

# Výskum podmienok efektívnej inaktivácie mikroorganizmov *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidom

J. ŠUBÍK, Z. LEŠKOVÁ, Y. GBELSKÁ, E. DUDÍKOVÁ, G. TAKÁCSOVÁ

V snahe prispieť k inovácii sanitačných prostriedkov, používaných v podmienkach potravinárskeho priemyslu, študovala sa antimikróbná aktivita, spôsob účinku, ako aj korelácia antimikróbnej a cytolytickej aktivity s chemickou štruktúrou série organických zlúčenín, patriacich k *N*-alkylaminoxidom [1—3]. Berúc do úvahy spôsob chemickej prípravy, antimikróbnu aktivitu, toxicitu pre cicavce, spôsob účinku, povrchovú aktivitu, biologickú degradabilitu, nekoroziivnosť, ako aj rozpustnosť vo vode a nevodných rozpúšťadlách sa zo série viac ako 20 individuálnych zlúčenín vybral *N,N* dimetyl-1-metyldodecylaminoxid [3] ako nová, biologicky aktívna látka, vhodná na prípravu nových, vysokoúčinných sanitačných prostriedkov, ktoré by sa dali použiť i v náročných podmienkach potravinárskeho priemyslu [4].

Účinnosť dezinfekčných postupov za použitia biologicky aktívnych látok závisí od viacerých faktorov. Sú to najmä štruktúra a koncentrácia účinnej látky, počet, druh a fyziologický stav mikroorganizmov, pH, teplota a čas pôsobenia [5—7]. Efektívna aplikácia aminoxidov v dezinfekčnej praxi bez znalosti týchto zákonitostí a podmienok by bola nemožná.

Predložená práca demonštruje dynamiku inaktivácie zmesných kultúr mikroorganizmov, pochádzajúcich z rozličných prevádzok potravinárskeho priemyslu, *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidom a určuje optimálne podmienky jeho dezinfekčnej účinnosti.

## Materiál a metódy

### Mikroorganizmy a ich kultivácia

V práci sa použili pomnožené zmesné kultúry mikroorganizmov izolované sterovou metódou [8] z rozličných miest prevádzok Mäsokombinátu — Rača, resp. Milexu — Bratislava. Zmesná mikroflóra rástla 16 h aeróbne pri 37 °C v tekutom médiu, obsahujúcom v 1 litri: 5 g glukózy, resp. 5 g laktózy, 5 g peptónu, 1,5 g kvasničného extraktu, 1,5 g hovädzieho extraktu, 3,5 g NaCl, 1,32 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , a 3,68 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , konečné pH 7,0.

## Dezinfekčná účinnosť a jej stanovenie [5, 6]

Inaktivácia mikroorganizmov sa sledovala pri teplote 20—50 °C v dezinfekčnej zmesi, obsahujúcej 25 mM tlmivý roztok pH 3,0—8,4 citrát-NaOH, citrát-fosfát, fosfát-fosfát, alebo Tris-HCl [9], aminosid koncentrácie 0,01—1,0 g/100 ml a bunky zmesnej mikroflóry potravinárskeho priemyslu ( $3,0 \times 10^6$  —  $5 \times 10^7$  buniek/ml) pridané v čase 0. Vo vyznačenom čase expozície (0, 2, 5, 10, 20 min) alikvotná časť buniek sa odoberala, premyla, riedila a vysiala na povrch agarového média, obsahujúceho v 1 l 10 g mäsového extraktu, 10 g peptónu, 5 g NaCl, 15 g agaru a 5 g glukózy, resp. 5 g laktózy. Počet vyrastených kolónií sa určil po 48 hodinách rastu pri 37 °C. Dezinfekčná účinnosť sa vyjadřila ako log % prežitéch buniek (% inaktivovaných buniek) exponovaných aminosidu za udaných experimentálnych podmienok.

## Chemikálie

*N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosid bol dar F. Devínskeho (Farmaceutická fakulta Univerzity Komenského). Ostatné chemikálie pochádzali z Imuny, Šarišské Michaľany a z Lachemy, Brno.

