

Parametre charakterizujúce rast *Talaromyces avellaneus* vo vzťahu k aktivite vody (modelovanie rastu vláknitých húb)

LUBOMÍR VALÍK¹, ELENA PIECKOVÁ², FRIDRICH GÖRNER¹

¹Slovak Technical University, Faculty of Chemical Technology – Department of Milk, Fats and Food Hygiene; ²Institute of Preventive and Clinical Medicine, Bratislava, Slovak Republic

Abstract

VALÍK L., PIECKOVÁ E., GÖRNER F. (2000): Parameters characterising the growth of *Talaromyces avellaneus* in relation to water activity (modelling fungal growth). Czech J. Food. Sci., 18: 219–223.

The growth of heat resistant fungi *Talaromyces avellaneus* in relation to water activity (a_w) of Sabouraud's medium adjusted with sucrose and NaCl was followed in this study. Growth prediction and time to create the visible colony of *Talaromyces avellaneus* in the region of a_w -values of 0.85 to 1.00 were expressed on the basis of experimental results and using mathematical modelling. It was calculated that the maximal colony growth rate of *T. avellaneus* was 13.22 mm/d at optimal a_w -value of 0.985. Growth parameters were based on experimental trials carried out on Sabouraud's agar medium with sucrose and pH-value 6. The time to create a visible colony of diameter of 3 mm that included lag-phase as well as the growth rate was 1.2 d at optimal a_w value. It was prolonged by a decrease of water activity, e.g., to 3.1 d at a_w value of 0.85. On the medium where water activity was adjusted with NaCl, the optimal a_w value for growth of the strain under study was very close to 1.0. Time to reach the colony diameter of 3 mm was 2.0 d at optimal a_w value, but 15.9 d at a_w value of 0.90.

Key words: growth modelling; growth rate; lag-phase; water activity (a_w); *Talaromyces avellaneus*

Súhrn

VALÍK L., PIECKOVÁ E., GÖRNER F. (2000): Parametre charakterizujúce rast *Talaromyces avellaneus* vo vzťahu k aktivite vody (modelovanie rastu vláknitých húb). Czech J. Food. Sci., 18: 219–223.

Sledovali sme rast termorezistentnej vláknitej huby *Talaromyces avellaneus* v závislosti od aktivity vody (a_w) Sabouraudovho média upravenej sacharózou a NaCl. Na základe získaných experimentálnych výsledkov sa s využitím postupov matematického modelovania vyslovila predikcia rastu, ako aj času potrebného na vytvorenie viditeľnej kolónie *T. avellaneus* v oblasti hodnôt a_w 0,85–1. Výpočtom sa zistilo, že maximálna rastová rýchlosť kolónií *T. avellaneus* bola 13,22 mm/d pri optimálnej hodnote a_w pre rast 0,985. Vypočítané parametre rastu vychádzali z pokusov vykonaných na Sabouraudovom agare so sacharózou a s hodnotou pH = 6. Čas potrebný na vytvorenie viditeľnej kolónie s priemerom 3 mm, ktorý zahŕňa trvanie lag-fázy a súčasne aj rastovú rýchlosť, bol pri optimálnej hodnote a_w 1,2 d. So znižovaním aktivity vody sa predlžoval až na hodnotu 3,1 d pri a_w = 0,90. V prostredí s aktivitou vody upravovanou s NaCl optimálna hodnota pre rast vyšetřovanej mikromycéty bola veľmi blízka až rovná a_w = 1,0. Čas potrebný na vytvorenie 3-mm kolónie pri optimálnej hodnote a_w bol 1,7 d, ale pri hodnote a_w = 0,90 až 15,9 d.

Kľúčové slová: modelovanie rastu; rastová rýchlosť; lag-fáza; aktivita vody (a_w); *Talaromyces avellaneus*

Termorezistentné mikromycéty, ktoré sú schopné prežiť pôsobenie zvýšených teplôt pri konzervovaní ovocia a ovocných štiav a občasne po určitom latentnom čase spôsobiť plesnivenie týchto produktov, tvoria významnú skupinu mikromycét (JESENSKÁ *et al.* 1984). Mnohé z nich sa tiež vyznačujú aj značnou toleranciou voči zníženej aktivite vody (HOCKING, PITT 1984; VALÍK *et al.*

1999), ktorá sa v prípade uvedených požívatín pohybuje v oblasti a_w 0,85–0,90. V našich podmienkach plesnivenie kompotov spôsobovali najmä kmene termorezistentných druhov *Byssoschlamys nivea*, *Neurospora fischeri* a *Talaromyces flavus* (JESENSKÁ, PETRÍKOVÁ 1985).

