

L. ŠORMAN

Chemickotechnologická fakulta SVŠT v Bratislave

Na základe dlhoročnej skúsenosti potravinárskej technológie je známe, že intenzita rozkladných procesov potravinárskych surovín i spracovaných potravín, teda ich skaza, priamo závisí od počtu mikroorganizmov, ktoré sa v nich nachádzajú, ako aj od ich virulencie, a nepriamo závisí od odolnosti prostredia. Zjednodušene možno uvedenú skúsenosť formulovať matematickým vzťahom

$$R = \frac{\text{početnosť mikroorganizmov} \cdot \text{virulencia}}{\text{odolnosť prostredia}}.$$

Ak je hodnota činiteľa uvedeného v menovateli nepomerne väčšia ako hodnota činiteľov v čitateli, potom môže byť rozklad potravinu veľmi pomalý, alebo vôbec nenastane. Praktické metódy konzervácie potravín znižujú, alebo celkom potláčajú činitele uvedené v čitateli, alebo naopak zosilňujú činitele uvedené v menovateli. Na tomto teoretickom myšlienkovom základe spočívajú prakticky všetky konzervačné metódy; teda vychádza sa z dvoch zásadne odlišných princípov konzervácie:

1. z princípu *anabiózy*, ktorý spočíva vo vhodnej úprave životného prostredia mikroorganizmov, teda potravín, takže sa zvyšuje jeho odolnosť a mikroorganizmy sa v ňom nemôžu rozmnožovať a vykonávať enzymatické funkcie. V priemyselnej praxi na tomto princípe spočívajú najmä rôzne metódy konzervácie dehydratáciou, presladzovaním, prídavkom kuchynskej soli, rafinovaných chemikálií, etylalkoholu, org. kyselín, antibiotík, údením, alkoholickým a mliečnym kvasením, odnímaním kyslíka, presycovaním olejom, chladením a rozmrazovaním;

2. z princípu *abiózy*, ktorý spočíva v znižovaní počtu mikroorganizmov tým, že sa mikroorganizmy odstraňujú alebo usmrcujú, alebo sa aspoň dostatočne znižuje ich virulencia. Na princípe abiózy spočívajú jednak všetky opatrenia obmedzujúce prístup mikroorganizmov k potravinám alebo ochudobňujúce potraviny o mikroorganizmy počas technologického procesu, jednak všetky priemyselné spôsoby konzervácie, pri ktorých sa priamo inaktivujú (usmrcujú) také mikrobiálne formy, ktoré môžu vegetovať za podmienok daných zložením, prípadne uložením produktov. V priemyselnej praxi ide najmä o rozličné spôsoby sterilizácie fyzikálnymi zákrokmi, ako je termosterilizácia, sterilizácia ionizujúcim žiarením, sterilizácia striedavým tlakom alebo chemickými

zákrokmi, kyslíkom, ozónom, peroxidom vodíka, dietyléterom kyseliny pyrouhličitej a pod.

Pri kvantitatívnej formulácii parametrov modernej termosterilizácie sa vychádza predovšetkým zo vzťahu medzi zvolenou sterilizačnou teplotou t a minimálnym sterilizačným časom D , počas ktorého musí táto teplota v potravine jednak celkom inaktivovať enzýmy a jednak prakticky celkom usmrtiť všetky mikrobiálne formy, ktoré môžu v danej potravine vegetovať. Za definovaných podmienok, najmä pokiaľ ide o vlhkosť a kyslosť, platí, že s lineárne rastúcou sterilizačnou teplotou exponenciálne klesá sterilizačný alebo termoinaktivačný čas.

Výška sterilizačnej teploty a čas, za ktorý možno isté mikroorganizmy termicky inaktizovať, sú jednak vo vzájomnom vzťahu, jednak vo vzťahu k rozličným iným činiteľom: vplyvu kyslosti a vlhkosti prostredia mikroorganizmov a vplyvu východiskovej koncentrácie mikroorganizmov.

