

Relacje grzybów i roztoczy w przechowalni ziarna zbóż¹

Wojciech Wakuliński¹, Ewa Szlendak², Jan Boczek²

¹*Katedra Fitopatologii, ²Katedra Entomologii Stosowanej,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: wakulinski@alpha.sggw.waw.pl
szlendak@alpha.sggw.waw.pl
boczek@alpha.sggw.waw.pl*

Słowa kluczowe: roztocze przechowalnicze, grzyby, mechanizmy (drogi, formy) rozprzestrzeniania grzybów

Przechowalnie stanowią sztuczne środowisko, których biocenoza, podobnie jak w przypadku innych ekosystemów antropogenicznych, jest relatywnie mało zróżnicowana. W przechowalniach, poza bakteriami i owadami, najpowszechniej obserwowanymi grupami konsumentów oraz reducentów są odpowiednio roztocze i grzyby. Aczkolwiek ich populacje ulegają dynamicznym zmianom, zarówno ilościowym jak też jakościowym, pomiędzy organizmami tymi może dochodzić do powstawania złożonych, wzajemnych powiązań, przyczyniających się do wytworzenia w tych warunkach stanu homeostazy.

Roztocze i grzyby magazynowe

Roztocze z rodzin: rozkruszkowatych *Acaridae* i roztoczkowatych *Glycyphagidae* (rząd *Acaridida*, gromada *Acarida*) oraz owady zaliczane są do najpospolitszych szkodników występujących w przechowywanych produktach spożywczych. Roztocze żerując w produktach zanieczyszczają je, zagrzewają, zawilgacają, a także rozprzestrzeniają mikroorganizmy. Ich wylinki i ciała martwych osobników są niestrawne i drażnią ściany przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt. Kał i wydzieliny

¹ Opracowanie przygotowano w ramach projektu Nr 2PO6R04429 finansowanego przez MEiN.

roztoczy stanowią pożywkę dla mikroorganizmów. Końcowym produktem przemiany materii jest u roztoczy guanina i skleroproteiny, związki nieprzyswajalne przez wyższe organizmy. Procesy życiowe roztoczy prowadzą do wydzielania ciepła i pary wodnej. Produkty silnie przez nie porażone osiągają wyższe temperatury nawet o 7°C, a wilgotność może wzrastać nawet o 5% w stosunku do warstw nieporażonych. Tworzą się wtedy gniazda, w których ma miejsce szybki rozwój roztoczy i istnieją dogodne warunki dla rozwoju grzybów i bakterii. Procesy utleniania w produktach zagrzewanych przez roztocze prowadzą do rozpadu polipeptydów i uwalniania aminokwasów. Skrobia rozpada się na cukry proste, sprzyjając rozwojowi grzybów. Osłabia się siła amylolytyczna produktów mącznych. Wzrasta zawartość CO₂ nawet do 9%, a zawartość tlenu drastycznie maleje [1, 2].

Ponadto roztocze, powszechnie występujące w przechowalniach żywności w Polsce, w tym gatunki rozkruszkowatych: rozkruszek mączny *Acarus siro* L., rozkruszek drobny *Tyrophagus putrescentiae* SCHR., czy roztoczkowatych: roztoczek domowy *Glycyphagus domesticus* DE GEER i roztoczek owłosiony *Lepidoglyphus destructor* SCHR. stanowią ważne źródło alergenów. Są one u ludzi przyczyną różnorodnych zmian o charakterze atopowym manifestujących się między innymi nieżytem górnych dróg oddechowych czy zmianami skórnymi [22]. Poza wymienionymi gatunkami roztoczy, alergię mogą powodować także inne gatunki rozkruszków z wymienionych rodzin występujące w przechowalniach żywności czy też roztocze występujące między innymi w kurzu domowym, a będące przedstawicielami rodziny *Pyroglyphidae* należącej do rzędu *Acaridida* (np. kurzolubek europejski *Dermatophagoides pteronyssinus* TROUËSSART, kurzolubek amerykański *D. farinae* HUGHES, *D. microceras* GRIFFITHS & CUNNINGTON, *D. siboney* DUSBABEK, CUERVO & CRUZ, *Euroglyphus maynei* COOREMAN). W kurzu domowym znaleźć można także mniej liczne roztocze reprezentujące rzędy *Tarsonemida*, *Gamasida*, *Actinedida* i *Oribatida* [22, 23]. Bezpośrednim źródłem alergenów roztoczowych są między innymi: drobiny kału, zawierające enzymy trawienne roztoczy, wylinki, a także ciała roztoczy czy grudki pokarmu otoczone błoną peritroficzną [22].