Z prác (JESENSKÁ *et al.* 1992; JESENSKÁ, PETRÍKOVÁ 1985), ktoré sa zaoberali ekológiou termorezistent-

ných mikromycét, vyplynulo, že významným zdrojom týchto vláknitých húb bola zemina. Medzi už spomenutými druhmi mikromycét sa veľmi často izolovali tiež kolónie kmeňov druhu *T. avellaneus* (JESENSKÁ *et al.* 1992). Prvá izolácia a identifikácia kmeňa tohto druhu z plesnivého kompostu, ako aj častá izolácia kolónií zo zeminy po účinku vysokých teplôt naznačili koncom osemdesiatych rokov, že *T. avellaneus* mohol byť novým, dovtedy neopísaným termorezistentným druhom, ktorý bolo podľa už uvedených pracovníkov možné zaradiť do zoznamu potravinársky významných mikromycét. Základné informácie o druhu *T. avellaneus* predovšetkým z hľadiska jeho identifikácie, výskytu ako aj termorezistencie poskytli neskôr PIECKOVÁ a JESENSKÁ (1995). Zo získaných informácií možno uviesť, že spóry *T. avellaneus* sa vyznačovali značnou termorezistenciou. V modelových pokusoch s obsahom 172 KTJ/ml *T. avellaneus* v Sabouraudovom médiu boli tieto inaktivované pri teplote 70 °C po 300 min, pri 80 °C po 120 min a pri 90 °C po 10 min. V iných pokusoch s obsahom 75 KTJ/ml sa inaktivácia *T. avellaneus* dosiahla pri 70 a 90 °C po 300, resp. 5 minútach.

Kmene *T. avellaneus* produkujú viaceré sekundárne metabolity, avelaníny A a B a emodín, ktoré patria medzi antrachinóny. Z pokusov na zvieratách vyplynulo, že uvedené metabolity mali na ne hepatotoxický, cytotoxický, karcinogénny a mutagénny účinok (BETINA 1990).

Napriek skutočnosti, že *T. avellaneus* sa môže nachádzať v pasterizovaných ovocných produktoch a šťavách, v odbornej literatúre neboli doteraz publikované informácie o dynamike rastu tejto mikromycéty. Cieľom tejto práce bolo poskytnúť základné informácie týkajúce sa parametrov rastu *T. avellaneus*, ako času potrebného na vytvorenie viditeľnej kolónie (zahŕňajúci lag-fázu a rastovú rýchlosť), ako aj rýchlosti rastu kolónií v závislosti od aktivity vody upravenej sacharózou alebo NaCl.

MATERIÁL A METÓDY

Kmeň: *Talaromyces avellaneus* použitý v tejto práci izolovala Piecková zo záhradnej pôdy a je deponovaný v zbierke vláknitých húb mykologického laboratória Ústavu preventívnej a klinickej medicíny v Bratislave.

Použitie médiá: Všetky pokusy sa vykonali na Sabouraudovom agare (Fluka, Švajčiarsko). Aktivitu vody použitých agarových médií sme upravovali príslušnými prídavkami sacharózy alebo NaCl (Lachema, Česká republika). Výsledné hodnoty pH médií sa pohybovali v rozmedzí 6,0 ± 0,1 (Radelkis, Maďarsko).

Stanovenie aktivity vody Sabouraudovho agaru: Skutočné hodnoty a_w Sabouraudovho agaru s prídavkami sacharózy alebo NaCl sa stanovovali podľa STN 56 0030 (Meranie aktivity vody) prístrojom Novasina TH 200 (Novasina, Švajčiarsko). Prístroj Novasina TH 200 bol kalibrovaný šiestimi nasýtenými roztokmi solí v intervale hodnôt a_w 0,98–0,11.

