stop v místech lidem špatně dostupných k čištění (Arruda et al. 2001). Ačkoli naše domovy nemohou být bez alergenů, lze expozici hlavním vnitřním alergenům snížit (Eggleston 2005). Odstranění jde ruku v ruce s prevencí před navrácením zdroje. Důležitou součástí je pečlivý úklid domácností, především ložnic, které jsou nejdůležitějším místem, jelikož v nich trávíme mnoho času (Evans 1992). Efektivní snížení alergenů dosáhneme kombinací několika možností preventivních opatření. Pro snížení alergenů z roztočů domácího prachu je zapotřebí pravidelného praní ložního prádla při 55-60 stupních a mytí ve studené vodě. Teplá voda ničí

samotné členovce, zatímco studená voda destruuje alergeny (Woodcock & Custovic 2000). Další možností je použití ochranné prvky na matrace, polštáře a peřiny, které nás sice oddělí od zdroje, ten si však uvnitř dále žije. Dalšími vhodnými opatřeními je snížení vlhkosti pod 50%, odstranění koberců, záclon a dalšího bytového textilu z ložnic, zmrazení plyšových hraček, zabránění vstupu domácích zvířat do ložnic, pravidelné využívání vysavače s HEPA filtry, používání vlhčených prostředků na stírání prachu nebo vystavování peřin alespoň na tři hodiny na přímé sluneční záření, proti němuž nemají roztoči přirozenou ochrannou vrstvu (Johansson & Haahtela 2004).

U švábů jsou kroky velmi podobné. Vyhlazení švábů není pravděpodobné, ale je možné mít jejich populace pod kontrolou a to díky kombinaci informovanosti rodin, aplikací insekticidů a eliminací vhodných úkrytů. Insekticidy se umísťují na několik míst v místnosti ve formě gelové návnady bez zápachu a barvy, dbá se především na efektivnost a bezpečnost přípravku (Eggleston 2003). Pro vniknutí nových jedinců do domácnosti je třeba zabezpečit škvíry a trhliny a omezit přístup k potravě a vodě (Woodcock & Custovic 2000). Ložní prádlo, záclony a oblečení mohou být kontaminovány, proto je třeba je vyčistit. Další možná místa, kde se švábi pohybovali, je vhodné omýt vodou s mycím prostředkem pro zničení zanechaných stop (Johansson & Haahtela 2004).

Zatěsnění škvír proti vniknutí z vnějšího prostředí, snížení vlhkosti a teploty a zbavení se zdrojů (novin, krabic, knih) a kontroly nábytku před donesením do domácností je užitečné i při snižování pravděpodobnosti výskytu rybenek (Houseman 2007). Pro zbavení se zavíječe je vhodné potraviny vystavit mrazům, které zničí larvy anebo naopak teplotám vysokým, zabíjejícím i vajíčka. Další potraviny by měly být uzavřeny v neprodyšných nádobách (Fasulo & Knox 2015). Také je možné dospělce nebo i larvy odchyťovat za pomoci feromonových pastí (Mohandas et al. 2007). Pisivky velmi dobře tolerují nepříznivé podmínky a vydrží dlouhou dobu bez potravy, jejich vývoj však můžeme zpomalit snížením teploty (Baz 2008).

Při využívání pesticidů pro odstranění škůdců je důležité, aby látky byly účinné a zároveň šetrné pro obyvatele domácnosti. Je třeba zabránit riziku ohrožení lidí využitím nevhodných insekticidů. Gely umístěné v návnadách jsou bezpečnostně vhodnější než postřiky (Eggleston & Arruda 2001). U některých látek si člověk neuvědomuje, že jsou v jeho okolí. Například akaricidy ve tkaninách a textiliích na matracích (Collof 2009).