Duża dostępność i obfitość pożywienia zgromadzonego w przechowalni powoduje szybkie zwielokrotnienie liczebności populacji szkodnika, który w korzystnych warunkach zewnętrznych – temperatura 22°C i wilgotność względna powietrza 85% – może rozwijać kolejne pokolenie w ciągu niepełnych dwóch tygodni, tak jak ma to miejsce np. w przypadku gatunku *A. siro* [24].

Poza fauną, integralną część ekosystemu przechowywanych produktów stanowią grzyby. Struktura populacji tych organizmów jest zróżnicowana, tak pod względem ilościowym jak też jakościowym i zależy od dynamiki sukcesji.

W przypadku ziarna proces ten zostaje zainicjowany jeszcze w warunkach polowych, gdzie ziarniaki są porażane przez liczne patogeny m.in. *Ustilago nuda* (JENS.) ROSTR., *Fusarium culmorum* (W. G. SM.) SACC., *F. avenaceum* (FR.) SACC., *F. graminearum* CORDA, *Alternaria alternata* (FR.) KEISSEL., *Epicoccum purpurascens* EHRENB.

& SCHLECHT., *Leptosphaeria nodorum* E. MÜLLER, *Cladosporium herbarum* (PERSON) LINK: FRIES i *Pyrenophora tritici-repentis* (DIED.) DRECHS. [10]. Gatunki te poprzedzają bezpośrednio rozwój słabych patogenów oraz typowych saprotrofów, które na ogół zasiedlają ziarniaki dopiero w przechowalni. Są to przede wszystkim różne gatunki z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* [9]. Ich występowanie związane jest ze zdolnością do rozwoju w warunkach relatywnie niskich temperatur oraz stosunkowo niskiej wilgotności względnej powietrza [17]. Dużą konkurencyjnością pod względem tych cech odznaczają się: *Penicillium cyclopium* WESTLING i *P. funiculosum* THOM. Są to grzyby chłodnolubne, rozwijają się już w temperaturze 5–8°C i wilgotności produktu 18,5–21% [16]. Ponadto gatunki te charakteryzują się dużą aktywnością enzymatyczną. Wytwarzane przez nie lipazy, proteazy i celulazy rozkładają związki wielkocząsteczkowe (lipidy, białka, celulozę) do łatwo przyswajalnych związków prostych [4, 27]. Rozwój *P. cyclopium* i *P. funiculosum* jest uznawany za przyczynę punktowego zagrzewania przechowywanego ziarna do temperatury powyżej 60°C oraz wzrostu jego wilgotności [8].

Zmieniające się warunki, zwłaszcza wysoka wilgotność, umożliwiają rozwój typowej dla przechowalni mezofauny, w tym *A. siro* i *T. putrescentiae*. Kierunkowy wybór środowiska przez te roztocze może być stymulowany, poza wilgotnością, także bodźcami zapachowymi (chemicznymi). O znaczeniu atraktantów zapachowych przy wyborze pożywienia przez roztocze donosili między innymi Yoshizawa i in. [28], Zdarkova [29] oraz Vanhaelen i in. [26]. W swoich badaniach Tuma i in. [25] opisują szereg związków lotnych powstających bezpośrednio w czasie porażenia ziarniaków przez grzyby. Do ich wytwarzania dochodzi zwłaszcza przy rozkładzie związków lipidowych. Szczególnie obficie tworzą się 3-metyl-1-butanol, 1-okten-3-ol, 2-okten-1-ol [8], a ich zawartość jest proporcjonalna do zanieczyszczenia mikrobiologicznego ziarna.