Inokulácia a kultivácia: Kleistotécium (resp. askus *T. avellaneus*) sa naočkovalo do stredu Petriho misky s priemerom 170 mm s príslušným agarovým médiom (výška 4 mm) a bolo inkubované pri teplote 25 ± 1 °C 15 dní v polyetylénových vreckách. Rast vyšetrovanej mikromycéty sa sledoval denne meraním priemeru kolónií posuvným meradlom s dielikmi po $\pm 0,05$ mm v rovnaký čas v dvoch paralelných pokusoch dvakrát v navzájom kolmých smeroch pri ôsmich zvolených hodnotách a_w v intervale od 0,995 do 0,850. Stredné hodnoty zo štyroch nameraných priemerov kolónií *T. avellaneus* sa použili v matematickom modelovaní.

Matematické a štatistické metódy: Priemery kolónií *T. avellaneus* merané horeuvedeným spôsobom sme analyzovali funkciami, ktoré opísali BARANYI *et al.* (1993), ktorými bolo možné modelovať rastové čiary s alebo bez ich stacionárnej fázy. Maximálne rastové rýchlosti kolónií (g) a čas potrebný na vytvorenie 3-mm kolónie sme vypočítali z modelových rastových čiar, ktoré s dostatočnou presnosťou kopirovali namerané experimentálne hodnoty rastúcich priemerov kolónií. Získané parametre rastu sa ďalej analyzovali vo vzťahu pre výpočet vhodnej matematickej transformácie hodnoty a_w na b_w , ktorú navrhol GIBSONOVÁ *et al.* (1994):

$$b_w = \sqrt{1 - a_w} \quad (1)$$

Prirodzený logaritmus rastovej rýchlosti g sme vyhodnotili pomocou tejto jednoparametrovej kvadratickej funkcie:

$$\ln g = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 \quad (2)$$

Koeficienty C_0 , C_1 a C_2 sme určili lineárnou regresiou. Z nich sme vypočítali optimálnu hodnotu b_w pre maximálnu rastovú rýchlosť kolónií podľa vzťahu (GIBSONOVÁ *et al.* 1994):

$$b_w(\text{opt}) = -\frac{C_1}{2C_2} \quad (3)$$

Následne sme z parametra b_w vypočítali optimálnu hodnotu a_w , ako aj maximálnu rastovú rýchlosť kolónií vyšetrovanej mikromycéty pri tejto optimálnej hodnote a_w (tab. 1). Pre vyčíslenie predpovede rastovej rýchlosti *T. avellaneus* na Sabouraudovom agare s prídavkom sacharózy alebo NaCl v celom intervale vyšetrovaných hodnôt a_w sa postupovalo takto:

1. vypočítali sme hodnoty b_w z experimentálne upravených a nameraných hodnôt a_w (1);
2. vypočítali sme parametre kvadratickej funkcie a následne hodnoty prirodzeného logaritmu rastovej rýchlosti využívajúc vzťah (2);
3. rastovú rýchlosť sme nakoniec vypočítali ako „prevrátený logaritmus“ podľa vzťahu $g = \exp(\ln g)$.

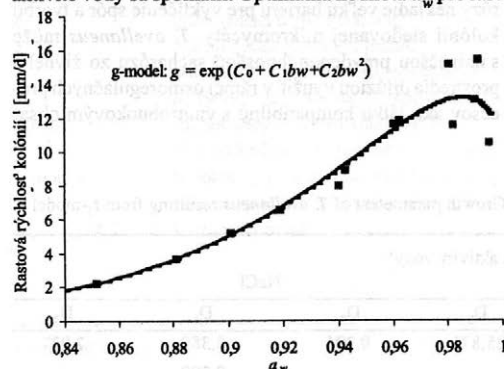
V prípade t_3 -modelu sme postupovali obdobne, pričom sme vychádzali z koeficientov D_0 , D_1 a D_2 závislosti $\ln t_3$ od b_w .

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rastové čiary, t.j. závislosti priemeru kolónií [mm] mikromycéty *Talaromyces avellaneus* od času [d], obsahovali všetky atribúty typickej rastovej krivky mikroorganizmov: lag-fázu, lineárnu časť opisujúcu exponenciálnu fázu a stacionárnu fázu. V súlade so všeobecnými poznatkami z literatúry bolo pozorované, že sa lag-fáza v závislosti od klesajúcej hodnoty aktivity vody predlžovala. Smernica lineárnej časti rastovej čiary sa znižovala, čo znamenalo, že špecifická rastová rýchlosť klesala. Tieto skutočnosti sa stali predmetom následného matematického modelovania vplyvu aktivity vody ako jedného z faktorov vnútorného prostredia na parametre rastu *T. avellaneus*.