## Závěr

V práci předkládám ucelený soubor informací o synantropních členovcích, kteří produkují alergeny a tím ovlivňují život citlivých jedinců lidské populace. Přestože se jedná o téma alergií, se kterým se v životě setká velká část populace, s problematikou alergenů v domácnosti vyprodukovaných členovci není veřejnost dostatečně obeznámena. Biochemicky popsané alergeny jsou i z některých druhů skladištních roztočů, prachových roztočů, švábů, rybenek, pisivek, motýlů a brouků, jejichž zástupci mohou koexistovat s lidmi v různých částech domácností.

Těla některých synantropních členovců jsou tak malá, že nejsou okem viditelná a jejich přítomnost odhalí až alergická reakce citlivého jedince v podobě alergické rýmy, atopického ekzému, astmatu nebo anafylaxe, působené požitím nebo vdechnutím částí těl obsahující dané alergeny. U napadených potravin a jiných skladovaných produktů nestačí k dosažení zdravotní nezávadnosti pouze odstranění dospělých členovců, ale je třeba oddělit i všechna ostatní vývojová stadia, částičky těl, exkrementy a jiné tělní výměšky, které většinou není lehké odstranit. Pro účinný boj s alergeny je třeba dbát důkladné prevence a zároveň pochopit biologii a ekologii daného druhu, který alergen obsahuje.

## Seznam literatury

- AALBERSE RC., AKKERDAAS J., VAN REE R. (2001) Cross-reactivity of IgE antibodies to allergens. *Allergy* 56(6): 478-490
- ALANKO K., TUOMI T., VANHANEN M., PAJARI-BACKAS M., KANERVA L., HAVU K., SAARINEN K., BRUYNZEEL DP. (2000) Occupational IgE-mediated allergy to *Tribolium confusum* (confused flour beetle). *Allergy* 55(9): 879-882
- ARLIAN LG. (2002) Arthropod Allergens and Human Health. *Annual Review of Entomology* 47(1): 395-433
- ARLIAN LG., PLATTS-MILLS TAE. (2001) The biology of dust mites and the remediation of mite allergens in allergic disease. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 107(3): 406-413
- ARLIAN LG., VYSZENSKI-MOHER, JOHANSSON SGO., HAGE-HAMSTEN M. (1997) Allergenic Characterization of *Tyrophagus putrescentiae* Using Sera from Occupationally Exposed Farmers. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 79(6): 525-529
- ARMENTIA A., LOMVARDETO M., MARTINEZ C., BARBER D., VEGA JM, CALLEJO A. (2004) Occupational asthma due to grain pests *Eurygaster* and *Ephestia*. *Journal of Asthma* 41(1): 99-107
- ARRUDA LK., VAILES LD., FERRIANI VP. SANTOS AM., POMÉS S., CHAPMAN MD. (2001) Cockroach allergens and asthma. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 107(3): 419-428
- AULICKÝ R., STEJSKAL V. (2009) Uplatněná certifikovaná metodika: Aplikace gelových insekticidních nástrah na hubení švábovitého hmyzu. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-019-2.
- BARLETTA B., BUTTERONI C., PUGGIONI EMR., IACOVACCI P., AFFERNI C., TINGHINO R., ARIANO R. PANZANI RC., PINI C., DI FELICE G. (2005) Immunological characterization of a recombinant tropomyosin from a new indoor source *Lepisma saccharina*. *Clinical & Experimental allergy* 35(4): 483-489
- BARLETTA B., DI FELICE G., PINI C. (2007) Biochemical and molecular biological aspects of silverfish allergens. *Protein and Peptide Letters* 14(10): 970-974
- BARRETT B., BAILEY W. (2000) Multicolored asian lady beetle. University of Missouri, Extension Publication G7369
- BAUMHOLTZ MA., PARISCH LC., WITKOWSKI JA., NUTTING WB. (1997) The medical importance of cockroaches. *International Journal of Dermatology* 36(2): 90-96