Rozprzestrzenianie grzybów przez roztocze przechowalniane

Zasiedlaniu przechowywanego ziarna przez roztocze towarzyszy gwałtowny rozwój wielu gatunków grzybów. Powyższa zależność w sposób jednoznaczny wskazuje na roztocze jako efektywne wektory wymienionych mikroorganizmów. Fragmenty plechy mogą być przenoszone zarówno na powierzchni ciała roztoczy, jak też w przewodzie pokarmowym. Przeniesieniu fragmentów plechy przez roztocze sprzyja struktura powierzchni ich ciała, które pokryte jest warstwą lepkiej substancji wydzielanej przez gruczoły łojowe, do której łatwo przyczepiają się różne organizmy między innymi zarodniki grzybów i bakterie [2].

Roztocze mogą nosić na swoim ciele mikroorganizmy przez wiele tygodni, przyczepione głównie do słabo osłoniętej odstającymi szczecinkami grzbietowej powierzchni ciała. Opisano liczne rodzaje mikroorganizmów powiązanych z roztoczami przechowalnianymi, są to bakterie z rodzajów: *Bacillus*, *Nocardia*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, również *S. aureus*, *Klebsiella*, *Pseudo-*

monas oraz grzyby: *Alternaria*, *Candida*, *Hormodendrum*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* i *Rhizopus* [2]. Źródłem wspomnianych mikroorganizmów mogą być także odchody roztoczy zawierające bakterie, lub fragmenty niestrawionej plechy.

Dotychczas brak jednoznacznych dowodów wskazujących, że rozprzestrzenianie grzybów przez roztocze (poprzez transport plechy na powierzchni ciała lub w obrębie ciała roztoczy, głównie przewodu pokarmowego) ma charakter wybiórczy. Na występowanie takiej zależności wskazywały badania Hubert i in. [7]. Autorzy porównywali spektrum gatunków grzybów występujących na przechowywanych nasionach i ziarniakach oraz przenoszonych na powierzchni ciała roztoczy. Ponieważ stwierdzona liczba gatunków występujących na ciele roztoczy była mniejsza od liczby gatunków zasiedlającej nasiona, stąd konkluzja autorów o wybiórczym przenoszeniu grzybów przez roztocze. Biorąc pod uwagę fakt, iż ocenę mikologiczną nasion przeprowadzano w innych warunkach, niż warunki hodowli roztoczy, tę konkluzję należy uznać co najmniej za pochopną. W cytowanej pracy na badanych nasionach, oraz ziarniakach znajdowano najczęściej następujące gatunki grzybów: *Penicillium aurantiogriseum* DIERCKX, *P. crustosum* THOM, *Aspergillus niger* TIEGH. i *P. brevicompactum* DIERCKX na pszenicy, *A. vesicolor* (VUILLEMIN) TIRABOSCHI, *Scopulariopsis brevicaulis* (SACCARDO) BAINIER, *A. niger* VAN TIEGHEM, *Eurotium repens* DE BARY, *A. flavus* LINK: FRIES najczęściej izolowano z nasion maku, nasiona sałaty porażone były najczęściej przez grzyby z gatunków: *P. chrysogenum* THOM, *P. griseofulvum* DIERCKX, *E. repens*, a nasiona gorczycy przez grzyby *P. aurantiogriseum*, *E. repens*. Wymieniono również następujące gatunki grzybów najczęściej przenoszone przez określone gatunki roztoczy: *P. brevicompactum* rozprzestrzeniane przez *A. siro* i *T. putrescentiae*, *Aspergillus candidus* LINK: FRIES, *A. versicolor* i *S. brevicaulis* przenoszone przez *A. siro* i *Lepidoglyphus destructor*; *P. variable* SOPP. i *Botrytis cinerea* PERS. rozprzestrzeniane przez *Caloglyphus rhizoglyphoides* ZACHVATKIN liczniej niż przez inne gatunki roztoczy oraz *Cladosporium cladosporoides* (FRES.) DE VRIES rozprzestrzeniany przez *Cheyletus malaccensis* OUDEMANS [7].