## Výsledky

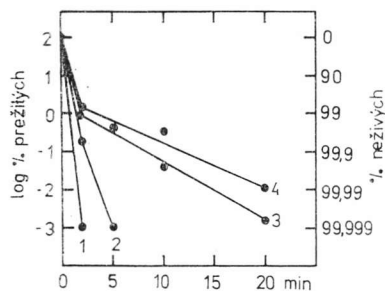
V prvej fáze výskumu sa experimentálne študoval vplyv rozličných koncentrácií aminosidu (0,02, 0,01 a 1,0 g v 100 ml), času expozície (2, 5, 10, 20 min), teploty (20, 35, 50 °C) a pH prostredia (5,4; 7,0; 8,4) vo všetkých možných vzájomných kombináciách na prežitie pomnožených buniek zmesnej mikroflóry, ktorá sa vzhľadom na možnú aplikáciu aminosidov v dezinfekčnej praxi potravinárskeho priemyslu izolovala z rozličných prevádzok mäsového a mliekárenského priemyslu.

Obrázok 1 znázorňuje inaktivačné krivky mikroorganizmov vystavených účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosidu. Vidieť, že životaschopnosť buniek s časom inkubácie klesá, pričom priebeh inaktivačného procesu bol exponenciálny. Pri optimálnejších podmienkach v kyslom prostredí (obr. 1, krivka 1) počet prežitéch buniek klesol viac ako  $10^5$ -krát už hneď po prvých dvoch minútach expozície, kým za menej priaznivých podmienok v neutrálnom prostredí sa rovnaký dezinfekčný účinok dosiahol až po dvojnásobnej expozícii (obr. 1, krivka 2). Za nepriaznivých podmienok a v alkalickom prostredí bola rýchlosť inaktívácie mikroorganizmov menšia, vykazovala viacfázový priebeh a výrazne ju neovplyvnila ani desaťnásobne vyššia koncentrácia aminosidu (obr. 1, krivka 3, 4). Kvalitatívne podobné výsledky sa získali aj s bunkami zmesnej mikroflóry pochádzajúcej zo závodu Milex, Bratislava (obr. 2).

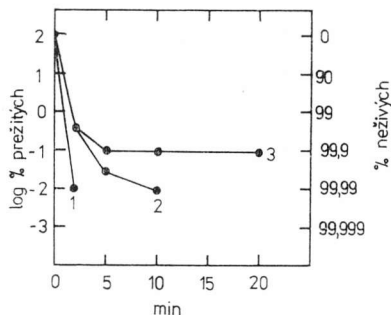
V súlade s pozorovaným vplyvom teploty na cytolytickú a hemolytickú aktivitu aminosidov [1, 2] i dezinfekčný účinok *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosidu výrazne závisel od teploty. V kyslom prostredí (obr. 3) pri 20 °C rozsah inaktívácie mikroorganizmov z mäsového priemyslu bol výrazne nižší ako pri teplotách 35—50 °C a s rastúcim časom expozície sa podstatne nemenil. Za menej priaznivých podmienok, v alkalickom prostredí (obr. 4) pri tej istej

koncentracii aminoxidu (0,1 g/100 ml) rýchlosť a rozsah inaktivácie pri teplotách 20 a 35 °C boli približne rovnaké, v intervale expozície 5—20 min výrazne sa meniace, ale podstatne nižšie ako pri 50 °C. Za týchto experimentálnych podmienok aminoxid v koncentrácii 1,0 g/100 ml dynamiku dezinfekcie podstatne neovplyvnil.

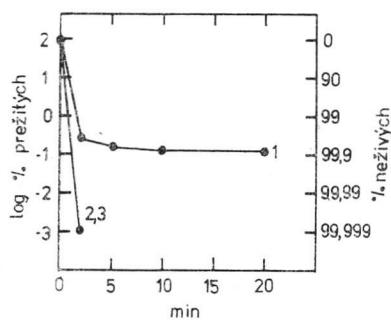
Vplyv študovaných teplôt na rozsah dezinfekčného účinku po dvoch minútach



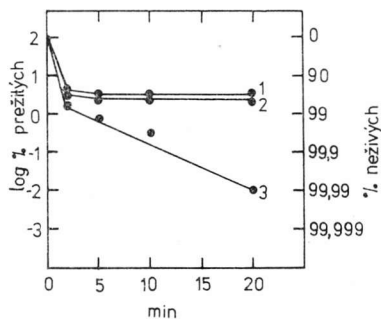
Obr. 1. Časová závislosť prežívania buniek zmesnej mikroflóry mäso priemyslu vystavenej účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia exponovaných mikroorganizmov:  $6 \times 10^6$  b/ml. Exponovaná mikroflóra bola zmesou (1:1) 16 hodín rastúcich buniek zmesných kultúr odobratých zo steny, podlahy, násypníka, prvej a druhej linky v črevárni Mäso kombinátu — Rača. Teplota 50 °C. 1 — aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 5,4; 2 — aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 7,0; 3 — aminoxid 1 g/100 ml; pH 8,4; 4 — aminoxid 0,1/100 ml; pH 8,4.