Vplyv vlhkosti prostredia mikroorganizmov

Vlhkosť prostredia, v ktorom inaktivačný proces prebieha, je dôležitým faktorom, ktorý uľahčuje deštrukciu — ničenie živej hmoty pri zahriatí. Mikroorganizmy preto hynú vo vodnatých hmotách oveľa rýchlejšie ako v suchu. Zvýšená odolnosť mikroorganizmov v suchom prostredí má v praxi ďalekosiahly význam a prejavuje sa predovšetkým ako nebezpečenstvo tzv. „suchých komôrok“. Môžu to byť častokrát iba nepatrné mikroskopické nečistoty prilepené na stenách obalov (predovšetkým fliaš).

Vplyv kyslosti prostredia mikroorganizmov

V konzervárskej technológii rozlíšujeme tri prostredia:

— kyslé (ovocie a okyslená zelenina), pH býva 3,5—4,0, obsah organických kyselín 0,5—1,2 % hmôt.

— málo kyslé prostredie (čerstvá neokyslená zelenina), pH je číselne vyššie, od 4,0 do 6,5;

— nekyslé prostredie (mäso), pH nad 6,5.

V kyslom prostredí (pod pH 4,0) môžu vegetovať iba mikroorganizmy, ktoré sú vo vlhkom prostredí pomerne citlivé na teplotu, a preto už pri niekoľko-minútovom zahriatí na teplotu 60—100 °C hynú. Patria sem nesporulujúce baktérie, kvasinky a plesne.

Málo kyslé a nekyslé hmoty vyhovujú nielen pomerne citlivým mikroorganizmom, ale aj odolným sporulujúcim baktériám. Preto sa musia sterilizovať v autokláve nad 100 °C. Mimoriadne zákerné sú mikroorganizmy *Bacillus coagulans*, *Bacillus polymyxa*, prípadne i klostrídiá maslového kvasenia. Ich spóry môžu kľíčiť blízko uvedenej kyslostnej hranice, a nemôžeme sa im brániť odvzdušňovaním, lebo ide o anaeróbne mikroorganizmy. Preto sa málo kyslé a nekyslé potraviny musia zvlášť starostlivo sterilizovať (10—20 minút pri 115—125 °C), aby sa s istotou zabránilo rozkladu, ktorý môže viesť už v začiatočných, niekedy nezreteľných štádiách k ťažkým otrávam z prípadne skonzumovanej kaziacej sa potraviny. Predovšetkým to platí o zelenine bohatšej na bielkoviny a o mäse a iných produktoch živočíšneho pôvodu, ktoré sú

jednak výhodným substrátom hnilobných organizmov produkujúcich toxíny, jednak zabráňujú prístupu tepla do hlbších vrstiev obsahu konzerv.

Vplyv času, počas ktorého teplota pôsobí

Počas spracovania konzervárskych surovín na trvanlivé produkty treba inaktivovať jednak *enzymatické systémy* spôsobujúce napr. nežiadúce oxidačné procesy, a tým zmeny farby, znižovanie obsahu vitamínov a pod., jednak *mikroorganizmy*.

Enzýmy sú zložité organické látky, ktoré sa skladajú jednak z nosnej bielkoviny, zvanej *apoenzým*, a jednak z vlastného špecifického faktora, tzv. *koenzýmu* alebo *prostetickej skupiny*. Enzýmy možno inaktivovať tak, že nevratne chemicky viažeme koenzým, alebo tak, že hrubo zasiahneme do štruktúry apoenzýmu. Druhý spôsob je ľahší, a preto aj používanější, pretože apoenzýmy možno zasiahnuť nielen chemickými, ale aj rozličnými fyzikálnymi zákrokmi, napr. denaturáciou zahratím, ožiarením, ultrazvukom a pod., teda zákrokmi, z ktorých najmä termoinaktivácia je z potravinársko-hygienického i technologického hľadiska zásadne omnoho prijateľnejšia ako pridávanie hocakých cudzorodých chemických činidiel. Podľa Kyzlinka [1], ak uvažujeme termálnu denaturáciu istého enzýmu, ktorý je prítomný v danej koncentrácii v prostredí s danými vlastnosťami a ak dôjde pri teplote t k prakticky celkovej denaturácii enzýmu práve po uplynutí času D_t , môžeme pri lineárne rastúcej teplote tento tzv. *kritický čas* exponenciálne skracovať bez toho, aby utrpel denaturačný účinok. Pre vzťah medzi t a D teda všeobecne platí, že

