

## Dynamika obsahu stafylokokov pri sušení cestovín

FRIDRICH GÖRNER – ELENA TOMANOVÁ – NADEŽDA ROŠKANINOVÁ –  
DAGMAR BUZINKAYOVÁ

**Súhrn.** Na objasnenie príčiny príležitostného zvýšeného obsahu stafylokokov v dlhých a krátkych cestovinách sa v modelových pokusoch skúmala otázka ich rozmnožovania vo zvyškoch cesta na náradí a zariadení pri teplote 20–24 °C počas 15 dní.

Zistilo sa, že po začiatočnom poklese počtu stafylokokov v ceste v prvých fázach jeho schnutia do 6 hodín o 0,6–0,8 log poriadku sa stafylokoky za tri dni rozmnožili o 3,2 log poriadku (hrubšia vrstva cesta) a o 2,2 log poriadku (tenšia vrstva cesta). Potom ich počet do 15 dní pomaly klesal. V hrubšej vrstve o 4,6 log poriadkov na  $2,6 \cdot 10^3$  KTJ.g<sup>-1</sup> (KTJ – kolónie tvoriace jednotky) a v tenšej vrstve o 3,9 log poriadkov na  $9,8 \cdot 10^2$  KTJ.g<sup>-1</sup>.

Zvyšky cesta na nedokonale očistenom výrobnom náradí a zariadení môžu byť významným zdrojom sekundárnej kontaminácie cestovín stafylokokmi.

Pod súhrnným názvom „cestoviny“ rozumieme u nás v zmysle ČSN 56 0920 cestoviny podľa tvaru: dlhé (makaróny, špagety), stredne dlhé (makaróny rezané, vlasové rezance, široké rezance, fliačky stredné a dlhé) a krátke (tarhoňa, krúžky, cestovinová ryža, abeceda a cestovinový zlom pre mimotržných odberateľov). Podľa obsahu vajec rozoznávame cestoviny s rozličným obsahom vaječnej hmoty na jeden kg múky a cestoviny bezvaječné.

Podľa citovanej normy môže byť v dlhých cestovinách (makaróny a špagety) najvyšší obsah stafylokokov stanoviteľný mikrobiologickými metódami  $1 \cdot 10^3$  KTJ.g<sup>-1</sup> (KTJ – kolónie tvoriace jednotky). V ostatných cestovinách by sa nemali dať dokázať; neudáva sa však, v akom množstve vzorky (podľa laboratórnej praxe pravdepodobne v 0,1 g).

Mikrobiologickým vyšetrením v obchodnej sieti odobraných vzoriek dlhých cestovín na obsah stafylokokov na médiu podľa Bairda–Parkera a na

---

Prof. Ing. Dr. Fridrich Görner, DrSc., Ing. Nadežda Roškaninová, Katedra technickej mikrobiológie a biochémie, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Dr. Elena Tomanová, Krajská hygienická stanica ZsK, Trnavská 52, 826 45 Bratislava.

Ing. Dagmar Buzinkayová, Výskumno-vývojová jednotka, Mlynský a pekárenský priemysel GRT, Miletičova 14, 824 59 Bratislava.

krvnom agare (ČSN 56 0100) sme stanovili [14] rôzne obsahy stafylokokov. V niektorých vzorkách neboli v 0,1 g dokázané, v iných sa ich stanovený obsah pohyboval v rozmedzí denzít  $10^2$ – $10^5$  KTJ.g<sup>-1</sup>. V citovanej práci sa tiež dokázalo, že stafylokoky boli vo vyšetrovaných cestovinách nehomogénne rozptýlené.

Prítomnosť stafylokokov v cestovinách nie je neobvyklá [5, 6, 12, 13, 15, 16]. Uvedení autori od nás i zo zahraničia mali rovnaký názor, že stafylokoky, ale aj salmonely sa môžu dostať do cestovín primárne zo sušených a mrazených vajec, sušeného mlieka a sušených kvasníc. Sekundárne sa do cestovín môžu dostať rekontamináciou zo zvyškov cesta vo výrobných zariadeniach, ak sa tieto denne nepodrobujú dôkladnej sanitácii.