- BAZ A. (2008) Bark-Lice, Book-Lice or Psocids (Psocoptera). In: Capinera J.L. (eds) Encyclopedia of Entomology. Springer, Dordrecht
- BERNTON HS., BROWN H. (1964) Insect allergy, premilitary studies of the cockroach. *Journal of Allergy* 35(6):506-513
- BEROIZ B., COUSO-FERRER F., ORTEGO F., CHAMORRO MJ., ARTEAGA C., LOMBARDELO M. (2014) Mite species identification in the production of allergenic extract for clinical use and in environmental samples by ribosomal DNA amplification. *Medical and Veterinary Entomology* 28(3): 287-296
- BERTONE MA., LEONG M., BAYLESS KM., MALOW LF., DUNN R., TRATWEIN MD. (2016) Arthropods of the great indoors: characterizing diversity inside urban and suburban homes. *PeerJ* 4:e1582; DOI 10.7717/peerj.1582
- BLAINEY AD., TOPPING MD., OLLIER S., DAVIES RJ. (1989) Allergic respiratory disease in grain workers: The role of storage mites. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 84(3): 269-303
- BLANCO C., QUIRALTE J. (1997) Anaphylaxis after ingestion of wheat flour contaminated with mites. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 99(3): 308-312
- de BLAY F., SANCHEZ J., HEDELIN G., PEREZ-INFANTE A., VÉROT A., CHAPMAN M., PAULI G. (1997) Dust and airborne exposure to allergens derived from cockroach (*Blattella germanica*) in low-cost public housing in Strasbourg (France). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 99(1): 107-112
- de BOER R., van der HOEVEN WAD., STAPEL SO. (1995) The decay of house dust mite allergens, Der p 1 and Der p 2, under natural conditions. *Clinical & Experimental Allergy* 25(8): 765-770
- BOGGS J., JONES SC. (2014) Multicolored asian lady beetle. Ohio State University extension ENT-44-14
- van der BREMPT X., HADDI E., MICHELMGUYEN A., FAYON JP., SOLER M., CHARPIN D., VERVLOET D. (1991) Comparison of the ACAREX test with monoclonal antibodies for the quantification of mite allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 87(1): 130-132

van BRONSWIJK JEMH. (1972) House-dust ecosystem. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 116(20)

BRONSWIJK JEMH., SINHA RN. (1971) Pyroglyphid mites (Acari) and house dust allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology 47(1): 31-52

BROWN PMJ., ADRIAENS T., BATHON H., CUPPEN J., GOLDARAZENA A., HÄGG T., KENIS M., KLAUSNITZER BEM., KOVÁŘ I., LOOMANS AJM., MAJERUS MEN., NEDVED O., PEDERSEN J., RABITSCH W., ROY HE. (2008) *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of non-native coccinellid. BioControl 53(1): 5-21

BROWN W., MERCHANT M., GOLD RE. (2012) Cockroach biology and management. AgriLIFE EXTENSION E-359

COCHRAN DG. (1999) Cockroaches. Their biology, distribution and control. World Health Organization, Communicable Bideases Prevention and Control, WHO Pesticide Evaluation Scheme 99.3

COLLOFF MJ. (2009) Dust mites. CSIRO PUBLISHING

EDSTON E., van HAGE-HASTEN M. (2003) Death in anaphylaxis in a man with house dust mite allergy. International Journal of Legal Medicine 117(5): 299-301

EGGLESTON PA. (2003) Cocroach allergen abatement: The good, the bad, and the ugly. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 112(2): 265-267

EGGLESTON PA. (2005) Improving indoor environments: Reducing allergen exposures. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 116(1): 122-126

EGGLESTON PA., ARRUDA LK. (2001) Ecology and elimination of cockroaches and allergens in the home. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 107(3): 422-429

EVANS R. (1992) Environmental control and immunotherapy for allergic disease. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 90(3): 462-468

FASULO TR., KNOX MA. (2015) Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). University of Florida Featured Creatures. Entomology and Nematology Department, EENY-026

FERNANDEZ-CALDAS E., BAENA-CAGNANI CE., LOPEZ M., PATINO C., NEFFEN HE. SANCHEZ-MEDINA M. CARABALLO LR. HUERTA LOPEZ J., MALKA S., NASPITZ CK (1993) Cutaneous sensitivity to six mite species in asthmatic patiens from five Latin American countries. Journal od Investigational Allergology & Clinical Immunology 3(5): 245-249