Vplyv aktivity vody upravenej so sacharózou alebo NaCl na rýchlosť rastu kolónií: Závislosť rastovej rýchlosti *T. avellaneus* od aktivity vody Sabouraudovho agaru bolo možné matematicky metódou lineárnej regresie analyzovať len v prípade upravenia aktivity vody sacharózou (obr. 1). V tomto prípade sa použila matematická transformácia aktivity vody b_w prostredníctvom ktorej sa charakterizoval jej vzťah s rastovou rýchlosťou kolónií *T. avellaneus*. Konkávny tvar závislosti rastovej rýchlosti kolónií od parametra b_w umožnil postupovať podľa Gibsonovej a Baranyiho tzv. g-modelu (GIBSONOVÁ *et al.* 1994). Z rovnice $\ln g = -26,07b_w^2 + 6,4453b_w + 2,1833$, ktorej koeficienty sa vypočítali lineárnou regresiou, bolo možné vypočítať optimálnu hodnotu a_w pre rast vyšetrovanej mikromycéty, ako aj graficky znázorniť rastovú rýchlosť *T. avellaneus* v závislosti od aktivity vody v prostredí so sacharózou prostredníctvom modelu $g = \exp(C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2)$ (obr. 1).

Na základe experimentálnych výsledkov, ako aj teoreticky vypočítanej závislosti rastovej rýchlosti kolónií *T. avellaneus* reprezentovaných súvislou čiarou zreteľne vidieť, že rast kolónií pri vyššej ako optimálnej hodnote aktivity vody sa spomalil. Optimálna hodnota a_w pre rast



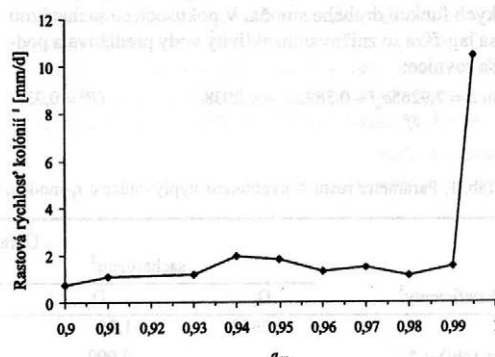
1 colony growth rate

1. Grafické znázornenie závislosti rýchlosti rastu *Talaromyces avellaneus* od hodnoty a_w Sabouraudovho agaru upravenej sacharózou – Plots for the colony growth rate of *Talaromyces avellaneus* against a_w of Sabouraud's agar adjusted with sucrose

kolónií *T. avellaneus*, vypočítaná z uvedeného modelu, t.j. hodnota aktivity vody, pri ktorej bola rýchlosť rastu maximálna (13,2 mm/d), bola $a_w = 0,985$. Pokles rastovej rýchlosti v oblasti hodnôt vyšších ako a_w (opt.) a blízkych hodnote a_w čistej vody ($a_w = 1,0$) je charakteristickou črtou rastu vláknitých húb (BARANYI *et al.* 1996) a odôvodňuje sa zriedňovaním vnútrobunkového obsahu hýf vláknitých húb vplyvom nízkeho osmotického tlaku, resp. vysokej hodnoty a_w vo vonkajšom prostredí.

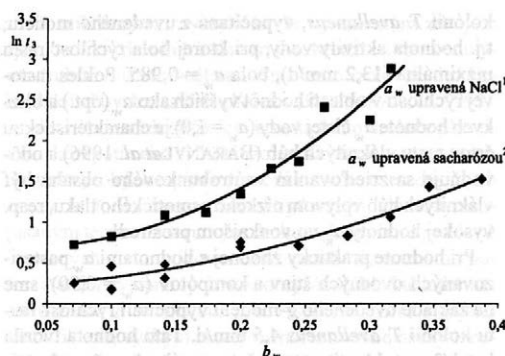
Pri hodnote prakticky zhodnej s hodnotami a_w pasterezovaných ovocných štiav a kompótov ($a_w = 0,90$), sme na základe uvedeného g-modelu vypočítali rýchlosť rastu kolónií *T. avellaneus* 4,5 mm/d. Táto hodnota tvorila len 1/3 z rýchlosti rastu vyšetrovaného kmeňa pri optimálnej hodnote $a_w = 0,986$.