$$t = -k \cdot \log D + q, \quad \text{čiže}$$

$$\log D = \frac{1}{k} (t - q),$$

kde D je minimálny čas potrebný na inaktiváciu mikroorganizmov, k , q — konštanty, ktoré vystihujú špeciálne podmienky. Grafickým vyjadrením uvedeného vzťahu sú tzv. *letalitné alebo termoinaktivačné čiary* istých mikroorganizmov alebo enzýmov, ktoré charakterizujú termostabilitu alebo termolabilitu enzýmov alebo mikroorganizmov za daných podmienok.

Z uvedených poznatkov by sa už zdanlivo ľahko dal určiť racionálny sterilizačný režim pre istý typ výrobkov. Takáto jednoduchá aplikácia hodnôt termoinaktivačnej alebo letalitnej čiary na určenie skutočných zohrievacích časov ϑ by bola možná iba vtedy, keby zvolená konštantná inaktivačná teplota t pôsobila v celej hmote potraviny od prvého do posledného okamihu zahrievania. Táto teplota by sa potom nechala pôsobiť počas celého času D_t (odčítaného z termoinaktivačnej alebo letalitnej čiary), takže enzýmy alebo mikroorganizmy by boli spoľahlivo inaktivované. V konkrétnych potravinách však nie je podmienka konštantnej teploty splniteľná, pretože počas záhrevu sa teplota potraviny najprv postupne zvyšuje až na zvolené maximum, tu počas výdrže istý čas zostáva konštantná a potom spojito klesá. Termoinaktivačný efekt neprislúži iba obdobiu tepelnej výdrže, ale čiastočne aj obdobiu vzostupu teploty a obdobiu ochladzovania. Ak je teda otázka, či istý zahrievací režim je dostatočne účinný, musíme spočítať parciálne podiely, ktorými prispievajú jednotlivé okamihy zahrievania k jeho celkovému inaktivačnému účinku.

Celkový inaktivačný účinok W záhrevu pri konštantnej teplote t je dostatočný (termoinaktivácia je úplná), keď sa skutočný čas zahrievania práve rovná požadovanému inaktivačnému času D_t čiže ak platí

$$Wt = \frac{\vartheta_t}{D_t} = \frac{1}{D_t} D_t = 1.$$

Ak je skutočný zahrievací čas kratší ako kritický ($\vartheta_t < D_t$), znižuje sa celkový inaktivačný účinok záhrevu na podiel, ktorý zodpovedá pomeru $\vartheta_t : D_t$.

Pre celkom malé úseky zohrievacieho zákroku ($d\vartheta \rightarrow 0$) potom platí, že

