

**POTENCJALNE
ZNACZENIE MOLI
SPOŻYWCZYCH
PLODIA
INTERPUNCTELLA
W PRAKTYCE
KLINICZNEJ
PSÓW I KOTÓW –
ALERGIE,
ZAKAŻENIA
I PASOŻYTNICTWO**



Wojciech Zygnier¹, Olga Gójska-Zygnier²

¹ Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych Katedry Nauk Przedklinikcznych Instytutu Medycyny Weterynaryjnej SGGW

² LABROS – specjalistyczna przychodnia weterynaryjna w Warszawie



The potential role of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* in clinical practice of the dog and cat - allergies, infections, and parasitism

Plodia interpunctella, also known as the Indianmeal moth, is a common pest in kitchens, mills, warehouses, and shops, where dried food is produced and stored. This insect may also lead to the development of allergies, and mechanically, it may transmit some pathogens. Moreover, larvae of the moth may both in humans and in animals lead to parasitic infestation called scoleciasis.

Keywords: Allergy, Indianmeal moth, infection, *Plodia interpunctella*, scoleciasis.

Używana potocznie nazwa mole spożywcze odnosi się do gatunku owadów omacnic spichrzanka (*Plodia interpunctella*) uznawanego za szkodnika domowego oraz innych miejsc produkcji i magazynowania żywności, w tym młynów, piekarni, magazynów czy sklepów spożywczych. Obecny

jest także w domach w kuchni czy spiżarni. Ponadto omacnica spichrzanka obecna jest w sklepach zoologicznych z karmami dla psów, kotów oraz innych zwierząt. Owad ten żeruje głównie na suchych produktach żywnościowych, takich jak kasze, ryż, płatki zbożowe, otręby, orzechy, migdały, nasiona, czy suszone owoce i warzywa, między innymi takie



Ryc. 1. Larwa piątego stadium omacnicy spichrzanki.



Ryc. 2. Kokon omacnicy spichrzanki opleciony oprzędem.



Ryc. 3. Dorosły osobnik omacnicy spichrzanki.

jak marchew, fasola, soja zwyczajna czy ciecierzycza (5, 16, 21, 22, 28, 33, 34, 36, 43, 57). Szkodniki te mają znaczenie nie tylko ekonomiczne, poprzez przyczynianie się do znacznych strat żywności, ale również mogą one przenosić drobnoustroje chorobotwórcze, odgrywać rolę w rozwoju alergii, a nawet opisano rzadkie przypadki pasożytnictwa u zwierząt i człowieka (2, 7, 12, 34, 38, 57).

Cykl rozwojowy omacnicy spichrzanki

W cyklu rozwojowym omacnicy spichrzanki występuje przeobrażenie zupełne. Samica składa jaja w nocy, pojedynczo lub partiami na żywności lub w bezpośrednim jej sąsiedztwie, gdy żywność jest opakowana i niedostępna dla dorosłego osobnika. Larwy po wykluciu się z jaj przedostają się do produktów spożywczych, którymi się odżywiają. Pierwsze stadium larwalne może przedostać się do opakowań żywności przez otwory o średnicy od 0,39 do 0,45 mm. Przed uformowaniem stadium poczwarki występuje pięć do siedmiu stadiów larwalnych, które żerują na produktach spożywczych, pozostawiając na nich sieć drobnych nici (34, 42, 52). Ostatnie stadium larwalne charakteryzuje się skłonnością do wędrówki w poszukiwaniu miejsca przepoczwarczenia się, co sprzyja

rozprzestrzenianiu się szkodnika na kolejne opakowania żywności (ryc. 1). Dojrzała larwa ostatniego stadium formuje kokon, w którym następuje przepoczwarczenie (ryc. 2). Z kokonu wydostaje się dorosły osobnik (ryc. 3). Czas od stadium jaja do stadium osobnika dorosłego zależy od temperatury, wilgotności względnej oraz rodzaju pokarmu, na którym żerują larwy omacnicy. Przykładowo czas od jaja do osobnika dorosłego w przypadku karmienia larw omacnicy pszenicą i otrębami w temperaturze 20°C i wilgotności względnej wynoszącej 70 % wynosił 60 dni. Natomiast w temperaturze 25°C czas ten ulegał skróceniu do 34 dni (34). Jak podają Mohandass i wsp. (34), w temperaturze 28,3°C czas od jaja do osiągnięcia stadium dorosłego wynosił niecałe 23 dni, gdy larwy odżywiały się otrębami, jednak w tej samej temperaturze karmienie omacnicy orzechami włoskimi wydłużyło czas rozwoju dorosłych osobników do 38 dni.

Alergie u ludzi

W 2001 roku ukazała się praca badawcza, w której wykazano występowanie przeciwciał klasy IgE przeciwko ekstraktowi uzyskanemu z larw omacnicy spichrzanki u 52 spośród 102 przebadanych pacjentów (51 %) z objawami astmy oraz

innymi objawami, takimi jak alergiczny nieżyt nosa czy zapalenie spojówek (3). Ponadto u dwunastu pacjentów spośród włączonych do badań 102 osób występowało również atopowe zapalenie skóry. W przypadku pacjentów jedynie z objawami ze strony układu oddechowego przeciwciała klasy IgE skierowane przeciwko molom spożywczym występowały u 47 % badanych osób, natomiast u pacjentów z dodatkowo występującym atopowym zapaleniem skóry stwierdzono występowanie tych przeciwciał aż u 83 % pacjentów (3). Binder i wsp. (3) wykazali równocześnie brak przeciwciał reagujących z ekstraktem uzyskanym z omacnicy spichrzanki w grupie kontrolnej (osób bez alergii). W omawianych badaniach stwierdzono, że surowice części pacjentów (choć nie wszystkich), u których występowały przeciwciała przeciwko *P. interpunctella*, reagowały krzyżowo z ekstraktami uzyskanymi z roztoczu kurzu domowego skórożarłoczek skrytego (*Dermatophagoides pteronyssinus*) czy karaczanów (karaczan prusak, *Blattella germanica*). W dalszych badaniach wykazano, że alergenem obecnym w ekstrakcie z mola spożywczego odpowiedzialnym za reakcję z przeciwciałami IgE jest białko o masie 40 kDa, którym był enzym kinaza argininowa (3). Binder i wsp. (3) wykazali również, że w roztoczach kurzu

domowego, karaczanach, krewetkach, homarach i omułkach obecne są alergeny odpowiadające kinazie argininowej omacnicy spichrzanki.