Rozdielne správanie týkajúce sa rýchlosti rastu kolónií *T. avellaneus* sa zistilo v pokusoch, v rámci ktorých aktivita vody Sabouraudovho agaru bola nastavená chloridom sodným. Závislosť z rastových čiar vypočítaných rýchlosti rastu kolónií od hodnoty a_w je znázornená na obr. 2. Z obrázku je zreteľne vidieť, že myceliárny rast *T. avellaneus* bol v pokusoch veľmi citlivý na prítomnosť Na^+ a Cl^- iónov. V celom rozsahu hodnôt a_w 0,90 až 0,99, v ktorom sa do agaru pridal NaCl, sme pri jednotlivých hodnotách a_w Sabouraudovho agaru zistili rýchlosti rastu kolónií v rozmedzí 0,7 až 2,0 mm/d, pričom medzi hodnotami nebol zreteľný žiadny trend. Až pri hodnote a_w Sabouraudovho agaru bez prídavku NaCl (0,995) kolónia *T. avellaneus* rástla v exponenciálnej fáze priemerou rýchlosťou 10,5 mm/d, ktorá sa viac ako päťnásobne zvýšila. Táto skutočnosť však významne negatívne ovplyvnila možnosť matematicky vysloviť predpoveď o raste kolónií *T. avellaneus* v prostredí s NaCl. Na základe uvedených experimentov je možné konštatovať, že ióny Na^+ a Cl^- majú špecificky toxický účinok na myceliárny rast mikromycéty *T. avellaneus*.



2 colony growth rate

2. Grafické znázornenie závislosti rýchlosti rastu *Talaromyces avellaneus* od hodnoty a_w Sabouraudovho agaru upravenej NaCl – Plots for the colony growth rate of *Talaromyces avellaneus* against a_w of Sabouraud's agar adjusted with NaCl.



Vplyv aktivity vody na čas potrebný pre vytvorenie viditeľnej kolónie *T. avellaneus*: Pre vyklíčenie a následný rast mycélia húb, ktorých spóry prekonali tepelné opracovanie ovocných štiav a iných produktov, sú pre výrobcov dôležité informácie o čase potrebnom na vytvorenie viditeľnej kolónie. Za takúto môžeme vo všeobecnosti považovať kolóniu napríklad s priemerom 3 mm. Ďalšou úlohou tejto práce bolo preto vypočítať a predpovedať, za aký čas a pri ktorej hodnote a_w v sledovanej oblasti a_w sa vytvorí viditeľná kolónia *T. avellaneus*. Modelovanie s týmto účelom pred nedávnom aplikovali GIBSONOVÁ *et al.* (1994) a nazvali ho t_3 modelom. Analogicky sme postupovali aj v našom prípade s mikromycétou *T. avellaneus* v prostredí so sacharózou, ako aj s NaCl. Do matematickej analýzy sme zahrnuli experimentálne údaje o dĺžke trvania lag-fázy, ako aj rýchlosti rastu získaných pri jednotlivých hodnotách a_w . V tejto časti sme tiež využili transformáciu hodnôt a_w na b_w podľa vzťahu:

$$b_w = \sqrt{1 - a_w}$$

Závislosti dĺžky trvania lag-fázy od aktivity vody Sabouraudovho agaru upravenej sacharózou a NaCl (obr. 3) bolo možné matematicky definovať pomocou polynomickej funkcie druhého stupňa. V pokusoch so sacharózou sa lag-fáza so znižovaním aktivity vody predlžovala podľa rovnice:

$$\ln t_3 = 7,9265a_w^2 + 0,3892a_w + 0,2038 \quad (R^2 = 0,937)$$

3. Závislosť $\ln t_3$ (času potrebného na vytvorenie viditeľnej kolónie *T. avellaneus*) od aktivity vody upravenej sacharózou a NaCl – Plots for the time at which the colony of *T. avellaneus* reached visible colony as depending on water activity adjusted with sucrose and NaCl