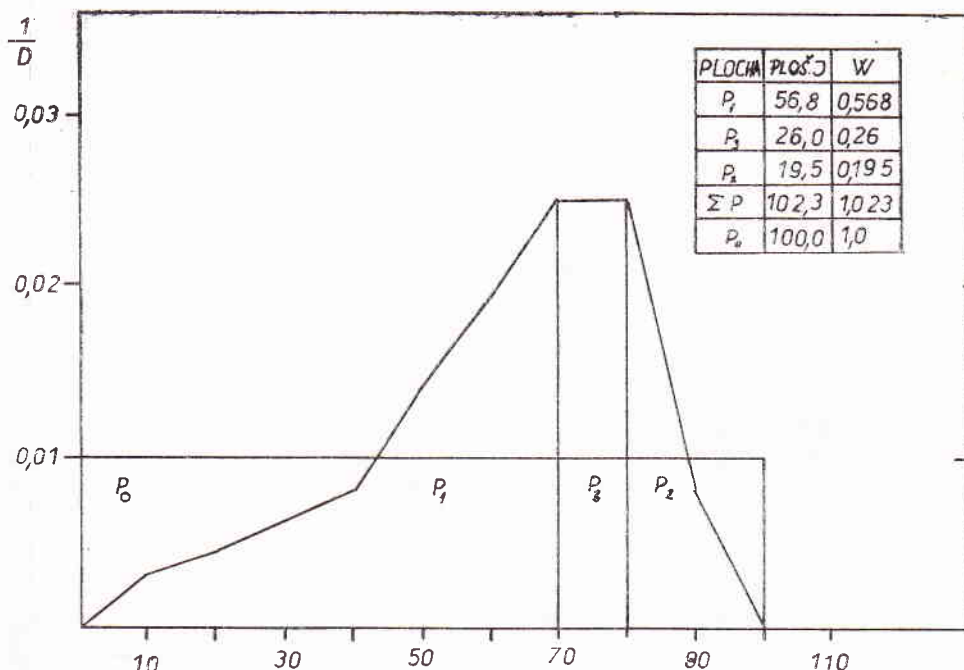
$$dW = \frac{d\vartheta}{D} = \frac{1}{D} d\vartheta.$$

Ak integrujeme hodnoty dW patriace k časovému obdobiu uvažovaného záhrevu, ktoré sa začína okamihom ϑ_0 (začiatok termoinaktivačného efektu) a končí sa okamihom ϑ_1 (koniec termoinaktivačného efektu), dostaneme

$$W = \int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} \frac{1}{D} d\vartheta.$$

Ak má byť sterilizačný alebo protienzymový zákrok práve postačujúci, musí byť $W = 1$.

Či konkrétny termoinaktivačný zákrok tejto podmienke vyhovuje, možno



Obr. 1. Grafická integrácia intenzity termosterilizácie W .

zistiť grafickou integráciou dW podľa skutočnej, spojito sa meniacej teploty sterilizovanej potravy, a to tak, že sa oproti ϑ nanášajú hodnoty $\frac{1}{D}$.

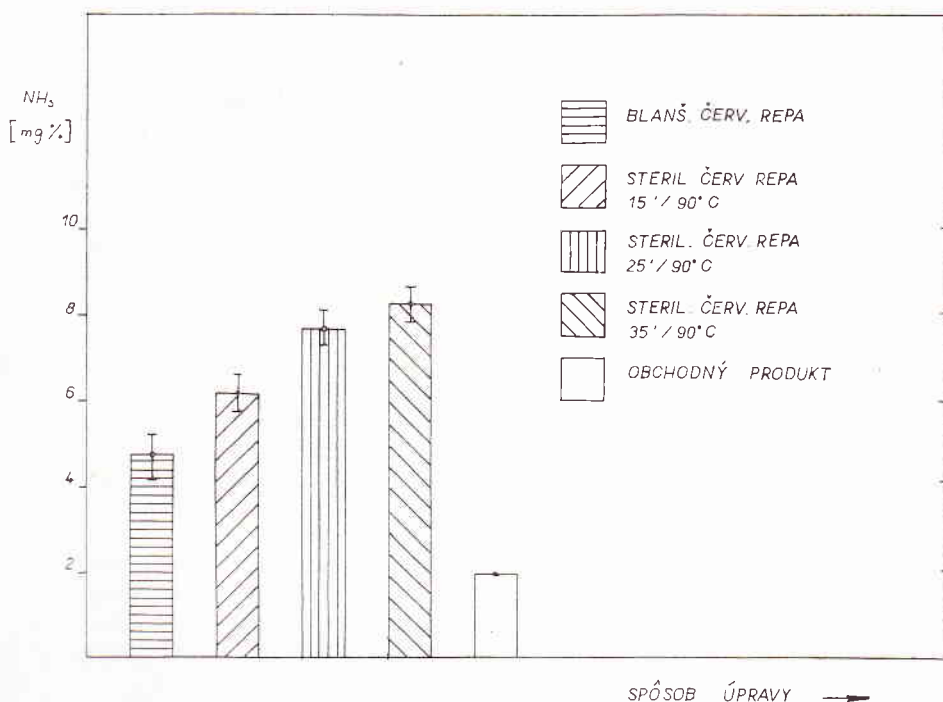
Konkrétnou formou vzťahu $t = f(\vartheta)$ je *krivka preteplivosti* a konkrétnou formou vzťahu $D = \varphi(t)$ je *čiara letality enzýmov alebo mikróbov*. Príklad takejto integrácie uvádzame na obr. 1.