FRANKLAND AW., LUNN JA. (1965) Asthma caused by the grain weevil. Occupational and Environmental Medicine 22(2): 157-159

- FRATI F., INCORVARIA C., DAVID M., SCURATI S., SETA S. (2012) Requirements for acquiring a high-quality house dust mite extract for allergen immunotherapy. *Drug Design, Development and Therapy* 6:117
- FUKUTOMI Y., KAWAKAMI Y., TANIGUCHI M., SAITO A., FUKUDA A., YASUESA H., NAKAZAWA T., HASEGAWA M., NAKAMURA H., AKIYAMA K. (2012) Allergenicity and cross-reactivity of Booklice (*Liposcelis bostrichophila*): A common household insect pest in Japan. *International archives of allergy and immunology* 157(4): 339-348
- GAN SD., PATEL KR. (2013) Enzyme immunoassay and enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Investigative Dermatology* 133(9): e12
- GEHRING U., HEINRICH J., JACOB B., RICHTER K, FAHLBUSCH B., SCHLENVOIGT G., BISCHOF W., WICHMANN HE. (2001) Respiratory symptoms in relation to indoor exposure to mite and cat allergies and endotoxins. *European Respiratory Journal* 18: 555-563
- GODISH T. (2001) *Indoor Environmental Quality*. Lewis publishers.
- GOETZ DW. (2008) *Harmonia axyridis* ladybug invasion and allergy. *Allergy and Asthma Proceeding* 29(2):123-129
- GOJMERAC WL., PELLITTERI PJ. (1973) *Controlling silverfish and firebrats*. University of Wisconsin-Extension
- GORE JC., SCHAL C. (2007) Cockroach allergen biology and mitigation in the indoor environment. *Annual Review of Entomology* 52:439-463
- Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma (2007). U.S. Department of Health and Human, Publication number 08-5846
- HAMILTON RG. (2005) Assessment of indoor exposure. *Current Allergy and Asthma Reports* 5(5): 394-401
- HAMLIN JC., REED WD., PHILLIPS ME. (1931) *Biology of the Indian-meal moth on dried fruits in California*. United States Department of Agriculture Washington, D.C. Technical Bulletin No. 242
- HILGER CH., KUEHN A. (2014) Cockroach, tick, storage mite and other arthropod allergies: Where do we stand with molecular allergy diagnostics? *Allergo Journal International* 23(6): 171-178
- HOUSEMAN RM. (2007) *Silverfish and firebrats*. University of Missouri Extension G7376
- HUBERT J., STEJSKAL V., ATHANASSIOU CG., THRONE JE. (2018) Health hazards associated with arthropod infestation of stored product. *Annual Review of Entomology* 63(1): 553-573