Kinaza argininowa jest enzymem nie występującym u kręgowców, natomiast powszechnie występuje u bezkręgowców oraz niektórych organizmów jednokomórkowych (bakterie gram-dodatnie, niektóre pierwotniaki). Jego rolą jest katalizowanie odwracalnej reakcji przeniesienia fosforanu z ATP na argininę (fosforylacja argininy). Odpowiednikiem tego enzymu u kręgowców jest kinaza kreatynowa przenosząca fosforan z ATP na kreatynę, w wyniku czego powstaje fosfokreatyna i ADP (11, 51, 54).

W badaniach przeprowadzonych przez Binder i wsp. (3) uzyskana sekwencja aminokwasowa kinazy argininowej wykazywała największe podobieństwo do kinazy argininowej izolowanej z konika polnego (*Schistocerca americana*; podobieństwo 86%) oraz pszczoły miodnej (*Apis mellifera*; podobieństwo 85%). Z kolei oczyszczona rekombinowana kinaza argininowa *P. interpunctella* (nazwana alergenem Plo i 1) reagowała z surowicami 25% pacjentów z alergią na mole spożywcze, aktywowała bazoofile do uwalniania histaminy oraz powodowała odczyn dodatni w śródskórnym teście alergicznym u pacjenta uczulonego na mole spożywcze (3). Badania przeprowadzone przez Binder i wsp. (3) wykazały jednoznacznie, że omacnica spichrzanka może prowadzić do uczuleń, a alergenem obecnym w organizmie tego owada jest kinaza argininowa.

W kolejnych badaniach Hoflehner i wsp. (18) wykazali występowanie w surowicy przeciwciał klasy IgE przeciwko ekstraktowi uzyskanemu z dorosłych osobników *P. interpunctella* u 74 pacjentów spośród przebadanych 154 osób (48%) z nadwrażliwością typu pierwszego. Najwyższy poziom tych przeciwciał obserwowano u pacjentów z alergią na roztocza kurzu domowego oraz u pacjentów z równoczesnym uczuleniem na roztocza kurzu domowego oraz sierść i naskórek zwierząt. Z kolei w przypadku osób uczulonych na zwierzęta, ale nie na roztocza kurzu domowego, poziom przeciwciał klasy IgE przeciwko ekstraktowi z dorosłych osobników omacnicy spichrzanki był znacznie niższy (18). Ponadto stwierdzono, że w surowicach ponad 90% pacjentów uczulonych na owoce morza występują przeciwciała IgE przeciwko ekstraktowi z dorosłych osobników *P. interpunctella* oraz, że u ponad połowy z tych pacjentów występuje wysoki poziom tych przeciwciał (18).

Dalsze badania wykazały, że alergenem obecnym w dorosłych osobnikach omacnicy spichrzanki reagującym z przeciwciałami klasy IgE u pacjentów z nadwrażliwością typu pierwszego jest białko o niewielkiej masie (11,7 kDa), które zidentyfikowano jako tioredoksynę. Alergen ten jako drugi alergen izolowany z *P. interpunctella* nazwano alergenem Plo i 2 (18). Analiza sekwencji aminokwasowej tioredoksyny omacnicy spichrzanki wykazała największe podobieństwo do tioredoksyny jedwabnika morwowego (*Bombyx mori*; podobieństwo 83%). Natomiast podobieństwo sekwencji aminokwasowej tioredoksyny omacnicy spichrzanki do sekwencji aminokwasowej tioredoksyny człowieka wynosiło już jedynie 46% (18).

Tioredoksyna jest białkiem naturalnie występującym w komórkach roślinnych, zwierzęcych oraz u części bakterii. Należy ona do układu tioredoksyny, w skład którego wchodzi tioredoksyna, reduktaza tioredoksyny oraz NADPH (dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy). Rolą tego układu jest ochrona przed stresem oksydacyjnym (13, 14, 29). Tioredoksyna odgrywa również istotną rolę w syntezie DNA, redukcji nadtlenu wodoru czy regulacji apoptozy. U roślin natomiast bierze udział w regulacji aktywności enzymów chloroplastów zaangażowanych w proces fotosyntezy. W układzie tioredoksyny działa ona jako donator elektronów dla enzymów, takich jak reduktazy sulfitlenku metioniny, peroksydazy tioredoksyny czy reduktazy rybonukleotydu. W ten sposób tioredoksyna utrzymuje białka w stanie redukcji, natomiast sama z kolei zredukowana jest dzięki elektronom uzyskanym z NADPH przy udziale reduktazy tioredoksyny (1).

Hoflehner i wsp. (18) wykazali, że surowice niewielkiego odsetka pacjentów z nadwrażliwością typu pierwszego reagowały również z rekombinowaną oczyszczoną tioredoksyną omacnicy spichrzanki (uzyskaną w *Escherichia coli*). Ponadto stwierdzono, że rekombinowana tioredoksyna *P. interpunctella* prowadziła do produkcji przeciwciał klasy IgE u myszy oraz u uczulonych myszy do degranulacji bazofilów (18).

Według Hoflehner i wsp. (18) zarówno kinaza argininowa (Plo i 1), jak i tioredoksyna (Plo i 2) omacnicy spichrzanki są alergenami reagującymi krzyżowo z przeciwciałami przeciwko alergenom roztoczy kurzu domowego. Nie jest natomiast znany udział moli spożywczych w reakcjach alergicznych u pacjentów z równoczesną alergią na roztocza kurzu

domowego i sierść zwierząt czy też z alergią na owoce morza (18).

Warto tutaj dodać, że podobnie jak alergen omacnicy spichrzanki Plo i 1, jednym z wielu alergenów powszechnego gatunku roztoczy kurzu domowego, wspomnianego już skórożarłoczek skrytego (*D. pteronyssinus*), oznaczonym jako Der p 20, również jest kinaza argininowa (50). Sarzsinszky i wsp. (50) wykazali, że przeciwciała IgE u 30% pacjentów (spośród 98) mających alergię na roztocza kurzu domowego reagowały z alergenem Der p 20, najczęściej u pacjentów mających objawy alergiczne ze strony płuc. Warto również wspomnieć, że Walton i wsp. (55) wykryli wysoki poziom przeciwciał IgE przeciwko kinazie argininowej (Der p 20) u pacjentów z inwazją świerzbowców drążących (*Sarcoptes scabiei*) w Australii. Jak podaje Choina i wsp. (9) wysoce konserwatywna sekwencja aminokwasowa kinaz argininowych u roztoczy skutkuje częstymi reakcjami krzyżowymi, a przeciwciała przeciwko Der p 20 wykrywano u pacjentów z atopowym zapaleniem skóry oraz u pacjentów z astmą. Analiza filogenetyczna kinaz argininowych u bezkręgowców wykazała bliskie podobieństwo sekwencji aminokwasowych tego enzymu pomiędzy jadalnymi skorupiakami (krewetki, kraby i raki), owadami (karaczany, jedwabniki, omacnica) oraz roztoczami (roztocza kurzu domowego) stanowiącymi w przypadku tych grup zwierząt pan-alergen odpowiadający za reakcje krzyżowe przeciwciał pomiędzy alergenami obecnymi w tych źródłach białka zwierzęcego (2).