W wilgotnych produktach zasiedlonych przez grzyby saprotroficzne roztocze znajdują doskonałe warunki pokarmowe do rozwoju [18, 19, 20, 21]. Jak wynika z pracy Sinha [18] rozkruszek mączny *A. siro* spośród testowanych gatunków grzybów najlepiej rozwijał się na: *Alternaria tenuis* NEES, *Nigrospora sphaerica* (SACC.) E.W. MASON, *Mucor sphaerosporus* HAGEM i *Trichothecium roseum* (PERS.: FR.) LINK. Nieodpowiednim pokarmem dla tego gatunku były m.in. grzyby *Penicillium* spp. i *A. fumigatus* FRESEN., *Helminthosporium sativum* PAMMEL ET AL., *Streptomyces griseus* KRAINSKY. Rozkruszki drobne *T. putrescentiae* SCHR. rozwijały się najlepiej na *M. sphaerosporus*, *N. sphaerica* i *Helminthosporium sativum* [18].

Preferencje pokarmowe roztoczy przechowalnianych

Czajkowska [5], badając *A. siro*, *A. farris* OUDEMANS, *T. putrescentiae*, *Carpoglyphus lactis* L. i *Rhizoglyphus echinopus* FUMOUCHE & ROBIN stwierdziła, że wybrane gatunki grzybów (czyste kultury grzybów zaszczerpione na skosie agarowym z brzeczką) stanowiły odpowiedni pokarm dla 4 gatunków roztoczy *A. siro*, *A. farris*, *T. putrescentiae*, *R. echinopus*, których dynamika rozwoju była podobna do obserwowanego na pokarmie kontrolnym – zarodkach pszenicy. Wymienione gatunki roztoczy rozwijały się na grzybach gatunków *A. echinulatus* (DELACR.) THOM & CHURCH, *A. repens* DE BARY, *B. cinerea*, *P. stoloniferum* THOM. Natomiast *A. fumigatus* i *A. ruber* THOM. & CHURCH były dla tych gatunków roztoczy nieodpowiednim pokarmem. Grzybnia, która stanowiła pokarm w tych badaniach, była bardzo dobrym pokarmem dla roztoczy z gatunków *T. putrescentiae* czy *R. echinopus* natomiast w przypadku *C. lactis* stanowiła jedynie dodatkowe źródło pożywienia. Roztocze tego gatunku nie rozwijały się (zamierały larwy, a samice nie składały jaj) na 16 spośród 27 gatunków grzybów oferowanych im jako pokarm. Wyjątek stanowiły gatunki *P. divaricatum* THOM., *P. chrysogenum* i *A. ruber*, *B. cinerea*, *Trichoderma viride* PERS. ex FR, *Mucor racemosus* FRESENIUS, na których obserwowano zarówno rozwój jak i ograniczoną płodność roztoczy *C. lactis*.

Parkinson i in. [15] porównując płodność trzech gatunków roztoczy *A. siro*, *T. longior* GERVAIS i *Glycyphagus (Lepidoglyphus) destructor* żywionych grzybnią *C. cladosporioides*, *A. repens*, *A. ruber* czy *P. cyclopium* stwierdzili, że była ona istotnie mniejsza niż na diecie kontrolnej zawierającej zarodki pszenne i drożdże. Najbardziej płodne na dietach zawierających grzyby były samice *T. longior*, a najmniej płodne samice *Glycyphagus (Lepidoglyphus) destructor*. Najlepszym pokarmem okazał się *A. ruber*, a najgorszym w tym typie testów *C. cladosporioides*. Zarodniki dwóch testowanych gatunków grzybów (*P. cyclopium*, *A. repens*) były gorszym pokarmem niż grzybnia.