- JACKMAN JA., BROWN W. (1981) Silverfish and firebrats. Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University System
- JOHANSSON SGO. (2000) Prevention of allergy and asthma, interim report- introduction. J. Allergy Clin. Immunol 55:1073-74
- JOHANSSON SGO., HAAHTELA T. (2004) Prevention of Allergy and Allergic Asthma: World Allergy Organization project report and guidelines. ISBN 3-8055-7810-5
- JOHANSSON SGO., HAAHTELA T. (2004) World allergy organization guidelines for prevention of allergy and allergic asthma. International archives of allergy and immunology 135(1): 83-92
- KING TP., HOFFMAN D., LOWENSTEIN H., MARSCH DG., PLATTS-MILLS TAE., THOMAS W. (1994) Bulletin of the World Health Organization 72(5):797-806
- KNODEL J., HOEBEKE ER. (2009) Multicolored asian lady beetle. Insect Diagnostic Laboratory, Cornell University
- LARSEN JN., LOWENSTEIN H. (1996) Allergen nomenclature. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 97(2): 577-578
- LEHRER SB., HORNER WE., MENON P., STANKUS RP. (1991) Comparison of cockroach allergenic activity in whole body and fecal extracts. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 87(2):574-580
- LEONG M., BERTONE MA., SAVAGE AM., BAYLESS KM., DUNN RR., TRAUTWEIN MD. (2017) The Habitats Human Provide: Factors affecting the diversity and composition of arthropods in houses. Scientific Report 7:15347
- LEONG M., BERTONE MA., BAYLESS KM., DUNN RR., TRAUTWEIN MD. (2018) The exoskeletons in our closets: a synthesis of research from the „arthropods of our homes“ project in Raleigh. Zoosymposia 12:64-68
- MATSUMOTO T., SATOH A. (2004) The occurrence of mite-containing wheat flour. Pediatric allergy and immunology 15(5): 469-471
- McGINNIS GR. (1928) Life history, habits, and control of the Indian Meal Moth *Plodia interpunctella* Hbn., Orden Lepidoptera, family Pyralidae. Oregon agricultural college. 58s.
- MOCKFORD EL. (1993) North american psocoptera (Insecta). Sandhill crane Press, Inc. ISBN 1877743127
- MOHANDAS S., ARTHUR FT., THU KY., THRONE JE. (2007) Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. Journal of Stored Products Research 43(2): 302-311

- OCONOR BM. (1982) Evolutionary ecology of astigmatid mites. *Annual Review of Entomology* 27(1): 385-409
- PAWANKAR R. (2014) Allergic disease and asthma: a global public health concern a call to action. *World Allergy Organization Journal* 7:55
- PAWANKAR R., CANONICA GW., HOLGATE SH., LOCKEY RF. (2011) *White Book on Allergy*. ISBN-10 0615461824
- PERONI DG., PIANCENTINI GL., BODINI A., BONER AL. (2008) Snail anaphylaxis during house mite immunotherapy. *Pediatric Allergy and Immunology* 11(4): 260-261
- PEROTIN JM., SCHERER P., LEDUS V., BOUCHET F., DESLLEE G. (2011) Allergic asthma to psycids, a new indoor allergen of acological building materials. *European journal of allergy and clinical immunology* 66: 1257-1258
- PHILLIPS TW., THRONE JE. (2010) Biorational approaches to managing stored-product insect. *Annual Review of Entomology* 55(1): 375-397
- PLATTS-MILLS TAE. (2004) Allergen avoidance. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 133(3): 388-391
- PLATTS-MILLS TAE., de WECK AL., AALBERSE RC., BESSOT JC., BJORKSTEN B., BISCHOFF E., BOUSQUET J. (1989) Dust mite allergens and asthma - A worldwide problem. *Allergy and Clinical Immunology* 83(2): 416-427
- RANSOM JH., LEONARD J., WASSERSTEIN BS., WASSERSTEIN RL. (1991) Acarex test correlates with monoclonal antibody test for dust mite. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 87(4): 886-888
- RAULF M., SANDER I., GONNISEN D., ZAHRADNIK E., BRÜNING T. (2014) Schaben und Co. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 57: 585-592
- ROSENSTREICH DL., EGGLESTON P., KATTAN M., BAKER D. (1997) The role of Cockroach allergy and exposure to Cockroach allergen in causing morbidity among inner-city children with asthma. *The New England journal of medicine* 336: 1356-1363
- ROSICKÝ B., SAMŠIŇÁK K. (1979) *Roztoči a klíšťata škodící zdraví člověka*. Praha: Academia, 1979. Cesta k vědě, č. 27.
- SANCHEZ –BORGES M., CAPRILES-HULETT A., FERDANDEZ-CALDAS E., SUAREZ-CHACON R., CABALLERO F., CASTILLO S., SOTILLO E. (1997) Mite – contaminated foods as a cause of anaphylaxis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 99(6): 738-743
- SAMPSON HA., MUÑOZ-FURLONG A., CAMPBELL RL., ADKINSON NF., BOCK SA., BRANUM A., BROWN SGA., CAMARGO CA., CYDULKA R., GALLI SJ., GIDUDU J., GRUCHALLA RS. (2006) Second symposium on the definition and management of anaphylaxis: Summary report. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 117(2): 391-397