¹ a_w adjusted with NaCl; ² a_w adjusted with sucrose

a v prípade upravenia aktivity vody NaCl podľa rovnice:

$$\ln t_3 = 25,8710a_w^2 - 1,7597a_w + 0,7328 \quad (R^2 = 0,950)$$

kde: $\ln t_3$ – prirodzený logaritmus času potrebného na vytvorenie viditeľnej (3 mm) kolónie *T. avellaneus*

Z uvedených rovníc, ako aj z grafického znázornenia (obr. 3) vyplynulo, že NaCl v porovnaní so sacharózou výraznejšie predlžoval čas potrebný na vytvorenie viditeľnej kolónie. Z predchádzajúcej analýzy rýchlosti rastu kolónií *T. avellaneus* vyplýva, že na tomto predĺžení sa dominantne podieľala predovšetkým lag-fáza. Hodnoty charakterizujúce rozdielny vplyv látky upravujúcej hodnoty a_w živného prostredia na vytvorenie kolónie s priemerom 3 mm sú uvedené v tab. 1. Čas potrebný na vytvorenie 3-mm kolónie *T. avellaneus* pri optimálnych hodnotách a_w v prostredí so sacharózou a NaCl sa výrazne nelíšili (1,2 a 2,0 d). Podstatný rozdiel sa zistil medzi vypočítanými časmi pri hodnote $a_w = 0,90$. Zatiaľ čo v prostredí so sacharózou sa 3-mm kolónia *T. avellaneus* vytvorila po 3,1 d, v prostredí s NaCl to bolo až po 15,9 d.

Z teoretického hľadiska sa môže predpokladať, že živné prostredie so zníženou hodnotou a_w prídavkami sacharózy nekladie veľkú bariéru pre vyklíčenie spór a tvorbu kolónií sledovanej mikromycéty. *T. avellaneus* môže s najväčšou pravdepodobnosťou sacharózu zo živného prostredia difúziou využiť v rámci osmoregulačných procesov ako látku kompatibilnú s vnútrobunkovým obsa-

Tab. 1. Parametre rastu *T. avellaneus* vyplývajúce z t_3 -modelu – Growth parameters of *T. avellaneus* resulting from t_3 -model

Koefficienty ³	Úprava aktivity vody ¹			NaCl		
	sacharózou ²					
	D ₀	D ₁	D ₂	D ₀	D ₁	D ₂
	0,7328	-1,76	25,871	0,204	0,389	7,927
$a_w(\text{opt})-t_3$ ⁴		0,999			0,999	
$t_3(\text{opt})$ ⁵		1,2 d			2,0 d	
$t_3(0,90)$ ⁶		3,1 d			15,9 d	

¹water activity adjustment; ²sucrose; ³coefficients; ⁴predicted optimum a_w for the shortest time to reach 3-mm colony; ⁵predicted time to reach 3-mm colony at optimum a_w - t_3 ; ⁶predicted time to reach 3-mm colony at a_w 0.90

hom. Difúzia a akumulácia sacharózy sú pre mikromycéty energeticky všeobecne menej náročné ako syntéza iných osmoprotektívnych látok. Z tohto dôvodu je možné vysloviť predpoklad, že uvedené rovnice (modely) platia pre prostredie s prídavkami sacharózy alebo maximálne pre prostredie so sacharidmi s veľkosťou molekúl podobnou sacharóze. V prípade, že hodnota a_w v prostredí je upravená inou látkou, napríklad s NaCl, platia pre *T. avellaneus* modely vyplývajúce z experimentálnych výsledkov získaných z prostredia, v ktorom hodnoty a_w sa upravovali prídavkami NaCl. Príčinou môže byť aj skutočnosť, že v takomto prostredí v rámci osmoregulačných procesov prichádza do úvahy skôr vnútrobunková syntéza viacerých účinných osmoprotektívnych látok. Akumulácia Na^+ a Cl^- iónov nie je pravdepodobná, pretože tieto sú všeobecne pre mikrobiálne bunky toxické (Corry 1988). Syntéza účinných osmoprotektívnych látok je v skutočnosti energeticky náročnejšia ako akumulácia týchto látok z vonkajšieho prostredia (Troller 1987).