Obr. 2. Časová závislosť prežívania buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia exponovaných mikroorganizmov  $3,6 \times 10^6$  b/ml. Exponovaná mikroflóra bola zmesou (1:1) 16 hodín rastúcich buniek zmesných kultúr odobratých z lisov č. 4 a 8, z mriežky a plachiet v tvarohárni na mäkký tvaroh, ako aj z lisov č. 12 a 13, mriežky a plachiet v tvarohárni na tučný tvaroh Milexu, Bratislava. Teplota 35 °C; koncentrácia aminoxidu 0,1 g/100 ml. 1 — pH 5,0; 2 — pH 7,0; 3 — pH 8,4.

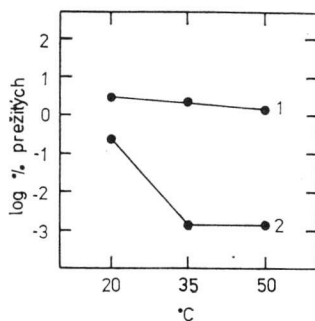


Obr. 3. Vplyv teploty na prežívanie buniek zmesnej mikroflóry mäsového priemyslu vystavenej v kyslom prostredí účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 1; aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 5,4. 1 — 20 °C; 2 — 35 °C; 3 — 50 °C.

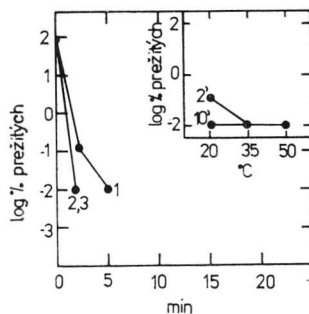


Obr. 4. Vplyv teploty na prežívanie buniek zmesnej mikroflóry mäsového priemyslu vystavenej v alkalickom prostredí účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 1; aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 8,4. 1 — 20 °C; 2 — 35 °C; 3 — 50 °C.

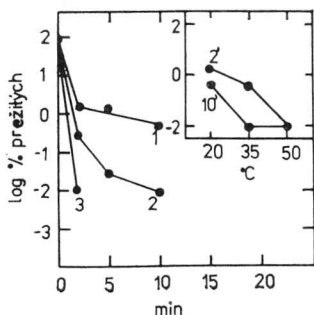
tach expozície buniek proti *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu (0,1 g/100 ml) v kyslom a alkalickom prostredí súhrnne znázorňuje obr. 5. Jasne vidieť, že optimum dezinfekčného účinku aminoxidu leží v oblasti vyšších teplôt. Tento istý záver vyplynul aj z pokusov s mikroflórou, pochádzajúcou z mliekárenského priemyslu. Diferenciálny efekt teploty na priebeh inaktívácie zmesnej mikroflóry sa dal pozorovať v širšej škále hodnôt pH, pričom inakti-



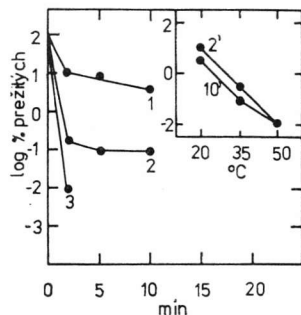
Obr. 5. Vplyv teploty na bioicídny efekt *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu v alkalickom a kyslom prostredí. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 1; aminoxid 0,1 g/100 ml; čas expozície 2 min. 1 — pH 8,4; 2 — pH 5,4



Obr. 6. Vplyv teploty na prežívanie buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej v kyslom prostredí účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 2; aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 5,4. 1 — 20 °C, 2 — 35 °C; 3 — 50 °C.



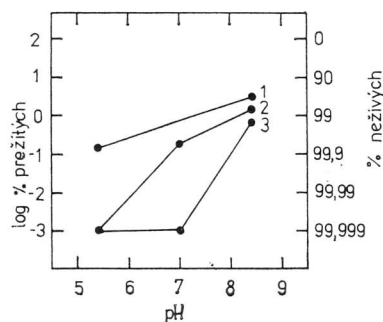
Obr. 7. Vplyv teploty na prežívanie buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej v neutrálnom prostredí účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 2; aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 7,0. 1—20 °C; 2—35 °C; 3—50 °C.