- de SAVIGNY D., VOLLER A. (1980) The communication of ELISA data from laboratory to clinician. *Journal of Immunoassay* 1(1): 105-128
- SEDLACEK JD., WESTON PA., BARNEY RJ (1995) Lepidoptera and Psocoptera, 41-70. *Integrated Management of Insect in Stored Product* (Eds. Subramanyam & Hagstrum)
- SCHNEIDER N. (2010) Psocids (Psocoptera). Chapter 13.2. *BioRisk* 4(2): 793-805
- SCHROECKENSTEIN DC., MEIER-DAVIS S., BUSH RK (1990) Occupational sensitivity to *Tenebrio molitor* Lannaeus (yellow mealworm). *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 86(2): 182-188
- SIDENIUS KE., HALLAS TE, STENDERUP J., MOSBECH H. (2002) Decay of house-dust mite allergen Der f 1 at indoor climatic conditions. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 89(1): 34-37
- SLODERBECK PE. (2004) Silverfish and firebrats. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service EP-123
- SOHN MH., KIM K. (2012) The cockroach and allergic diseases. *Allergy Asthma Immunol Res.* 4(5): 264-269
- SUN J., SHEN L., CHEN J, YU J., YIN J. (2014) Mite and booklouse fauna from vacuumed dust samples from Beijing. *Allergy Asthma Immunol Res.* 6(3): 257-262
- THIND BB. (2004) A new versatile and robust mite trap for detection and monitoring of storage mites in the cereal and allied industries. *Experimental & Applied Acarology* 35(1): 1-15
- THIND BB., GRIFFITHS DA. (1979) Flotation technique for quantitative determination of mite population in powdered and compacted foodstuffs. *Journal- Association of Official Analytical Chemists* 62(2):278-282
- THOMAS WR., SMITH WA., HALES BJ. (2004) The allergenic specificities of the house dust mite. *Chang Gung medical journal* 27(8): 563-569
- THOMAS WR., SMITH WA., HALES BJ., MILLS K., O'BRIEN RM. (2002) Characterization and Immunobiology of house dust mite allergens. *Int Arch Allergy Immunol* 129: 1-18
- VACANTE V. (2016) The handbook of mites of economic plants. CAB International ISBN – 13:9781845939946
- WALTER DE., PROCTOR HC. (2013) *Mites: ecology, evolution and behaviour*, Springer, Dordrecht ISBN- 978-94-007-7164-2

WOODCOCK A., CUSTOVIC A. (2000) Allergen avoidance: does it work? British Medical Bulletin 56(4):1071-1086

YANG Q., KUČEROVÁ Z., PERLMAN SJ., OPIT GP., MOCKFORD EL., BEHAR A., ROBINSON WE., STEJSKAL V. (2015) Morphological and molecular characterization of a sexually reproducing colony of the booklouse *Lipiscelis bostrychophila* (Psocodea: Liposcelididae) found in Arizona. Scientific reports 5: 10429

YONG T., JEONG KY. (2009) Household arthropod allergens in Korea. The Korean journal of parasitology 47: 143-153

ZEYTUN E., DOGAN S., ÜNVER E., ÖZCICEK F. (2018) Evaluation of *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) and *D. farinae* Hughes (Acari: Pyroglyphidae) sensitivity in patients with allergic rhinitis: a comparative study. Systematic & Applied Acarology 23(2):404-404

## Seznam internetových zdrojů

House cutaway. In: Headofleslie.com [online]. Převzato z <http://headofleslie.com/house-cutaway/> [7. 6. 2018] Upraveno,

Asian Lady Beetle, In: pfharris.com [online]. Převzato z <https://pfharris.com/products/asian-lady-beetles/> [21. 7. 2018]