Badania atrakcyjności różnych produktów stanowiących pożywienie roztoczy, takich jak: mleko w proszku, zarodki pszenne, płatki owsiane, suszone drożdże piekarnicze, ryby, grzyby kapeluszowe suszone *Boletus edulis* BULL., mąka ziemniaczana i cztery gatunki grzybów *B. cinerea*, *A. amstelodami* L. MANGIN., *A. candidus* Link i *P. cyclopium*, oraz atrakcyjności frakcji wyekstrahowanych z zarodków pszennych (białka i wolne aminokwasy, tłuszcze, węglowodany i pozostałości po ekstrakcji) przeprowadzała Pankiewicz-Nowicka i in. [13, 14] oraz Pankiewicz-Nowicka i Boczek [11]. Badania dotyczyły trzech gatunków roztoczy *A. siro*, *T. putrescentiae*, *Carpoglyphus lactis*. Wyniki wskazują, że wśród testowanych produktów przechowalnianych najbardziej atrakcyjne dla *A. siro* były mleko w proszku, zarodki pszenne i płatki owsiane. Grzyby z gatunków *A. amstelodami*, *A. candidus* i *P. cyclopium*, stanowiły prawdopodobnie jedynie uzupełniające źródło pożywienia dla tego gatunku roztoczy [13]. Wśród wyekstrahowanych frakcji najbardziej atrakcyjne dla rozkruszka mącznego były pozostałości zarodków pozbawione węglowodanów oraz te pozbawione

białek i aminokwasów [13]. W kolejnym etapie badań oszacowano atrakcyjność dla *Carpoglyphus lactis* wyizolowanych substancji zawartych w pokarmach między innymi 12 cukrów, 9 alkoholi wielowodorotlenowych, 20 trójglicerydów, 11 nienasyconych i 9 nasyconych kwasów tłuszczowych [12]. Kwas oleinowy, α -D-glukoza i niektóre trójglicerydy działały jako fago-stymulanty, podczas gdy D-fukoza i trilaurin działały fago-deterentnie.

Badania dotyczące atrakcyjności różnych gatunków grzybów występujących w przechowalniach ziemniaków przeprowadził Boczek i in. [3]. Roztoczom z gatunku *R. echinopus* oferowano do wyboru pulpę ziemniaczaną, obierki ziemniaków, kolonie bakterii *Erwinia carotovora* (JONES) BERGEY ET AL. i grzyby: *Aspergillus niger*, *Trichoderma* sp., *Fusarium avenaceum*, *Penicillium* sp. czy *F. sambucinum* FÜCKEL. Najbardziej atrakcyjnym komponentem była pulpa ziemniaczana rozłożona przez *E. carotovora*.

Podsumowanie

Roztocze pospolicie występujące w przechowalniach w Polsce są z reguły polifagami, pomimo to mają bardzo wyraźne preferencje pokarmowe. Ich pokarmem mogą być między innymi grzyby. Niektóre z nich są kierunkowo wybierane przez roztocze spośród gatunków oferowanych w diecie [6, 7]. Wyniki określające efektywność poszczególnych grzybów jako źródła pokarmu gwarantującego szybki rozwój i efektywność reprodukcji wykazują znaczące różnice. Czajkowska [5] określała gatunek *A. ruber* jako nieodpowiedni pokarm dla rozwoju i rozrodu badanych przez autorkę gatunków roztoczy (w tym *A. siro*), podczas gdy Griffiths i in. [6] wskazują na ten sam gatunek grzyba, jako jeden z wybieranych kierunkowo przez *A. siro*. Wyniki uzyskane przez Parkinsona i in. [15] określają *A. ruber* jako najlepszy z testowanych przez tych autorów pokarmów, korzystnie wpływający na płodność samic *A. siro*.