Záver

Predpovede a poznatky prezentované v tejto práci možno priradiť k databáze informácií potrebných v potravinárskej praxi pri kontrole mikrobiologickej akosti, pri vykonávaní tzv. skladovacích testov a testov na dodržanie mikrobiologických limitov (angl. challenge tests) uplatňovaných pri výrobe pasterizovaných alebo sterilizovaných ovocných produktov. Prípadná nedostatočná inaktivácia spór *T. avellaneus* počas tepelného opracovania týchto produktov sa v praxi s najväčšou pravdepodobnosťou môže identifikovať v tzv. karanténnom sklade pred ich distribúciou.

Zoznam skratiek:

a_w	aktivita vody
KTJ/ml	kolóniu tvoriaca jednotka v 1 ml
b_w	matematická transformácia a_w
g	rastová rýchlosť kolónií [mm/d]
$\ln t_3$	prirodzený logaritmus času potrebného na vytvorenie viditeľnej (3-mm) kolónie
$t_3(\text{opt})$	čas potrebný na vytvorenie viditeľnej (3 mm) kolónie pri optimálnej hodnote a_w
$a_w(\text{opt})-t_3$	hodnota a_w pri ktorej sa viditeľná (3-mm) kolónia vytvorila za najkratší čas
$C_0, C_1, C_2, D_0, D_1, D_2$	koefficienty rovníc

Literatúra

- BARANYI J., GIBSON A. M., PITT J. I., EYLES M. J., ROBERTS T. A. (1996): Predictive models as means of measuring the relatedness of some *Aspergillus* species. Food Microbiol., 14: 347–351.
- BARANYI J., ROBERTS T. A., MCCLURE P. (1993): A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. Food Microbiol., 10: 43–59.
- BETINA V. (1990): Mykotoxíny – chémia, biológia, ekológia. 1. vyd. Alfa, Bratislava.
- CORRY, J. E. L. (1988): Relationships of water activity to fungal growth. In: BEUCHAT L. R. (Ed.): Food and Beverage Mycology. AVI Publ. Co., Westport: 51–99.
- GIBSON A. M., BARANYI J., PITT J. I., EYLES M. J., ROBERTS T. A. (1994): Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Aspergillus flavus* and related species. Int. J. Food Microbiol., 23: 419–431.
- HOCKING A. D., PITT J. I. (1984): Food Spoilage fungi. II. Heat resistant fungi. CSIRO Food Res., 44: 73–82.
- JESEŇSKÁ Z., HAVRÁNEKOVÁ D., ŠAJBIDOROVÁ I. (1984): On the problems of moulds on some products of canning industry. Českosl. Hyg., 29: 102–109.
- JESEŇSKÁ Z., PETRÍKOVÁ D. (1985): Mikroskopické huby ako agens kazení ovocných konzerv. Českosl. Hyg., 30: 175–177.
- JESEŇSKÁ Z., PIECKOVÁ E., ŠEPITKOVÁ J. (1991): Thermoresistant propagules of *Neosartorya fischeri*. Some ecological considerations. J. Food Protect., 54: 581–584.
- JESEŇSKÁ Z., PIECKOVÁ E., BERNÁT D. (1992): Heat-resistant fungi in the soil. Int. J. Food Microbiol., 16: 209–214.
- PIECKOVÁ E., JESEŇSKÁ Z. (1995): *Talaromyces avellaneus* (Thom and Turesson) C. R. Benjamin, nový druh mikromycéty do zoznamu potravinársky významných mikroorganizmov: výskyt a vlastnosti. Hygiena, 40: 362–365.
- TROLLER J. A. (1987): Adaptation and growth of microorganisms in environments with reduced water activity. In: ROCKLAND L. B., BEUCHAT L. R. (Eds.): Water Activity: Theory and Application to Food. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel: 101–117.
- VALÍK P., PIECKOVÁ E., GÖRNER F. (1999): Modelovanie rastu *Neosartorya fischeri* v závislosti od aktivity vody upravenej sacharózou a NaCl. Bull. Potravn. Výsk., 38: 85–94.

Došlo 19. 1. 2000

Prijato k publikovaniu 26. 6. 2000

Kontaktná adresa:

Ing. EUBOŘ VALÍK, Ph.D., Slovenská technická univerzita, Chemickotechnologická fakulta, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, tel.: + 421 7 59 32 55 18, fax: + 421 7 39 31 98, e-mail: valik@chtf.stuba.sk