Dust mite, In: myessentia.com [online]. Převzato z <https://www.myessentia.com/learn/the-icky-truth/about-dust-mites/> [21. 7. 2018]

Indian meal moth, In: extension.entm.purdue.edu [online]. Převzato z <https://extension.entm.purdue.edu/401Book/default.php?page=lepidoptera> [21. 7. 2018]

Silverfish, In:gardentech.com [online]. Převzato z <https://www.gardentech.com/insects/silverfish> [21. 7. 2018]

*Lepisma saccharina*, In: fotohost.info [online]. Převzato z: <http://www.fotohost.info/silver-silverfish/> [21. 7. 2018]

Book Louse, In: art.fr [online]. Převzato z <http://www.art.fr/oeuvre/p43862183236-sa-i10204113/encyclopaedia-britannica-book-louse-liposcelis-divinatorius-insects.htm> [21. 7.2018]

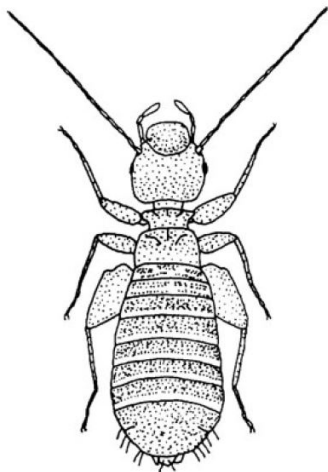
Šváb, In: Myloview.cz [online]. Převzato z <https://myloview.cz/fototapeta-svab-c-686458B> [21. 7.2018]

WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page. *WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page* [online] Dostupné z: <http://allergen.org>