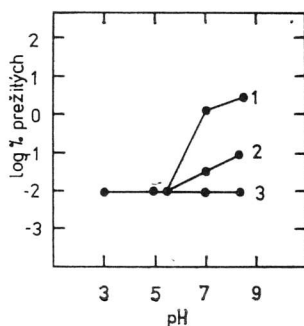
Obr. 8. Vplyv teploty na prežívanie buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej v alkalickom prostredí účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 2; aminoxid 0,1 g/100 ml; pH 8,4. 1—20 °C; 2—35 °C; 3—50 °C.

vačná účinnosť s rastúcim pH a so znižujúcou sa teplotou výrazne klesala (obr. 6—8). Za daných experimentálnych podmienok (obr. 3 a 6, resp. obr. 4 a 8) citlivosť mikroorganizmov k aminoxidu bola v prípade mikroflóry mliekárenského priemyslu relatívne vyššia ako v prípade zmesnej mikroflóry pochádzajúcej z mäsového priemyslu.

*N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxid patrí do skupiny neionogénnych tenzidov. Ako však vyplýva z predchádzajúcich výsledkov (obr. 1—8), biocídny efekt aminoxidu napriek tomu výrazne závisel od pH prostredia. Biocídna aktivita s rastúcou koncentráciou protónov v médiu vzrastala, pričom v rozmedzí hodnôt pH 3—6 sa výrazne nemenila (obr. 9, 10). Pri vyšších hodnotách pH dezinfekčná účinnosť *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu bola podstatne nižšia, ale do určitej miery kompenzovateľná predĺžením času expozície, zvýšením koncentrácie aminoxidu alebo teploty (obr. 9—10).



Obr. 9. Vplyv pH inkubačnej zmesi na biocídny efekt *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu (0,1 g/100 ml) pri rozličných teplotách. Koncentrácia a pôvod exponovaných mikroorganizmov ako na obr. 1. 1—20 °C, expozícia 5 min; 2—50 °C, expozícia 2 min; 3—50 °C, expozícia 5 min.



Obr. 10. Vplyv inkubačnej zmesi na biocídny efekt *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu (0,02 g/100 ml) pri rozličných teplotách. Koncentrácia exponovaných mikroorganizmov:  $3,6 \times 10^6$  b/ml. Exponovaná mikroflóra bola zmesou (1:1) 16 hodín rastúcich buniek zmesných kultúr odobratých z ohrievača, koncovky, miešadla, horného potrubia, vyrovnávajúcej nádrže, rozdvajacieho ventilu pri čerpadle, potrubia nad čerpadlom, chladiaceho pastéra, potrubia pri chladiacom pastére, potrubia pri dávkovači a z dávkovača výrobné 16 % smotany v Milexe, Bratislava. Čas expozície 5 min. 1 — aminoxid (0,02 g/100 ml), 35 °C; 2 — aminoxid (0,1 g/100 ml), 35 °C; 3 — aminoxid (0,02 g/100 ml), 50 °C.

Skúmajúc vplyv nižších hodnôt pH na priebeh inaktivácie mikroorganizmov v prítomnosti *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu (0,1 g/100 ml) sa zistilo, že v rozmedzí hodnôt pH 3—6 sa biocídna aktivita aminoxidu už výrazne nemenila, a to bez ohľadu na to, či sa testovala pri 20 °C (tab. 1), resp. 35 °C (tab. 2). Podobné výsledky sa získali aj s mikroflórou mliekárenského priemyslu pri päťnásobne nižšej koncentrácii aminoxidu (0,02 g/100 ml) (obr. 10).