Nás v tejto súvislosti zaujímalo, či a ako sa môžu stafylokoky v ceste a jeho zvyškoch vo výrobných zariadeniach rozmnožovať. Nesledovali sme stafylokoky pri spracovaní cesta na komerčné cestovinárske produkty.

### Materiál a metóda

Na skúmanie rozmnožovania, prípadne odumierania stafylokokov vo zvyškoch cesta na náradí a zariadení v modelovom pokuse sme pripravili cesto podľa jednotného technologického postupu [7] vymiešaním hrubej pšeničnej múky s vodou a vajcom. Do použitého množstva vody sme pridali suspenziu *Staphylococcus aureus* vypestovaného z vyšetrovaných cestovín na médiu podľa Bairda–Parkera [8, 9]. Identifikáciu sme robili farbením podľa Grama [1], za pomoci tvorby enzýmu plazmokoaguláza (Sevatest Stafylo PK Imuna) a enzýmu termonukleáza [4]. Do cesta sme pridali také množstvo suspenzie, že pripravené obsahovalo rádovo  $10^4$ – $10^5$  KTJ.g<sup>-1</sup>. Vymiesené cesto sme rozdelili na dve časti. Jednu sme rozvalkali na tenkú vrstvu a pokrájali na fliačky (tenšia vrstva cesta), druhú na vrstvu asi 5 mm hrubú a pokrájali na rezance (hrubšia vrstva cesta). Fliačkami a rezancami sme imitovali rôzne hrubé vrstvy zvyškov cesta na nedokonale očistenom náradí a zariadení. Obidve časti sme nechali v tme stáť pri laboratórnej teplote (20–24 °C) a vo zvolených intervaloch sme v nich stanovili obsah stafylokokov na médiu podľa Bairda–Parkera. Ostatné mikrobiologické vyšetrenia sme robili podľa ČSN 56 0100.

### Výsledky a diskusia

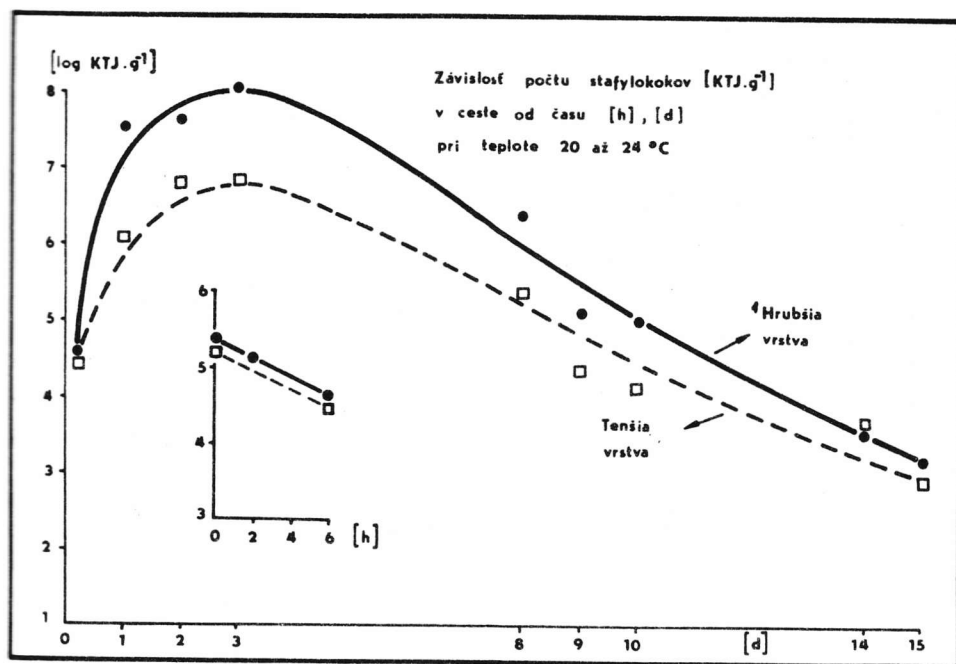
Z výsledkov zhrnutých v tabuľke 1 a na obr. 1 (plná čiara) vidieť, že v hrubšej vrstve cesta do 6 hodín počet stafylokokov najprv klesal, a to zo začiatočnej hodnoty  $3,6 \cdot 10^5$  KTJ.g<sup>-1</sup> na  $6,2 \cdot 10^4$  KTJ.g<sup>-1</sup>. Do druhého dňa sa stafy-