Ako vidno na obr. 1, výslednú plochu P porovnávame s jednotkovou plochou P_0 , ktorá zodpovedá $W = 1$. Ak je zistená hodnota $W = \frac{P}{P_0}$ väčšia ako

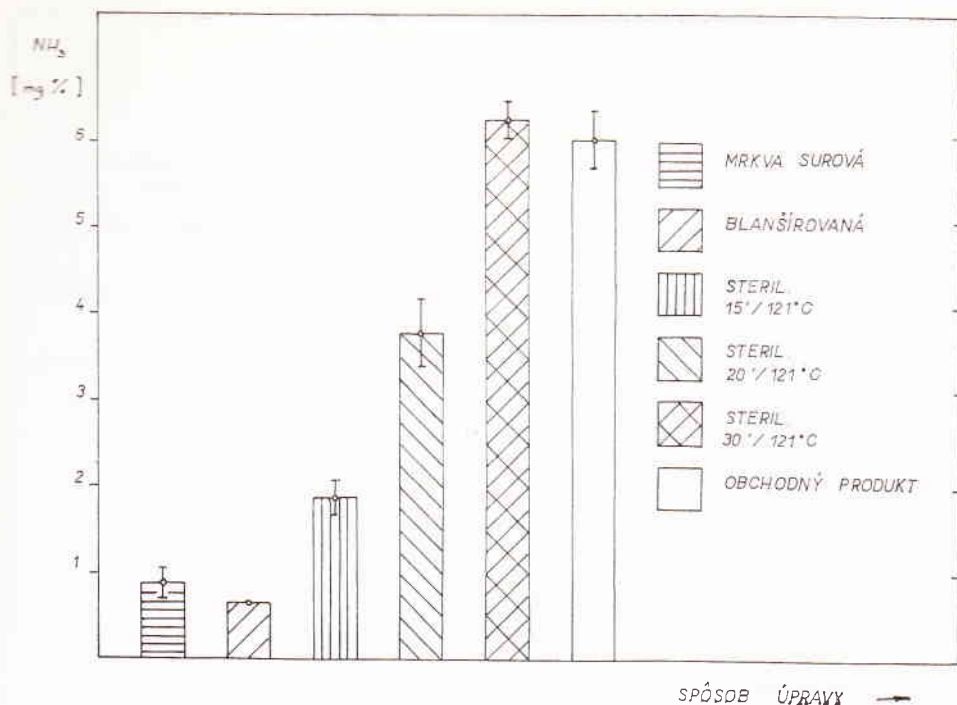
1,0, stačí skúmaný sterilizačný zákrok na inaktiváciu; ak je menšia ako 1,0, zostanú mikroorganizmy aktívne a musí sa zvýšiť teplota alebo predĺžiť čas sterilizácie.