Nie można wykluczyć, że podobna sytuacja może dotyczyć izolowanego z omacnicy spichrzanki alergenu Plo i 2, który, jak już wcześniej wspomniano, jest tioredoksyną. Okazuje się, że alergen ten (Plo i 2) jest podobny do alergenu izolowanego z roztoczy kurzu domowego *Dermatophagoides farinae* oznaczonego jako Der f 40. Alergen ten (Der f 40) wiązał się z przeciwciałami IgE pacjentów z alergią na roztocza kurzu domowego (6). Według wiedzy autorów niniejszego opracowania, tioredoksyna Plo i 2 oraz białko podobne do tioredoksyny Der f 40 nie są jeszcze dokładnie zbadane jako alergeny izolowane ze stawonogów. Można jednak przypuszczać, że w przypadku tioredoksyny również mogą występować reakcje krzyżowe pomiędzy różnymi źródłami alergenów.

Omawiając alergeny *P. interpunctella* warto też wspomnieć o tropikalnych roztoczach z gatunku *Blomia tropicalis*, któ-

re uznawane są za roztocza magazynowe, choć niektórzy autorzy uznają je również za gatunek roztoczy kurzu domowego (8, 15). Mimo że oficjalnie według WHO dotychczas zidentyfikowano 26 alergenów u tych roztoczy i nie stwierdzono wśród nich jako alergenu ani kinazy argininowej ani tioredoksyny (8), przeprowadzona przez Xiong i wsp. (56) analiza genomu tego pajęczaka wykazała, że oba te białka prawdopodobnie również są alergenami obecnymi w roztoczach *B. tropicalis*. Xiong i wsp. (56) oznaczyli je w swoim nieoficjalnym wykazie alergenów *B. tropicalis* jako domniemane, używając litery p (*putative*) przed nazwą alergenu. Według zaproponowanej przez tych autorów nieoficjalnej nomenklatury alergenem pB10 t 20 jest kinaza argininowa, natomiast alergenem pB10 t 40 jest białko podobne do tioredoksyny (56). Reakcje krzyżowe przeciwiał przeciwko alergenom omacnicy spichrzanki P10 i 1 oraz P10 i 2 z domniemanymi alergenami *B. tropicalis* nie są jeszcze znane. Jednak i w tym przypadku można przypuszczać, że takie reakcje są możliwe.

Alergie u psów i kotów

W związku z możliwą krzyżową reakcją przeciwiał na alergeny roztoczy kurzu domowego i na alergeny moli spożywczych u ludzi, nie można wykluczyć, że podobne reakcje mogą występować u zwierząt. Day i wsp. (10) wykazali, że u znacznej większości psów z atopowym zapaleniem skóry występowały przeciwiała klasy IgE przeciwko roztoczom kurzu domowego (*D. pteronyssinus*, *D. farinae*). Ponadto w cytowanych badaniach stwierdzono, że u psów z atopowym zapaleniem skóry poziom przeciwiał klas IgG1, IgG2, IgG3 i IgG4 przeciwko roztoczom *D. pteronyssinus* był wyższy, niż u zdrowych psów z grupy kontrolnej (10). Warto jednak podkreślić, że Lauber i wsp. (24) wykazali, że podwyższony poziom przeciwiał klasy IgE przeciwko roztoczom kurzu domowego u psów nie jest laboratoryjnym objawem patognomicznym dla atopowego zapalenia skóry u tych zwierząt. Również Roque i wsp. (41) stwierdzili występowanie wysokiego poziomu przeciwiał klasy IgE przeciwko roztoczom kurzu domowego u psów bez atopowego zapalenia skóry. Według Khantavee i wsp. (23) przeciwiała klasy IgG1 przeciwko roztoczom kurzu domowego mogą być traktowane jako biomarker alergii na te pajęczaki u psów.

W przypadku kotów, nie jest jasne czy roztocza kurzu domowego odgrywają rolę w rozwoju reakcji alergicznych. Niektóre badania wskazują, że zarówno *D. pteronyssinus*, jak i *D. farinae* mogą odgrywać rolę w rozwoju astmy bądź skórnych reakcji alergicznych u tych zwierząt. Schleifer i Willemse (45) wykazali uczulenie kotów na te roztocza w testach śródskórnych. Podobne wyniki uzyskali Lee-Fowler i wsp. (25) u kotów z astmą. Z kolei Hörner-Schmid i wsp. (20) badając koty z eozynofilowym, neutrofilowym oraz mieszanym zapaleniem oskrzeli stwierdzili, że przeciwiała IgE przeciwko roztoczom kurzu domowego występowały istotnie statystycznie częściej u kotów z mieszanym zapaleniem oskrzeli w porównaniu do grupy zdrowych kotów. Problem jednak z cytowanymi w tym miejscu pracami związany jest z niewielkimi próbami badawczymi. W publikacjach z testami śródskórnymi opisano badania 10 kotów w jednej pracy i 13 kotów w drugiej. Natomiast w publikacji z chorobami oskrzeli w grupie kotów z mieszanym zapaleniem oskrzeli było jedynie 6 zwierząt, natomiast w grupie kontrolnej 14 osobników (20, 25, 45). W związku z tym trudno jednoznacznie stwierdzić, czy roztocza kurzu domowego odgrywają znaczącą rolę w rozwoju alergii u tych zwierząt, choć wydaje się, że pewną rolę mogą odgrywać zarówno w chorobach skórnych, jak i chorobach dróg oddechowych. W tym miejscu warto wspomnieć jednak, że omówionym w dalszej części tej pracy przypadkom pasożytniczych inwazji larw omacnicy spichrzanki u kotów towarzyszyły skórne i oddechowe objawy alergiczne (38). Pinckney i wsp. (38) nie przeprowadzili jednak żadnych badań potwierdzających uczulenie na alergeny *P. interpunctella* czy roztoczy kurzu domowego. W związku z tym uczulenie u kotów na omacnicę spichrzankę oraz krzyżowe reakcje z roztoczami kurzu domowego pozostają na razie jedynie w sferze spekulacji, aczkolwiek wydają się prawdopodobne.