Tabuľka 1. Závislosť počtu KTJ.g<sup>-1</sup> stafylokokov v ceste od času schnutia pri teplote 20–24 °C

Table 1. Dependence of staphylococci quantity (in CFU.g<sup>-1</sup>) in dough on drying time at 20–24 °C

Čas <sup>1</sup>	Hrubšia vrstva <sup>2</sup>		Tenšia vrstva <sup>3</sup>	
	[KTJ.g <sup>-1</sup> ]	log KTJ	[KTJ.g <sup>-1</sup> ]	log KTJ
0 h	3,6 . 10 <sup>5</sup>	5,6	2,1 . 10 <sup>5</sup>	5,3
2 h	1,9 . 10 <sup>5</sup>	9,3	1,3 . 10 <sup>5</sup>	5,1
6 h	6,2 . 10 <sup>4</sup>	4,8	5,6 . 10 <sup>4</sup>	4,7
1 d	5,4 . 10 <sup>7</sup>	7,7	1,2 . 10 <sup>6</sup>	6,1
2 d	6,4 . 10 <sup>7</sup>	7,8	8,0 . 10 <sup>6</sup>	6,9
3 d	1,1 . 10 <sup>8</sup>	8,0	8,6 . 10 <sup>6</sup>	6,9
8 d	4,1 . 10 <sup>6</sup>	6,6	4,4 . 10 <sup>5</sup>	5,6
9 d	1,7 . 10 <sup>5</sup>	5,2	3,4 . 10 <sup>4</sup>	4,5
10 d	1,4 . 10 <sup>5</sup>	5,1	2,6 . 10 <sup>4</sup>	4,4
14 d	6,6 . 10 <sup>3</sup>	3,8	6,8 . 10 <sup>3</sup>	3,8
15 d	2,6 . 10 <sup>3</sup>	3,4	9,8 . 10 <sup>2</sup>	3,0

<sup>1</sup>Time; <sup>2</sup>Thicker plate; <sup>3</sup>Thinner plate; KTJ = CFU – colony forming unit.



Obr.1. Závislosť počtu stafylokokov [KTJ.g<sup>-1</sup>] v ceste od času [h], [d] pri teplote 20–24 °C.

Fig.1. The dependence of the number of staphylococci [CFU g<sup>-1</sup>] in pasta rests on time [h], [d] at the temperature 20–24 °C.

Thicker dough plate; <sup>2</sup> Thinner dough plate.

lokoky v ceste aj pri laboratórnej teplote významne rozmnožili na  $5,4 \cdot 10^8$  KTJ.g<sup>-1</sup>, t.j. o 2,9 log poriadku. Maximálny počet stafylokokov sme zaznamenali len na tretí deň,  $1,1 \cdot 10^8$  KTJ.g<sup>-1</sup>. Asi v tom čase klesla vlhkosť cesta z pôvodných 31,2 % na 8,3 %. Možno preto predpokladať, že zastavenie rozmnožovania stafylokokov súviselo predovšetkým so znížením vlhkosti cesta. Na ôsmy deň už bol stanovený obsah stafylokokov  $4,1 \cdot 10^6$  KTJ.g<sup>-1</sup> a na pätnásty deň, keď sa vyšetrovanie prerušilo, už iba  $2,6 \cdot 10^3$  KTJ.g<sup>-1</sup>.