Wynika z tego, że preferencje pokarmowe roztoczy mogą być bardzo zróżnicowane nawet w obrębie tego samego gatunku oraz w różnych jego populacjach, które rozwijają się w odmiennych warunkach.

Literatura

- [1] Boczek J. 1980. Zarys akarologii rolniczej. PWN: 354 ss.
- [2] Boczek J. Czajkowska B. 2003. Roztocze magazynowe i kurzu domowego. Themar: 132 ss.
- [3] Boczek J., Pankiewicz-Nowicka D., Legutowska H. 1983. Taste attractiveness of stored potatoes habitat components for *Rhizoglyphus echinopus* (F.& R.) (*Acar*: *Acaridae*). *Rocz. Nauk Rol.* Seria E. 13 (1–2): 17–20.
- [4] Chahinian H., Vanot G., Ibrik A., Rugani N., Sarda L., and Comeau L.C. 2000. Production of extracellular lipases by *Penicillium cyclopium*. Purification and characterization of a partial acylglycerol lipase. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 64: 215–222.

- [5] Czajkowska B. 1970. Rozwój rozkruszków na niektórych gatunkach grzybów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 109: 219–238.
- [6] Griffiths D.A., Hodson A.C., Christensen C.M. 1959. Grain storage fungi associated with mites. *J. Econ. Entom.* 52: 514–518.
- [7] Hubert J., Stejskal V., Kubatova A., Munzbergowa Z., Vanova M., Zdarkova E. 2003. Mites as selective fungal carriers in stored grain habitats. *Exp. Appl. Acarol.* 29: 69–87.
- [8] Kaminski E., Wasowicz E., Zawirska-Wojtasiak R., Gruchala L. 1987. Volatile microflora metabolites as indices of grain deterioration during storage. W: *Cereals in a European context*. J.D Morton (red.). Elis Horwood Ltd. Chichester England: 446–461.
- [9] Magan N., Hope R., Carins V., Aldred D. 2003. Post-harvest fungal ecology: impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *Europ. J. Plant Pathol.* 109: 723–730.
- [10] Mathur S.B., Cunfer B.M. 1993. Seed borne diseases and seed health testing of wheat. *Jordburgsforlaged Frederiksberg, Denmark*: 169 ss.
- [11] Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J. 1984. A comparison of food preference of some acarid mites (Acarida: Acaroidea). W: *Acarology VI* (vol. 2): 987–992.
- [12] Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J., Davis R. 1987. Attraction of *Carpoglyphus lactis* (Acarina: Acaridae) to selected organic compounds. *Exp. Appl. Acarol.* 3: 307–315.
- [13] Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J., Davis R. 1982. Some food preferences of *Acarus siro* L. (Acarina: Acaridae). *J. Georgia Entomol. Soc.* 17(4): 491–495.
- [14] Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J., Davis R. 1982. Food selection in *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina: Acaridae). *J. Georgia Entomol. Soc.* 19(3): 317–321.
- [15] Parkinson C.L., Jamieson N., Eborall J., Armitage D.M. 1991. Comparison of the fecundity of tree species of grain store mites on fungal diets. *Exp. Appl. Acarol.* 12: 297–302.
- [16] Samson R.A., Pitt J.I. 2001. Integration of modern taxonomic methods for *Penicillium* & *Aspergillus* classification. Singapore, Harwood Acad. Publ: 510 ss.
- [17] Shina R.N. 1992. The fungal community in the stored grain ecosystem. W: *The fungal community. Its organization and role in the ecosystem*. G.C. Carroll, D.T. Wicklow (red.), Marcel Dekker Inc. N. York: 797–815.
- [18] Sinha R.N. 1964. Ecological relationships of stored product mites and seed-borne fungi. *Proc. 1st. Internat. Congr. Acarology, Acarologia* 6: 372–389.
- [19] Sinha R.N. 1962. A note of associations of some mites with seed-borne fungi from Manitoba and Saskatchewan. *Proc. Ent. Soc. Manitoba* 18: 51–53.
- [20] Sinha R.N. 1966. Feeding and reproduction of some stored products mites on seed-borne fungi. *J. Econ. Entom.* 59(5): 1227–1232.
- [21] Sinha R.N., Wallace H.A.H. 1966. Association of granary mites and seed-borne fungi in stored grain and in outdoor and indoor habitats. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 59: 1170–1181.
- [22] Solarz K. 2002. Rozdział 4.3.2. Subclassis: *Acari* Latreille, 1795 – Podgromada roztocze. Roztocze alergogenne: 332–377. W: *Parazytologia i akaroentomologia medyczna*. A. Deryło (red.). PWN: 507 ss.
- [23] Solarz K. 2003. *Pyroglyphidae* (Acari: Astigmata) Polski; fauna, biologia, ekologia i epidemiologia, ryzyko ekspozycji na roztocze z rodziny *Pyroglyphidae* w Polsce. Rozprawa habilitacyjna. Śląska Akademia Medyczna w Katowicach. *Ann. Acad. Med. Siles. Supl.* 52: 244 ss.
- [24] Szlendak E., Boczek J. 1992. Population development of the grain mite *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae). *Bull. Pol. Ac. Sci., Biol. Sci.* 40(1): 73–79.
- [25] Tuma D., Sinha R.N., Muir W.E., Abramson D. 1989. Odor volatiles associated with microflora in damp ventilated and non-ventilated bin-stored bulk wheat. *Int. J. Food Microbiol.* 8: 103–119.