Według wiedzy autorów niniejszego opracowania, dotychczas nie prowadzono badań u psów i kotów w zakresie reakcji alergicznych na alergeny izolowane wyłącznie od omacnicy spichrzanki. Jednakże biorąc pod uwagę reakcje krzyżowe przeciwiał przeciwko *P. interpunctella* u ludzi z alergenami roztoczy kurzu domowego oraz uwzględniając równocześnie fakt, że roztocza te odgrywają rolę w rozwoju reakcji alergicznych u ludzi, nie można wykluczyć podobnych reakcji krzyżowych u psów lub kotów. To ozna-

cza, że nie tylko obecność moli spożywczych w domu, w którym przebywa pies lub kot, może mieć wpływ na rozwój alergii u tych zwierząt, ale również zanieczyszczenia karm dla zwierząt (w tym również jej składników jeszcze przed etapem produkcji) mogą odgrywać potencjalną rolę w rozwoju choroby. Jak podają Lindenmayer i wsp. (28) nie jest jasne, czy obecność omacnicy spichrzanki w karmach dla psów i kotów wynika z infestacji karm na etapie produkcji czy też dochodzi do niej dopiero w detalicznych sklepach zoologicznych.

Warto również dodać, że u psów uczulonych na roztocza kurzu domowego z atopowym zapaleniem skóry stwierdzano występowanie krzyżowych reakcji pomiędzy tymi roztoczami (*D. pteronyssinus*, *D. farinae*) a roztoczami będącymi szkodnikami magazynowymi żywności takimi jak rozkruszek mączny *Acarus siro*, rozkruszek drobny *Tyrophagus putrescentiae* czy roztocz magazynowy *Lepidoglyphus destructor*, które same również prowadzą do rozwoju alergii (44). Z kolei możliwość występowania reakcji krzyżowych pomiędzy roztoczami a różnymi owadami (w tym karaczanami i różnymi molami) u psów z atopowym zapaleniem skóry sygnalizowali już wcześniej brytyjscy badacze (4).

W tym miejscu warto wspomnieć o fakcie, iż w przypadku alergii u psów stwierdzono częste współwystępowanie alergii u psów i u ich opiekunów (17, 26). Według Hakanen i wsp. (17) to równoczesne występowanie alergii u psów i ich właścicieli może być związane ze wspólnymi czynnikami etiologicznymi choroby. Hakanen i wsp. (17) oraz Lehtimäki i wsp. (26) stwierdzili, że środowisko miejskie zwiększa ryzyko rozwoju alergii. Natomiast życie w środowisku wiejskim i kontakt zarówno ze zwierzętami gospodarskimi, jak i kontakt z innymi zwierzętami towarzyszącymi, obniża ryzyko rozwoju alergii u psów (17). Jak podają Lehtimäki i wsp. (27), jednym z istotnych czynników rozwoju alergii jest skład mikrobioty organizmu. Wykazano, że u psów miejskich (mających zwiększone ryzyko rozwoju alergii) mikrobiota skórna składem przypomina mikrobiotę skórną człowieka. Z kolei u psów wiejskich (mających zmniejszone ryzyko rozwoju alergii) w mikrobiocie skórnej dominują bakterie środowiskowe (27). W innych badaniach stwierdzono również różnice w składzie mikrobioty jamy ustnej pomiędzy grupą psów zdrowych i grupą psów z atopowym zapaleniem skóry (53). Co ciekawe, w tych badaniach nie stwier-

dzono istotnych różnic w składzie mikrobioty jelitowej pomiędzy zdrowymi psami a psami z chorobą skóry (53). Wyniki zacytowanych tu badań wskazują na wpływ mikrobioty i środowiska na rozwój alergii oraz na współwystępowanie alergii u psów i ich opiekunów. Biorąc zatem pod uwagę fakt uczulenia ludzi na alergeny omacnicy spichrzanki oraz reakcje krzyżowe przeciwiał przeciwko innym alergonom, nie można wykluczyć, że u psów miejskich rozwijać się może uczulenie na opisane alergeny izolowane z larw i osobników dorosłych *P. interpunctella*, natomiast skład mikrobioty w środowisku zwierząt może być jednym z czynników warunkujących rozwój alergii.

Drobnoustroje chorobotwórcze

W badaniach przeprowadzonych w Polsce wykazano obecność moli *P. interpunctella* również w obiektach użyteczności publicznej, takich jak kuchnie szpitalne oraz apteka (57). Zawadzki i wsp. (57) w swoich badaniach skupili się na możliwości przenoszenia przez mole spożywcze drobnoustrojów chorobotwórczych. Autorzy tych badań wykazali, że larwy oraz dorosłe osobniki omacnicy spichrzanki zarówno w mieszkaniach, jak i obiektach użyteczności publicznej mogą przenosić potencjalnie chorobotwórcze bakterie, grzyby pleśniowe oraz grzyby drożdżopodobne. Najczęściej wykrywaniem drobnoustrojami były bakterie gram dodatnie, takie jak *Micrococcus luteus* i *Bacillus subtilis* oraz grzyby pleśniowe takie jak *Aspergillus niger*. Ponadto stwierdzono obecność gram dodatnich bakterii *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, gram ujemnych bakterii, takich jak *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, innych grzybów z rodzaju *Aspergillus* oraz grzybów drożdżopodobnych *Candida albicans*. Autorzy tych badań stwierdzili również obecność szczepów grzybów i bakterii opornych na różne chemioterapeutyki (57). Z kolei w badaniach przeprowadzonych we Włoszech stwierdzono, że w skład mikrobioty *P. interpunctella* wchodziły bakterie między innymi z rodzajów *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Rhodococcus* czy *Burkholderia*, a ostatni z wymienionych rodzajów był dominujący (32). Jak podkreślają Zawadzki i wsp. (57), drobnoustroje stwierdzone w lub na powierzchni larw i dorosłych osobników moli spożywczych mogą powodować choroby u osób z obniżoną odpornością. Według wiedzy autorów nie można wykluczyć,

że również u zwierząt towarzyszących z obniżoną odpornością, stwierdzone w omówionych wyżej badaniach patogeny mogą prowadzić do zakażeń i rozwoju choroby, zwłaszcza w przypadkach, gdy larwy moli żerować będą na karmach dla zwierząt. Szczególnie niepokojący wydaje się fakt wykrycia szczepów drobnoustrojów opornych na chemioterapeutyki.