Výsledky (tab. 1, obr. 1 – prerušovaná čiara) pre tenšiu vrstvu cesta sa od predchádzajúcich líšili iba v nižších maximálnych a minimálnych hodnotách stafylokokov. Bolo to zapríčinené najpravdepodobnejšie tým, že tenšia vrstva cesta rýchlejšie schla a stafylokoky takto nemohli dosiahnuť takú vysokú denzitu ako vo vlhkejšom ceste hrubšej vrstvy. Rozdiel bol maximálne do 1,6 log poriadku.

Z obrázku 1 možno extrapolovať, že počet stafylokokov by sa časom čo najpravdepodobnejšie asymptoticky blížil k nule. Nebolo by správne z hľadiska normovaného limitu kalkulovať s klesaním stafylokokov v suchom ceste. Lea a kol. [5] poukázali vo svojej práci na to, že v ceste na výrobu makarónov bola pri teplote 25 °C počas 18–30 hodín a konečnej denzite stafylokokov  $7 \cdot 10^3$  a  $3 \cdot 10^8$  KTJ.g<sup>-1</sup> dokázaná prítomnosť stafylokokového enterotoxínu A. Pri tom pôvodný obsah stafylokokov v ceste nebol vyšší ako  $10^2$ , resp.  $10^3$  KTJ.g<sup>-1</sup>.

Podľa získaných skúseností je dodržiavanie požiadavky „neprítomnosť stafylokokov“ vzhľadom na ich množenie v ceste aj pri laboratórnej teplote možné iba pri veľmi prísnom zachovávaní hygienických a technických predpisov alebo musí byť technologický proces výroby cestovín taký, aby stafylokoky, ktoré sa dostanú do cesta primárnou alebo sekundárnou kontamináciou, boli v ceste devitalizované.

Pri výrobe dlhých cestovín, v ktorých sa spravidla nachádzali stafylokoky modelových pokusoch sa osvedčil prídavok malého množstva „bakteriostatickej substancie M“ (bez bližšej špecifikácie) do cesta [6]. Táto substancia mala na stafylokoky výrazný bakteriostatický účinok. Pri dôkladnej sanitácii náradia a zariadenia sa počet stafylokokov v krátkych produktoch (požaduje sa neprítomnosť stafylokokov) podarilo znížiť z pôvodných  $10^3$ – $10^6$  KTJ.g<sup>-1</sup> najmenej ako  $10^2$  KTJ.g<sup>-1</sup>. Po pridaní substancie M do cesta na výrobu dlhých cestovín (povolený obsah stafylokokov  $1 \cdot 10^3$  KTJ.g<sup>-1</sup>) a pri dodržiavaní hygienických požiadaviek pri výrobe cestovín boli aj tieto výrobky trvale bez stafylokokov.

Urýchlenie sušenia cestovín pri vyšších, až mikrobicídnych teplotách uvádzajú [10]. Teplota vzduchu je pri tomto postupe až 70 °C a má vysokú relatívnu vlhkosť, aby sa zamedzilo predčasné vysušenie ich povrchu a v dôsledku toho ich lámanie. Takéto technologické zariadenia sú k dispozícii aj v niektorých našich závodoch.

V súčasnosti sa odporúča sušenie cestovín mikrovlnným ohrevom [11]. Najprv sa vlhkosť extrudovaných cestovín zníži vzduchom z pôvodných asi 32 % na asi 25 % a potom mikrovlnným ohrevom za asi 10 min na 14 %. V prvej fáze sušenia (vzduchom) cestovina nadobudne teplotu 40–45 °C a pri mikrovlnnom ohreve 80–90 °C. Dosušanie sa opäť robí vzduchom pri 40–60 °C, ale pri vlhkosti, ktorá už nedovoľuje rozmnoženie stafylokokov. Tento spôsob sušenia je ale nákladnejší, ako sušenie vzduchom. Mikrovlnný ohrev skráti čas sušenia natoľko, že výkon linky vzrastie trojnásobne až štvornásobne a získajú sa cestoviny vyhovujúcich mikrobiologických vlatností.