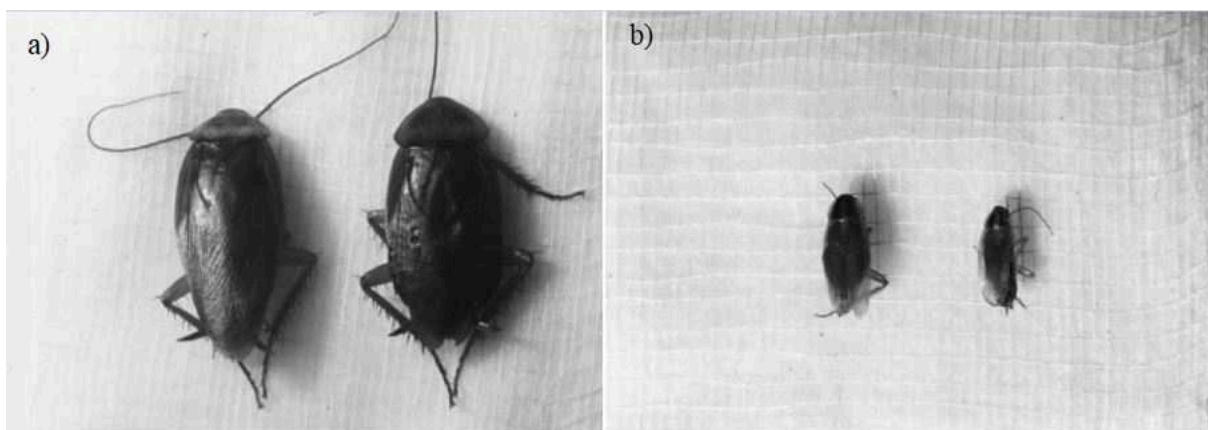
## Přílohy



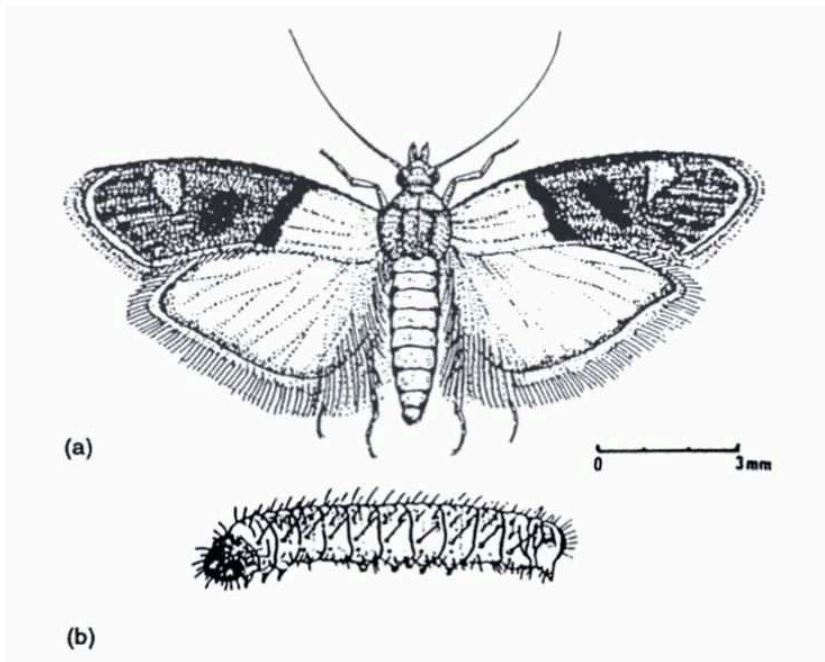
Obrázek 4: *Harmonia axyridis* (Goetz 2008)



Obrázek 5: *Liposcelis bostrychophila* (Baz 2008)



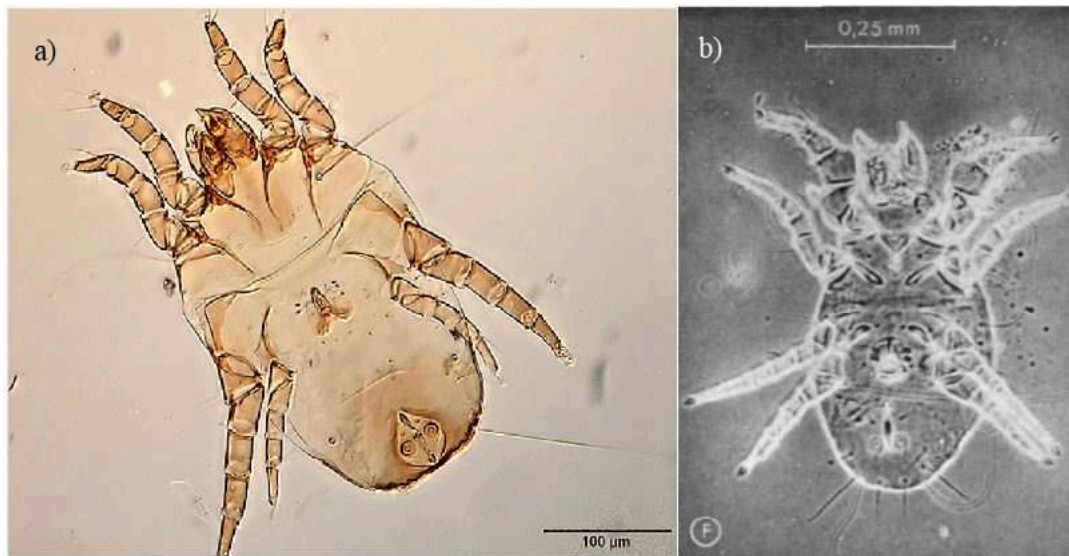
Obrázek 6: Švábi a) *Periplaneta americana* samec (vlevo) a samice b) *Blattella germanica* samec(vlevo) a samice (Baumholtz et al. 1997), upraveno



Obrázek 7: *Plodia interpunctella* a) dospělec b) larva (Sedláček et al. 1995)



Obrázek 8: *Lepisma saccharina*; Převzato z: <http://www.fotohost.info/silver-silverfish/> [21. 7. 2018]



Obrázek 9: a) Samec roztoče domácího prachu *Dermatophagoides pteronyssinus* (Zeytun et al. 2018), b) Skladištní roztoč *Acarus siro* (van Bronswijk 1972)