Pasożytnictwo omacnicy spichrzanki

Przyjmuje się, że mole spożywcze nie są pasożytami, lecz szkodnikami żywności. Opisano jednak kilka przypadków skolecjazy spowodowanej przez larwy *P. interpunctella* u zwierząt oraz u człowieka. Jak podają Cammarata i wsp. (7) oraz Pinckney i wsp. (38), terminem skolecjaza (*scoleciasis*) określa się pasożytniczą inwazję larw owadów z rzędu *Lepidoptera* (tusko-skrzydłe). Inwazja ta jest odpowiednikiem inwazji larw chrząszczy, określanej jako kantarioza bądź skarabioza, czy też inwazji larw much określanej z kolei jako myjoza (46, 49). W tym miejscu należy wyjaśnić, że początkowo stosowana od 1818 roku podobna nazwa, skolechioza (*scoleichiasis*), oznaczała inwazję larw owadów bez rozróżniania rzędu (37). Nazwa pochodziła od historycznej nazwy czwórnożowate (Scolecida) oznaczającej „robaki niższe”, a obecnie nazwa Scolecida stosowana jest w taksonomii pierścienic (48, 58). W kwietniu 1837 roku (opublikowano w 1840 r.) angielski entomolog Reverend Frederick William Hope (1797-1862) zaproponował, by stosować nazwy: myjoza (zapis Hope'a to *myiasis*, a obecny zapis to *myiasis*) dla inwazji powodowanych przez larwy owadów z rzędu Diptera, kantarioza (*cantharialis*) dla inwazji powodowanych przez larwy owadów z rzędu Coleoptera oraz scholechioza (*scholeichiasis*) dla inwazji powodowanych przez larwy owadów z rzędu *Lepidoptera* (19). Obecnie, jak już wyżej wspomniano, stosowana jest nazwa skolecjaza (7, 38).

W 2023 roku Cammarata i wsp. (7) opisali przypadek człowieka ze skórną inwazją spowodowaną przez larwę omacnicy spichrzanki. Owad obecny był wewnątrz czyraka, a drogą inwazji była najprawdopodobniej uszkodzona wcześniej skóra w przebiegu trądziku na skutek samouszkodzenia. Autorzy tego opisu przypadku nie byli w stanie jednak wyjaśnić, w jaki sposób larwa była zdolna do oddychania wewnątrz czyraka, nie posiadając tylnych przetchlinek oddechowych (7). Opisany przez Cammarata

i wsp. (7) przypadek inwazji spowodowanej przez larwę omacnicy spichrzanki jest najprawdopodobniej jedynym przypadkiem stwierdzonym u człowieka.

Oprócz wspomnianej inwazji skórnej larwy *P. interpunctella* u człowieka, w USA opisano również inwazje larw tego owada u dwóch kotów oraz u samca papugi aleksandretty obrożnej z azjatyckiego podgatunku aleksandretty indyjskiej (38).

W przypadku aleksandretty larwę omacnicy stwierdzono podczas sekcji zwłok wolno żyjącego samca, dostarczonego przyżyciowo do lecznicy weterynaryjnej. Zwierzę przeżyło w lecznicy jedynie 24 godziny, a prawdopodobną przyczyną zgonu było zakażenie poliomawirusem papug. Larwę owada długości około 8 mm wykryto na brzusznej powierzchni mózgu obok mostu. Larwa była żywa, opleciona oprzędem. Została zidentyfikowana jako larwa czwartego stadium omacnicy spichrzanki (38). Autorzy cytowanej pracy nie byli w stanie wyjaśnić, w jaki sposób larwa przedostała się do ośrodkowego układu nerwowego, jak oddychała, w jaki sposób mogła przejść linienia do czwartego stadium larwalnego oraz wytworzyć oprzęd (38). Autorzy omówionej publikacji nie wskazywali potencjalnego miejsca, w którym wolnożyjąca papuga mogła mieć kontakt z jajami omacnicy. Według autorów niniejszego opracowania do zarażenia papugi mogło dojść w magazynach zbóż. Aleksandretty obrożne jako gatunek inwazyjny są uznawane za szkodniki nie tylko niszczące uprawy, ale również wyjadające ziarna w magazynach zbóż (31). Z kolei otwory nosowe wydają się najbardziej prawdopodobną drogą dostania się larwy bądź jaja *P. interpunctella* do organizmu ptaka, podobnie jak ma to miejsce w przypadku larwy gza owczego (*Oestrus ovis*), która przez otwory nosowe dostaje się do jamy nosowej i zatok przynosowych, a w rzadkich przypadkach również do mózgu owiec (40).

Jak już wcześniej wspomniano, larwy moli spożywczych spowodowały również inwazje skórne u dwóch kotów (samca i samicy) żyjących w tym samym gospodarstwie domowym (38). Pierwsze zmiany skórne stwierdzono u 10-letniego samca z objawami świądu, zapaleniem skóry, zadrapaniami, strupami na głowie, wypływem z nosa oraz obrzękiem okolicy żuchwy, gardła i powiek prawego oka. Początkowo kot leczony był glikokortykosteroidami (miejscowo i ogólnie) oraz antybiotykiem, co nie przyniosło jednak żadnej poprawy.

Po ogoleniu skóry na prawym policzku z tkanki podskórnej usunięto larwę owada, która zidentyfikowana została jako larwa omacnicy spichrzanki. U kota zastosowano iwermektynę w iniekcji. Jednakże badania krwi ujawniły niewydolność nerek. Z powodu braku poprawy stanu klinicznego kot został poddany eutanazji. Sekcji zwłok jednak nie przeprowadzono (38).

Drugim kotem cierpiącym z powodu skolekcjozy była 5-letnia samica z tego samego gospodarstwa domowego ze świądem twarzy oraz zdrapaniami z lewej strony, licznymi strupami pokrywającymi lewą okolicę szyi i kark oraz obrzękiem tkanki podskórnej. Ponadto na lewej stronie ciała stwierdzono liczne otwory w skórze opisane przez autorów jako przypominające inwazję larw gżów z rodzaju *Cuterebra* (38). W tym miejscu należy wyjaśnić, że gży z rodzaju *Cuterebra* występują w Ameryce Środkowej i Północnej, są pasożytami gryzoni i zajęczaków, zdarzają się jednak przypadki inwazji u psów, kotów czy ludzi, a pasożyt może powodować kuterebrozę tkanki podskórnej, oczu, układu oddechowego i mózgu (30, 47). U drugiego kota z omawianej publikacji również usunięto larwę z tkanki podskórnej zidentyfikowaną jako larwa *P. interpunctella*, natomiast w domu właściciela obu zarażonych kotów stwierdzono obecność omacnicy spichrzanki. Po usunięciu larwy i prawdopodobnie po zastosowanym leczeniu (autorzy nie podają żadnych informacji na temat leczenia drugiego kota) wszystkie objawy alergiczne ustąpiły (38).

Autorzy omawianej publikacji przyjęli hipotezę, że larwy moli spożywczych dostały się do tkanki podskórnej kotów najprawdopodobniej przez uszkodzoną skórę. Według tych autorów świąd i obrzęki towarzyszące inwazji wynikały z reakcji alergicznej na obecność owadów, co może wskazywać, że u zwierząt również występuje alergia na omacnicę spichrzankę. Wniosek ten potwierdzać może również fakt ustąpienia skórnych objawów u drugiego kota z cytowanej pracy (38).