- [26] Vanhaelen M., Vanhaelen-Fastre R., Geeraets J. 1980. Occurrence in mushrooms (*Homobasidiomycetes*) of cis- and trans-octa-1.5 dien-3-ol. attractants to the cheese mite, *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina: Acaridae). *Experientia* 36: 406–407.
- [27] Yadav R.P., Saxena R.K., Gupta R., Davidson S. 2002. Lipase production by *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Appl. Environ Microbiol.* 68(7): 3532–3536.
- [28] Yoshizawa T., Yamamoto I., Yamamoto R. 1972. Isolation and structural elucidation of cheese components, which attract the cheese mite, *Tyrophagus putrescentiae*. *Mem. Tokyo Univ. Agric.* 15: 1–29.
- [29] Zdarkowa E. 1971. Orientation of *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) towards olfactory stimuli. W: M. Daniel, R. Bohumir (red.), Proc. 3rd Internat. Congr. Acarol. Czechoslovak Academy of Science, Prague: 385–389.

Relations between mites and fungi in habitat of cereal grain store

Key words: cereal grain, stored product mites, fungi

Summary

Stored agricultural products are man made ecological niches where proceeding deterioration process results from the interactions between biotic and abiotic factors. Biostructure of such ecosystem is immature, relatively simple and the key group of occurring organisms are fungi and mites.

Fungi, as the primary inhabitants, are responsible for significant environment modification as a consequence of products spoilage, heating, humidification and mycotoxin contamination. Fungal community is not stable over the time and undergoes permanent directional quality change according to the nutrient availability. During storage of any plant material, the population of pathogens gradually drop down making the space for saprotrophes of which frequency rapidly increase.

Mites infest the stored products often yet in field, and in the stores, they find favourable conditions to development and reproduction. As typical polyphagous organisms they are attracted by, and consume various products, including selected species of fungi. On the occasion hyphae and spores may be attached to their sticky body surface. Mites instantaneously crowd in the products and distribute fungi by two manners: loosing them from body surface and through excretion of undigested hyphae or spores. Mites secrete also the water vapour and warm up the products what favours the development of fungi.