Pri štúdiu dynamiky dezinfekcie *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu sa ďalšie experimenty zamerali na stanovenie minimálnej biocídnej koncentrácie aminoxidu. Inaktivácia mikroorganizmov v závislosti od koncentrácie

Tabuľka 1. Biocídna aktivita *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu testovaná pri 20 °C v závislosti od pH. Koncentrácia exponovaných mikroorganizmov:  $2 \times 10^7$  b/ml. Exponované mikroorganizmy tvorili zmes 16 hodín rastúcich buniek zmesných kultúr odobratých zo sušičky krvi, z kontajnerov na zber konfiškátov, ako aj z podlahy a steny zberne konfiškátov v Mäso-kombináte — Rača. Aminoxid 0,1 g/100 ml, čas expozície 5 min

pH prostredia	log % prežitých
3,0	— 0,958
4,0	— 0,839
5,0	— 0,276

Tabuľka 2. Biocídna aktivita *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu testovaná pri 35 °C v závislosti od pH. Pôvod a koncentrácia mikroorganizmov ako v tabuľke 1. Aminoxid 0,1 g/100 ml; čas expozície 5 min

pH prostredia	log % prežitých
3,0	— 0,972
4,0	— 0,978
5,0	— 0,938
6,0	— 0,699
7,0	— 0,046

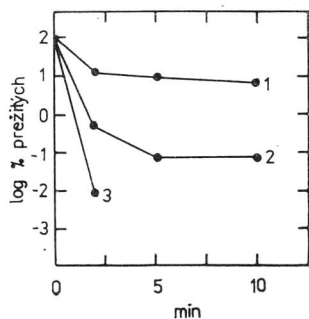
Tabuľka 3. Vplyv koncentrácie aminoxidu, teploty a doby pôsobenia na inaktiváciu mikroorganizmov mäsového priemyslu *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidom. Pôvod koncentrácie mikroorganizmov ako v tabuľke 1. pH prostredia 4,0

Aminoxid (%)	log % prežitých			
	35 °C		50 °C	
	2 min	5 min	2 min	5 min
0,01	—0,329	—0,860	—1,034	—1,034
0,05	—0,922	—0,912	—1,036	—1,058
0,1	—0,928	—0,928	—1,038	—1,196
1,0	—0,925	—0,937	—1,036	—1,218

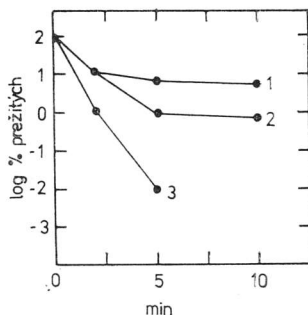
aminoxidu a času expozície sa sledovala pri pH 3 a 4, pri teplote 35 a 50 °C. Za týchto experimentálnych podmienok (tab. 3) rýchlosť dezinfekčného účinku bola najnižšia s aminoxidom v koncentrácii 0,01 g/100 ml pri teplote 35 °C, pričom rozsah dezinfekcie závisel od času expozície. Predĺženie času expozície na čas dlhší ako 5 min, ani zvýšenie koncentrácie aminoxidu (0,05—1,0 g/100 ml) nezvýšilo už ďalej rozsah dezinfekčného účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu pravdepodobne v dôsledku prítomnosti rezistentnej mikroflóry, ktorá odolávala aj inaktivačnému účinku Ajatínu (0,05 g/100 ml). Kvalitatívne a kvantitatívne rovnaké výsledky sa získali aj pri pH 3.

Na základe týchto pozorovaní koncentrácia aminosoxidu 0,02 g/100 ml pri pH 4 bola určená za minimálnu biocídnu koncentráciu *N,N*-dimetyl-1-metyl-dodecylaminosoxidu.

Obrázok 11 a 12 znázorňujú vplyv aminosoxidu v tejto koncentrácii na dynamiku inaktívácie mikroorganizmov zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu v závislosti od teploty a času pri pH 3 a 7. Vidieť, že maximum inaktívacej účinnosti pri koncentrácii aminosoxidu 0,02 g/100 ml možno dosiahnuť v čase kratšom ako 5 min, ak je teplota vyššia a pH inaktívacej zmesi dostatočne nízke.



Obr. 11. Časová závislosť prežívania buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidu (0,02 g/100 ml). Koncentrácia a pôvod mikroorganizmov ako na obr. 10; pH 3,0. 1—20 °C; 2—35 °C; 3—50 °C.



Obr. 12. Časová závislosť prežívania buniek zmesnej mikroflóry mliekárenského priemyslu vystavenej účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidu (0,02 g/100 ml). Koncentrácia a pôvod mikroorganizmov ako na obr. 10; pH 7. 1—20 °C; 2—35 °C; 3—50 °C.