Omawiając przypadki skolekcjozy u zwierząt i człowieka należy podkreślić, że są to przypadki niezmiernie rzadkie. A w odniesieniu do owadów z rzędu *Lepidoptera* najczęstszym przejawem pasożytnictwa jest lachryfagia (odżywianie się łzami i wydzielinami oka), którą stwierdzono u ponad 100 gatunków z rzędu łuskoskrzydłych pasożytujących u dużych ssaków (w tym u człowieka), niektórych

Tabela 1. Potencjalnie patogenne działanie omacnicy spichrzanki (*Plodia interpunctella*) u psów i kotów.

Czynnik patogeny	Efekt działania
Plo i 1, Plo i 2	Alergie, alergiczne reakcje krzyżowe
Mikrobiota <i>P. interpunctella</i>	Wektor drobnoustrojów chorobotwórczych
Larwy <i>P. interpunctella</i>	Skolecjoza

Plo i 1 (kinaza argininowa) – alergen, Plo i 2 (tioredoksyna) – alergen

gadów i rzadko u ptaków w rejonach tropikalnych i subtropikalnych Afryki, Azji oraz Ameryki Południowej i Północnej. Z kolei drugim w kolejności przejawem pasożytnictwa u owadów z tego rzędu jest hematofagia, która dotyczy już zaledwie około 10 gatunków Europy, Afryki i Azji (39). W związku z tym zjawisko skolekcjozy spowodowanej przez *P. interpunctella* należy traktować jako zarażenia przypadkowe, a samo jej omówienie w prezentowanej pracy bardziej jako ciekawostkę. Nie można jednak wykluczyć, że część inwazji mogła nie zostać nigdzie opisana, bądź została błędnie rozpoznana jako myjoza (skórna muszyca larwalna bądź gżawica).

Podsumowanie

Omacnica spichrzanka może mieć istotne znaczenie nie tylko w medycynie człowieka, ale również w weterynarii (Tabela 1), zwłaszcza w odniesieniu do chorób alergicznych. W przypadku psów i kotów cierpiących z powodu niektórych alergii, w wywiadzie należy uwzględnić obecność moli spożywczych w domu. Ponadto, w przypadku alergii pokarmowych, stosując w leczeniu komercyjne karmy hypoalergiczne, należy mieć na uwadze możliwość zanieczyszczenia karm lub ich roślinnych składników alergenami *P. interpunctella*. W związku z tym należy pamiętać, że obecność moli lub ich alergenów w karmach może być przyczyną niepowodzeń w leczeniu niektórych chorób o podłożu alergicznym, co dotyczyć powinno w szczególności karm kupowanych na wagę z otwartych opakowań.

Warto również pamiętać, że omacnica spichrzanka może być mechanicznym wektorem drobnoustrojów chorobotwórczych, co może mieć znaczenie w przypadku zwierząt z obniżoną odpornością. Z kolei opisane przypadki skolekcjozy wydają się nie mieć istotnego znaczenia w praktyce klinicznej. Jednakże w przy-

padku nietypowych inwazji larw owadów, należy wziąć pod uwagę możliwość rozwoju tej parazytozy.

Na sam koniec warto również wspomnieć o pozytywnym działaniu omacnicy spichrzanki. Uzyskany od piątego stadium larwalnego *P. interpunctella* oprzęd w badaniach *in vitro* wykazał działanie cytotoksyczne w odniesieniu do komórek rakowych linii komórkowej HCT-116 pochodzącej z komórek raka jelita grubego, równocześnie nie wykazując cytotoksycznego działania względem hodowli prawidłowych fibroblastów, co oznacza, że uzyskany od larw moli spożywczych oprzęd może być w przyszłości wykorzystany do produkcji leków przeciwnowotworowych (35). Zatem omacnica spichrzanka jako szkodnik przyczynia się do strat ekonomicznych w produkcji spożywczej, może prowadzić do rozwoju alergii oraz może odgrywać rolę w przenoszeniu patogenów, ale może również w przyszłości pomóc w leczeniu innych chorób. ●

Piśmiennictwo

1. Arnér E. S., Holmgren A. Physiological functions of thioredoxin and thioredoxin reductase. „Eur. J. Biochem.”, 2000, 267 (20), 6102-6109.
2. Barre A., Simplicien M., Cassan G., Benoist H., Rougé P. Food allergen families common to different arthropods (mites, insects, crustaceans), mollusks and nematods: Cross-reactivity and potential cross-allergenicity. „Rev. Fr. Allergol.”, 2018, 58, 581-593.
3. Binder M., Mahler V., Hayek B., Sperr W. R., Schöllner M., Prozell S., Wiedermann G., Valent P., Valenta R., Duchêne M. Molecular and Immunological Characterization of Arginine Kinase from the Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella*, a Novel Cross-Reactive Invertebrate Pan-Allergen. „J. Immunol.”, 2001, 167 (9), 5470-5477.
4. Buckley L., Schmidt V., McEwan N., Nuttall T. Cross-reaction and co-sensitization among related and unrelated allergens in canine intradermal tests. „Vet. Dermatol.”, 2013, 24 (4), 422-427, e91-e92.
5. Burks C. S., McLaughlin J. R., Miller J. R., Brandt D. G. Mating disruption for control of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in dried bean. „J. Stored Prod. Res.”, 2011, 47, 216-221.
6. Cai Z. L., Liu S., Li W. Y., Zhou Z. W., Hu W. Z., Chen J. J., Ji K. Identification of an immunodominant IgE epitope of Der f 40, a novel allergen of *Dermatophagoides farinae*. „World Allergy Organ. J.”, 2023, 16 (8), 100804, DOI: 10.1016/j.waojou.2023.100804.