## Literatúra

- [1] BUZINKAYOVÁ, D. Bull. PV, 25 (5), 1986, č. 2, s. 165.
- [2] ČSN 56 092. Těstoviny. 1968.
- [3] ČSN 56 0100. Mikrobiologické zkoušení poživatin, předmětů běžného užívání a prostředí potravinářských provozoven.
- [4] GÖRNER, R. – JANČEKOVÁ, J. – ŠIMKOVICOVÁ, H., Výživa, 1982, č. 4, s. 25.
- [5] LEE, W. H. – STAPLES, C. L. – OLSON, J. C., Jr. J. Food Sci., 40, 1975, s. 119.
- [6] MATĚJOVSKÁ, V. – TICHÁ, J. – ČERNOVSKÝ, J., J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol., 16, 1972, s. 148.
- [7] N.N. a, Výroba cestovín – jednotný technologický postup výroby. Cestovinárne Piešťany 1986.
- [8] N.N. b, Handbuch der OXOID-Erzeugnisse für mikrobiologische Zwecke. 3. vyd. Wesel. Oxoid GmbH 1977, s. 329.
- [9] N.N. c, Mikrobiologisches Handbuch. Darmstadt, E. Merck (b.r.), s. 438.
- [10] PROCHÁZKA, M.: Mlynárstvo II. Bratislava, Alfa 1985, s. 264.
- [11] ROSENBERGER, U., Ernährungs-Umschau, 32, 1985, s. 291.
- [12] TICHÁ, J., Alimenta, 1970, č. 4, s. 147.
- [13] TICHÁ, J., – MUZIKAŘ, V., Čs. Hyg., 15, 1970, s. 276.
- [14] TOMANOVÁ, E. – GÖRNER, F. – ROŠKANINOVÁ, N. – BUZINKAYOVÁ, D., Hyd. Priemy., 27, 1986, s. 205.
- [15] WALSH, D. E., Macaroni J., 54, 1972, s. 16.
- [16] WALSH, D. E. – FUNKE, B. R., J. Food Sci., 40, 1975, s. 714.

## Динамика содержания стафилококков во время сушки макаронных изделий

### Резюме

Для объяснения причины редкового повышенного содержания стафилококков в длинных и коротких макаронных изделиях в модельных опытах исследовали вопрос их размножения в остатках теста на инструментах и оборудовании при температуре 20–24 °C в течение 15 дней.

Было обнаружено, что после начального понижения количества стафилококков в тесте на первых фазах его высыхания до 6 часов на 0,6–0,8 лог порядка, стафилококки во время трёх дней размножились на 3,2 лог порядка (толстый слой теста) и на 2,2 лог порядка (тонкий слой теста). После того их количество в течение 15 дней по-

степенно понижалось. В толстом слое на 4,6 лог порядка до  $2,6 \cdot 10^3$  КОЕ.г<sup>-1</sup> колонии образующие единицы и в тонком слое на 3,9 лог порядка до  $9,8 \cdot 10^2$  КОЕ.г<sup>-1</sup>.

Остатки теста на нехорошо очищенном производственном инструменте и оборудовании могут стать источником вторичного загрязнения макаронных изделий стафилококками.

### **Dynamics of staphylococci content at pasta drying**

#### **Summary**

Model experiments concerning the staphylococci reproduction in pasta rests on processing equipment at 20–24 °C in 15 days' period were performed in order to clarify the reasons of high content of staphylococci in short goods and macaroni. The number of staphylococci in dough was reduced during the initial drying phases (up to 6 hours) by 0.6–0.8 log order. In 3 days, staphylococci increased again by 3.2 log order (thicker dough plate) and by 2.2 log order (thinner dough plate). Then their number slowly decreased by 4.6 log order ( $2.6 \times 10^3$  CFU.g<sup>-1</sup> in thicker dough plate and by 3.9 log order on  $9.8 \times 10^2$  CFU.g<sup>-1</sup> in thinner plate during 15 days' period (CFU – colony forming unit).

Dough rests on the insufficiently cleared equipment can be considered significant source of the secondary staphylococci contamination of pasta.