Je známe, že prítomnosť organických látok, ako aj prítomnosť dvojmočných solí vápnika a horčíka znižujú dezinfekčnú účinnosť viacerých dezinficiencií [5—7, 10]. Preto sa preskúmala vplyv niektorých bielkovín, lipidov, mlieka, ako aj solí vápnika, horčíka a železa na biocídnu aktivitu *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidu. Za daných experimentálnych podmienok iba ióny horčíka a lecitín mierne znížili rýchlosť inaktívácie buniek zmesnej mikrobiálnej populácie, pričom s predĺžením času expozície sa celkový rozsah dezinfekčného účinku iba slabšie ovplyvnil (tab. 4). Takto s *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidom koncentrácie 0,02 g/100 ml pri pH 4,0 a teplote 50 °C za prítomnosti lecitínu (1,0 g/100 ml) už po 5 minútach expozície inaktívacia mikroorganizmov prebehla na 99,94 %, čo je hodnota dostatočná na pozitívne posúdenie účinnosti študovaných dezinficiencií [5, 11, 12]. V neprítomnosti ochranných látok dezinfekčná účinnosť *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidu (0,02 g/100 ml) za podmienok uvedených v tab. 4 bola vysoká a zodpovedala inaktívácii mikroorganizmov na viac ako 99,999 % z pôvodného počtu.

Na základe uvedených experimentálnych zistení optimálny dezinfekčný účinok, zodpovedajúci viac ako 99,999 % redukcii životaschopných mikroorganizmov možno za použitia *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminosoxidu dosiahnuť pri minimálnej koncentrácii aminosoxidu 0,02 g/100 ml, pH prostredia 3—5, teplote 50—70 °C a čase pôsobenia 2—5 min.

Tabuľka 4. Vplyv niektorých organických látok a elektrolytov na dezinfekčnú účinnosť *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Koncentrácia exponovaných mikroorganizmov:  $5 \times 10^7$  b/ml. Aminoxid: 0,02 g/100 ml; pH 4; teplota 50 °C. Exponované mikroorganizmy tvorili zmes 16 hodín rastúcich buniek zmesných kultúr odobratých z hovädzej porážky, bravčovej porážky, výškvarovne masť, rozrábky mäsa a kontajnerov v Mäsokombináte — Rača

Prídavok	log % prežitých	
	5 min	10 min
—	—3,398	—3,398
1 % peptón	—3,691	—3,699
1 % sérumalbumín	—3,398	—3,699
1 % lecitín	—1,398	—2,495
1 % mlieko	—3,398	—3,699
50 mM MgCl <sub>2</sub>	—2,699	—3,699
50 mM CaCl <sub>2</sub>	—3,222	—3,398
50 mM FeCl <sub>3</sub>	—3,000	—3,699

### Diskusia

Predložená práca demonštruje dynamiku dezinfekčného účinku *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu. Na pomnožených zmesných kultúrach izolovaných zo závodov potravinárskeho priemyslu sa študovala kinetika dezinfekčného procesu, jej závislosť od koncentrácie aminoxidu, teploty a pH reakčnej zmesi, ako aj pôvodu a koncentrácie buniek exponovanej mikroflóry.

Zistilo sa, že biocídna aktivita *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu je najvýraznejšia v rozsahu pH 3—5, pri teplote 50 °C a vyššej, pričom v roztokoch pri koncentráciách aminoxidu 0,02 g/100 ml a vyšších sa po 5 minútach pôsobenia v závislosti od povahy mikroflóry dosiahne dezinfekčná účinnosť prevyšujúca redukcii životaschopných buniek o viac ako 5 logaritmických cyklov.

Minimálna biocídna koncentrácia aminoxidu leží pod hodnotou kritickej micelárnej koncentrácie *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu (0,05 g/100 ml) [4]. Preto vzhľadom na pH optimum a uvedené fyzikálnochemické vlastnosti aminoxidu možno usúdiť, že za jeho biocídnu aktivitu je zodpovedná protonovaná forma molekuly monoméru.

Za testovaných experimentálnych podmienok aminoxid bol výrazne účinný pri relatívne vysokých koncentráciách mikroflóry ( $10^6$ — $10^9$  buniek/ml), jeho biocídna aktivita s teplotou stúpala a podstatne ju neovplyvňovala prítomnosť organických látok alebo elektrolytov. Dezinfekčná účinnosť *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu sa vcelku dá porovnať s účinnosťou organických kvartérnych amóniových solí alebo amfolytických tenzidov typu Tego, používaných v dezinfekčnej praxi v koncentracii 0,02—1,0 g/100 ml [5, 6, 13—16]. Od kvartérnych amóniových solí sa však *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxid výrazne líši nižšou toxicitou, pH optimom v kyslej oblasti, ako aj kompatibilitou s kationaktívnymi, neionogénnymi alebo anión-aktívnymi tenzidmi [4].