7. Cammarata E, Lappi A, Giacomazzi C, Torre L S, Savoia P, Dutto M. An unusual furuncle: The first human report of scoliciasis due to *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Pyralidae). „J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.”, 2023, 37 (8), e971-e972.
8. Caraballo L, Lockey R, Puerta L, Zakzuk J, Acevedo N, Fernández-Caldas E. *Blomia tropicalis*: A 50-Year History. „J. Allergy Clin. Immunol. Pract.”, 2025, 13 (6), 1289-1297.
9. Choina M, Kowal K, Markut-Miotła E, Majsiaik E. Dermatophagoides pteronyssinus proteins and their role in the diagnostics and management of house dust mite allergy: exploring allergenic components. „Postęp. Dermatol. Alergol.”, 2024, 41 (4), 339-349.
10. Day M. J., Corato A., Shaw S. E. Subclass profile of allergen-specific IgG antibodies in atopic dogs. „Res. Vet. Sci.”, 1996, 61 (2), 136-142.
11. Elsholz A. K., Turgay K., Michalik S., Hessling B., Gronau K., Oertel D., Mäder U., Bernhardt J., Becher D., Hecker M., Gerth U. Global impact of protein arginine phosphorylation on the physiology of *Bacillus subtilis*. „Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.”, 2012, 109 (19), 7451-7456.
12. Fukutomi Y., Kawakami Y. Respiratory sensitization to insect allergens: Species, components and clinical symptoms. „Allergol. Int.”, 2021, 70 (3), 303-312.
13. Gelhaye E., Rouhier N., Navrot N., Jacquot J. P. The plant thioredoxin system. „Cell. Mol. Life Sci.”, 2005, 62 (1), 24-35.
14. Gřešková A., Petřivalský M. Thioredoxin System in Insects: Uncovering the Roles of Thioredoxins and Thioredoxin Reductase beyond the Antioxidant Defences. „Insects”, 2024, 15 (10), 797, DOI: 10.3390/insects15100797.
15. Guilleminault L., Vidal-Gastan C. *Blomia tropicalis*: un acarien sous les tropiques. „Rev. Mal. Respir.”, 2017, 34 (8), 791-801.
16. Gvozdencac S. M., Prvulović D. M., Radovanović M. N., Ovuka J. S., Miklič V. J., Aćanski J. M., Tanasković S. T., Vukajlović F. N. Life history of *Plodia interpunctella* Hübner on sunflower seeds: Effects of seed qualitative traits and the initial seed damage. „J. Stored Prod. Res.”, 2018, 79, 89-97.
17. Hakanen E., Lehtimäki J., Salmela E., Tiira K., Anturanen J., Hielm-Björkman A., Ruokolainen L., Lohi H. Urban environment predisposes dogs and their owners to allergic symptoms. „Sci. Rep.”, 2018, 8 (1), 1585, DOI: 10.1038/s41598-018-19953-3.
18. Hoflehner E., Binder M., Hemmer W., Mahler V., Panzani R. C., Jarisch R., Wiedermann U., Duchêne M. Thioredoxin from the Indianmeal Moth *Plodia interpunctella*: Cloning and Test of the Allergenic Potential in Mice. „PLoS One”, 2012, 7 (7), e42026, DOI: 10.1371/journal.pone.0042026.
19. Hope R. F. W. On insect and their larvae occasionally found in human body. „Trans. Entomol. Soc. Lond.”, 1840, 2 (4), 256-271.
20. Hörner-Schmid L., Palić J., Mueller R. S., Schulz B. Serum Allergen-Specific Immunoglobulin E in Cats with Inflammatory Bronchial Disease. „Animals”, 2023, 13 (20), 3226, DOI: 10.3390/ani13203226.
21. Johnson J. A., Wofford P. L., Whitehand L. C. Effect of Diet and Temperature on Development Rates, Survival, and Reproduction of the Indianmeal Moth (Lepidoptera: Pyralidae). „J. Econ. Entomol.”, 1992, 85 (2), 561-566.
22. Johnson J. A., Wofford P. L., Gill R. F. Developmental Thresholds and Degree-Day Accumulations of Indianmeal Moth (Lepidoptera: Pyralidae) on Dried Fruits and Nuts. „J. Econ. Entomol.”, 1995, 88 (3), 734-742.
23. Khantavee N., Chanthich C., Tungtrongchitr A., Techakriengkrai N., Suradhat S., Sookrung N., Roytrakul S., Prapasarakul N. Immunoglobulin G1 subclass responses can be used to detect specific allergy to the house dust mites *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* in atopic dogs. „BMC Vet. Res.”, 2021, 17 (1), 71, DOI: 10.1186/s12917-021-02768-2.
24. Lauber B., Molitor V., Meury S., Doherr M. G., Favrot C., Tengvall K., Bergvall K., Leeb T., Roosje P., Marti E. Total IgE and allergen-specific IgE and IgG antibody levels in sera of atopic dermatitis affected and non-affected Labrador- and Golden retrievers. „Vet. Immunol. Immunopathol.”, 2012, 149 (1-2), 112-118.
25. Lee-Fowler T. M., Cohn L. A., DeClue A. E., Spinka C. M., Ellebracht R. D., Reiner C. R. Comparison of intradermal skin testing (IDST) and serum allergen-specific IgE determination in an experimental model of feline asthma. „Vet. Immunol. Immunopathol.”, 2009, 132 (1), 46-52.
26. Lehtimäki J., Sinkko H., Hielm-Björkman A., Laatikainen T., Ruokolainen L., Lohi H. Simultaneous allergic traits in dogs and their owners are associated with living environment, lifestyle and microbial exposures. „Sci. Rep.”, 2020, 10 (1), 21954, DOI: 10.1038/s41598-020-79055-x.
27. Lehtimäki J., Sinkko H., Hielm-Björkman A., Salmela E., Tiira K., Laatikainen T., Mäkeläinen S., Kaukonen M., Uusitalo L., Hanski I., Lohi H., Ruokolainen L. Skin microbiota and allergic symptoms associate with exposure to environmental microbes. „Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.”, 2018, 115 (19), 4897-4902.
28. Lindenmayer J. C., Campbell J. F., Miller J. F., Gerken A. R. Evaluation of microencapsulated liquid pheromone for the control of Indian meal moth (*Plodia interpunctella*) in a retail environment. „J. Stored Prod. Res.”, 2025, 110, 102479, DOI: 10.1016/j.jspr.2024.102479.
29. Lu J., Holmgren A. The thioredoxin antioxidant system. „Free Radic. Biol. Med.”, 2014, 66, 75-87.
30. Mathison B. A., Cramner L. M., Cox G., Jerris R. C., Couturier M. R. The Brief Case: Furuncular Myiasis Caused by the Third-Instar Larva of a Bot Fly in the Genus *Cuterebra*. „J. Clin. Microbiol.”, 2022, 60 (9), e0230721, DOI: 10.1128/jcm.02307-21.
31. Menchetti M., Mori E., Angelici F. M. Effects of the Recent World Invasion by Ring-Necked Parakeets *Psittacula krameri*. W. Angelici F. (ed.) *Problematic Wildlife: A Cross-Disciplinary Approach*. Springer Cham, 2016, s. 253-266.
32. Mereghetti V., Chouaib B., Limonta L., Locatelli D. P., Montagna M. Evidence for a conserved microbiota across the different developmental stages of *Plodia interpunctella*. „Insect Sci.”, 2019, 26 (3), 466-478.