Vysoká dezinfekčná účinnosť *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu, jeho fyzikálnochemické a farmakologické vlastnosti predurčujú aminoxid na prie-



myselné využitie. Uvedený aminoxid je vhodný na prípravu nových účinných dezinfekčných a konzervačných prostriedkov, použiteľných v podmienkach potravinárskeho priemyslu, kozmetiky, zdravotníctva, poľnohospodárstva a všade tam, kde sa udržiava hygiena. V sanitačných procesoch možno *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxid použiť na dezinfekciu buď po predchádzajúcom čistení, alebo vzhľadom na jeho povrchovo aktívne solubilizačné vlastnosti ho možno použiť i v jednostupňovom kombinovanom procese čistenia a dezinfekcie. V poslednom prípade treba použiť vyššie koncentrácie aminoxidu, prevyšujúce kritickú micelárnu koncentráciu. Za týchto podmienok aplikácie rovnako ako aj pri použití v znečistených prostrediach, relatívne vyššie koncentrácie aminoxidu (0,05—0,2 g/100 ml), pri ktorých sa ušľachťuje rovnováha medzi micelami a monomérmi, môžu dostatočne kompenzovať straty aktívnych molekúl účinnej látky vyvolané jej adsorpciou alebo inaktiváciou.

### Súhrn

Študoval sa vplyv *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu na prežitie buniek zmesnej kultúry mikroorganizmov, odobratých z prevádzok mäsového a mliekárenského priemyslu.

Zistilo sa, že rýchlosť a rozsah inaktívácie mikroorganizmov závisia od koncentrácie aminoxidu, pH reakčnej zmesi, teploty a času pôsobenia. Ako optimálne podmienky biocídnej aktivity, pri ktorých dezinfekčná účinnosť v roztokoch po 5 minútach expozície zodpovedá úbytku živých buniek o viac ako 5 logaritmických cyklov, stanovili sa: minimálna koncentrácia *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxidu 0,02 g/100 ml, pH prostredia 3—5, teplota 50—70 °C. Za týchto podmienok s výnimkou fosfatidyleholínu, pepton, sérumalbumín a mlieko v koncentrácii 1 g/100 ml alebo MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> v 50 mM koncentrácii dynamiku dezinfekcie významne neovplyvnili.

Na základe získaných výsledkov berúc do úvahy fyzikálnochemické a toxikologické vlastnosti aminoxidu, možno *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylaminoxid navrhnúť ako účinnú látku na prípravu dezinfekčných prostriedkov aplikovateľných v podmienkach potravinárskeho priemyslu.

### Literatúra

1. ŠUBÍK, J. — TAKÁČOVÁ, G. — PŠENÁK, M. — DEVÍNSKY, F.: Antimicrobial activity of amine oxides: Mode of action and structure-activity correlation. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 12, 1977, s. 139.
2. TAKÁČOVÁ, G. — ŠUBÍK, J.: The hemolytic activity of heterocyclic N-alkyl amine oxides. *Experientia*, 33, 1977, s. 1415.
3. TAKÁČOVÁ, G. — ŠUBÍK, J.: Antimicrobial and cytolytic activity of *N,N*-dimetyl-1-metyldodecylamine oxide. *Folia Microbiol.*, 24, 1979, s. 153.
4. ŠUBÍK, J. — TAKÁČOVÁ, G. — LEŠKOVÁ, Z. — DUDÍKOVÁ, E. — GBELSKÁ, Y.: Podklady pre zavedenie nových postupov inaktívácie mikroorganizmov, najmä v mliekárenskom a mäsovom priemysle, za účelom zvýšenia hygieny. Nehmotný realizačný výstup úlohy P 11-529-264-02. Bratislava 1978.
5. SYKES, G.: *Desinfection and Sterilisation*. London, Spone Ltd. 1965.
6. BLOCK, S. S.: *Desinfection, Sterilisation and Preservation*. Philadelphia, Lea and Febiger 1977.

7. ŠUBÍK, J.: Antimikróbne látky v dezinfekčných procesoch. Bulletin VÚP, XVII, 1978, č. 2, s. 35.
8. Mikrobiologické vyšetřovanie potravín, predmetov bežného užívania a prostredia potravinárskych prevádzok. ČSN 56 0100.
9. KEIL, B. — ŠORMOVÁ, Z.: Laboratorní technika biochemie. Praha, Nakl. ČSAV 1959, s. 739.
10. SKINNER, F. A. — HUGO, V. B.: Inhibition and Inactivation of Vegetative Microbes. New York, Academic Press 1976.
11. TICHÁČEK, B.: Teoretické a metodické základy dezinfekce. Praha, Státní zdravotnické nakladatelství 1968.
12. COWEN, R. A. — STEIGER, B.: Antimicrobial activity — a critical review of test methods of preservative efficiency. J. Soc. Cosmet. Chem., 27, 1976, s. 467.
13. BERANOVÁ, E. — ŠVESTKOVÁ, Z.: Použití dezinfekčních prostředků v nápojovém průmyslu. Kvasný Prům., 20, 1974, s. 159.
14. ŠVORCOVÁ, L.: Porovnání účinnosti Lastanoxu Q, Septonexu A a Persterilu na směsné kultúry některých mikroorganismů. Kvasný Prům., 20, 1974, s. 181.
15. ROUSCH, W. — HESS, E.: Reinigung und Desinfektion von drei verschiedenen Metzgereibetrieben durch drei Reinigungsfirmen. Alimenta, 16, 1977, s. 179.
16. ŠVORCOVÁ, L.: Sborník přednášek „Současný stav potravinářského inženýrství“, Brno 1976.

Шубик, Й. — Лешкова, З. — Гбелска, У. — Дудикова, Е. — Такачева, Г.

#### Исследование условий эффективного инактивирования микроорганизмов N,N-диметил-1-метилдодecilаминооксида

##### Выводы

Исследовалось влияние N,N-диметил-1-метилдодecilаминооксида для пережития клеток смешанной культуры микроорганизмов, отобранных из работ предприятий мясной и молочной промышленности.

Установилось, что скорость и объем инактивирования микроорганизмов зависит от концентрации аминоксида, pH смеси, температуры и срока действия. Как оптимальные условия бицидного активирования, у которых дезинфекционная активность в растворах после 5 минут экспозиции соответствует убийи живых клеток больше чем 5 логарифмических циклов, были определены: минимальная концентрация N,N-диметил-1-метилдодecilаминооксида 0,02-100 мл, pH среды 3—5, температура 50—70°. В этих условиях с исключением фосфатидилхолина, пептин, альбумин сыворотки и молоко в концентрации 1 г/100 мл или хлорид магния, хлорид кальция, хлорид железа в 50 мМ концентрации не оказывали значительное влияние на динамику дезинфекции.

На основе полученных результатов, принимая во внимание физическо-химические и токсикологические свойства аминоксида, возможно N,N-диметил-1-метилдодecilаминооксид предложить как эффективное вещество для подготовки дезинфицирующих средств применяемых в условиях пищевой промышленности.

Šubík, J. — Lešková, Z. — Gbelská, Y. — Takácsová, G.

#### The research of the effective inactivation conditions of microorganisms by N,N-dimethyl-1-methyl-dodecylamine oxide

##### Summary

The influence of N,N-dimethyl-1-methyl-dodecylamine oxide on cells survival of mixed culture of microorganisms taken away from workings of meat and dairy industries was studied.

It was stated, that the velocity and the extent of microorganisms inactivation depends

on amineoxide concentration, reaction mixture pH, temperature and action time. As the optimal conditions of biocidal activity at which disinfection efficiency in solutions after 5 min. of exposure corresponds to decrease of living cells of more as 5 logarithmic cycles, they were stated: minimal concentration of N,N-dimethyl-1-methyldodecylamineoxide 0.02 g/100 ml; pH of medium 3—5; temperature 50—70°C. In these conditions except phosphatidylcholine, peptone, serum albumin and milk in concentration of 1g/100 ml, or  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ , in 50 mM concentrations, the dynamics of disinfection significantly did not influence.

On the basis of the obtained results and physical-chemical and toxicological properties of amineoxide it is possible to propose the N,N-dimethyl-1-methyldodecylamineoxide as the effective substance to the preparation of desinfectants applicable in conditions of food industry.