33. Miyanooshita A. Development of Indian meal moth larvae, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on dried honeybee pollen and brown rice. „Urban Pest Manag.”, 2022, 12, 39-43.
34. Mohandass S., Arthur F. H., Zhu K. Y., Throne J. E. Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. „J. Stored Prod. Res.”, 2007, 43, 302-311.
35. Milutinović M., Čurović D., Nikodijević D., Vukajlović F., Predojević D., Marković S., Pešić S. The silk of *Plodia interpunctella* as a potential biomaterial and its cytotoxic effect on cancer cells. „Anim. Biotechnol.”, 2020, 31 (3), 195-202.
36. Na J. H., Ryou M. I. The influence of temperature on development of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on dried vegetable commodities. „J. Stored Prod. Res.”, 2000, 36, 125-129.
37. Pezzi M., Bonacci T., Leis M., Mamolini E., Marchetti M. G., Krčmar S., Chicca M., Del Zingaro C. N. F., Faucheux M. J., Scapoli C. Myiasis in domestic cats: a global review. „Parasit. Vectors”, 2019, 12 (1), 372, DOI: 10.1186/s13071-019-3618-1.
38. Pinckney R. D., Kanton K., Foster C. N., Steinberg H., Pellitteri P. Infestation of a bird and two cats by larvae of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). „J. Med. Entomol.”, 2001, 38 (5), 725-727.
39. Plotkin D., Goddard J. Blood, sweat, and tears: a review of the hematophagous, sudoragous, and lachryphagous Lepidoptera. „J. Vector Ecol.”, 2013, 38 (2), 289-294.
40. Prabhu M., Sakhivel P. C., Prema N., Anilkumar R., Iyue M. Occurrence of ovine Oestrosis in an organized farm of the temperate terrain region of Nilgiris, Tamil Nadu a southern state of India. „J. Entomol. Zool. Stud.”, 2019, 7 (2), 1173-1176.
41. Roque J. B., O'Leary C. A., Kyaw-Tanner M., Latter M., Mason K., Shipstone M., Vogelnest L., Duffy D. High allergen-specific serum immunoglobulin E levels in nonatopic West Highland white terriers. „Vet. Dermatol.”, 2011, 22 (3), 257-266.
42. Sambaraju K. R., Donelson S. L., Bozic J., Phillips T. W. Oviposition by Female *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): Description and Time Budget Analysis of Behaviors in Laboratory Studies. „Insects”, 2016, 7 (1), 4, DOI: 10.3390/insects7010004.
43. Sambaraju K. R., Phillips T. W. Ovipositional preferences and larval performances of two populations of Indianmeal moth, *Plodia interpunctella*. „Entomol. Exp. Appl.”, 2008, 128 (2), 283-293.
44. Saridomichelakis M. N., Marsella R., Lee K. W., Esch R. E., Farmaki R., Koutinas A. F. Assessment of cross-reactivity among five species of house dust and storage mites. „Vet. Dermatol.”, 2008, 19 (2), 67-76.
45. Schleifer S. G., Willemse T. Evaluation of skin test reactivity to environmental allergens in healthy cats and cats with atopic dermatitis. „Am. J. Vet. Res.”, 2003, 64 (6), 773-778.
46. Scott H. G. Human Myiasis in North America (1952-1962 Inclusive). „Fla Entomol.”, 1964, 47 (4), 255-261.
47. Slansky F. Feline Cuterebrosis Caused by a Lagomorph-Infesting *Cuterebra* spp. Larva. „J. Parasitol.”, 2007, 93 (4), 959-961.
48. Struck T. H., Paul C., Hill N., Hartmann S., Hösel C., Kube M., Lieb B., Meyer A., Tiedemann R., Purschke G., Bleidorn C. Phylogenomic analyses unravel annelid evolution. „Nature”, 2011, 471 (7336), 95-98.
49. Sun X., Wang L. F., Feng Y., Xie H., Zheng X. Y., He A., Karim M. R., Lv Z. Y., Wu Z. D. A case report: A rare case of infant gastrointestinal cantharidiasis caused by larvae of *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae). „Infect. Dis. Poverty”, 2016, 5, 34, DOI: 10.1186/s40249-016-0129-6.
50. Sarzsinszky E., Lupinek C., Vrtala S., Huang H. J., Hofer G., Keller W., Chen K. W., Panaitescu C. B., Resch-Marat Y., Ziegelmayer P., Ziegelmayer R., Lemell P., Horak F., Duchêne M., Valenta R. Expression in *Escherichia coli* and Purification of Folded rDer p 20, the Arginine Kinase From *Dermatophagoides pteronyssinus*: A Possible Biomarker for Allergic Asthma. „Allergy Asthma Immunol. Res.”, 2021, 13 (1), 154-163.
51. Trentini D. B., Suskiewicz M. J., Heuck A., Kurzbauer R., Deszcz L., Mechtler K., Clausen T. Arginine phosphorylation marks proteins for degradation by a Clp protease. „Nature”, 2016, 539 (7627), 48-53.
52. Tripathi A. K. *Pests of Stored Grains*. W. Omkar (ed.) *Pests and Their Management*. Springer, Singapore, 2018, s. 311-359.
53. Uchiyama J., Osumi T., Mizukami K., Fukuyama T., Shima A., Unno A., Takemura-Uchiyama I., Une Y., Murakami H., Sakaguchi M. Characterization of the oral and faecal microbiota associated with atopic dermatitis in dogs selected from a purebred Shiba Inu colony. „Lett. Appl. Microbiol.”, 2022, 75 (6), 1607-1616.
54. Uda K., Fujimoto N., Akiyama Y., Mizuta K., Tanaka K., Ellington W. R., Suzuki T. Evolution of the arginine kinase gene family. „Comp. Biochem. Physiol. Part D Genomics Proteomics”, 2006, 1 (2), 209-218.
55. Walton S. F., Slender A., Pizutto S., Mounsey K. E., Opresecu F., Thomas W. R., Hales B. J., Currie B. J. Analysis of IgE binding patterns to house dust mite allergens in scabies endemic communities: insights for both diseases. „Clin. Exp. Allergy”, 2015, 45 (12), 1868-1872.
56. Xiong Q., Liu X., Wan A. T., Malainul N., Xiao X., Cao H., Tang M. F., Ng J. K., Shin S. K., Sio Y. Y., Wang M., Sun B., Leung T. F., Chew F. T., Tungtrongchitr A., Tsui S. K. Genomic analysis reveals novel allergens of *Blomia tropicalis*. „Allergol. Int.”, 2024, 73 (2), 340-344.
57. Zawadzki P. J., Starościak B., Baltaza W., Dybicz M., Pionkowski K., Pawłowski W., Kłyś M., Chomicz L. Zagrożenia zdrowia człowieka indukowane przez szkodniki żywności *Plodia interpunctella* jako rezerwuary infekcyjnych microbiota. „Przegl. Epidemiol.”, 2016, 70 (4), 617-627.
58. Zlotorzyczka J., Lonc E., Majewska A. C., Okulewicz A., Pojmańska T., Wędrychowicz H. *Słownik Parazytologiczny*. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne, Warszawa, 1998.

Wojciech Zygnar,
e-mail: wojciechzygnar@yahoo.pl