Vo väčšine závodov sa v bežnej praxi na pohodlné určenie zahrievacích (nepresne sterilizačných) časov používajú empiricky zostavené tabuľky. Údaje týchto tabuliek, ktoré majú zabezpečiť sterilitu aj zle sa prehrievajúcich náplní, bývajú niekedy predimenzované, a preto sa podľa nich zväčša presterilizúva. No konzervy, ktoré sa zle prehrievajú, môžu sa podľa nich aj nedosterilizovať. Príklady takéhoto presterilizovania sú na obr. 2—5.

Potraviny možno sterilizovať v hermeticky uzatvorených obaloch, v ktorých sa majú skladovať, alebo ešte pred naplnením, teda mimo obalu. V tomto prípade treba naplniť sterilizovaný materiál do obalov tak, aby do neho v čase



Obr. 2. Vplyv racionálnej a prehnanej termosilicizácie na obsah karbonylových zlúčenín mrkvy.



Obr. 3. Vplyv termosterilizácie na obsah amoniaku mrkvy.

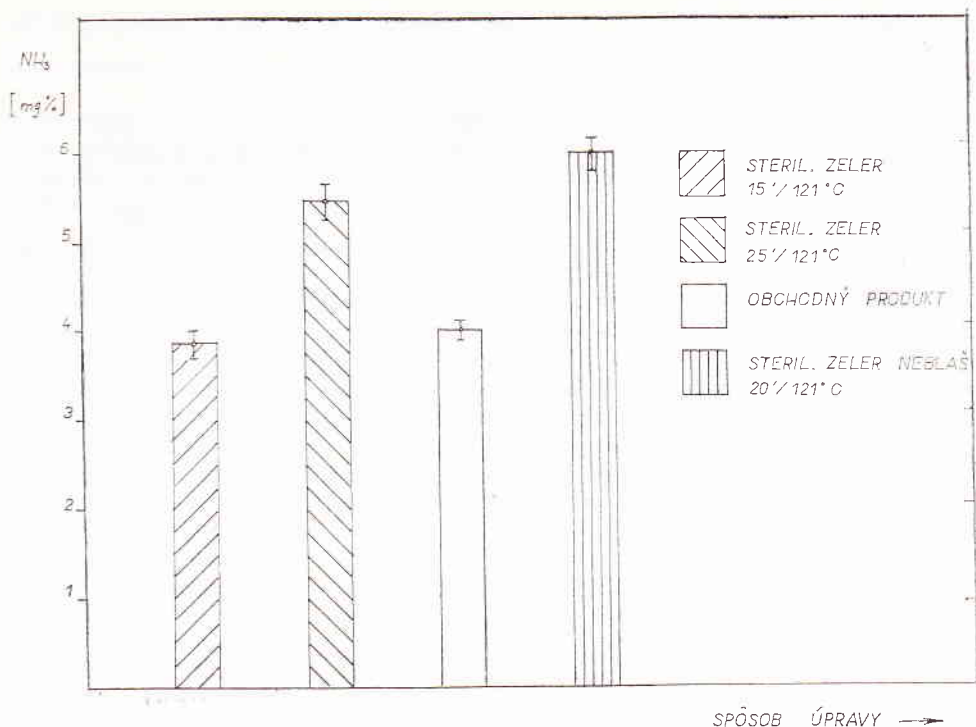
ochladnutia už nemohla preniknúť nová infekcia, teda asepticky. Prednosťou tohto spôsobu je, že dovoľuje rýchlo prehrievať a rýchlo ochladzovať najmä tenké vrstvy tekutých potravín, takže možno pracovať so zásadne výhodnejšími, relatívne vysokými a veľmi krátko pôsobiacimi teplotami.

Kyslé potraviny v uzavorených obaloch sa sterilizujú v obyčajných vodných alebo parných kúpeľoch alebo v rýchlo prúdiacom teplom vzduchu bez pretlaku. *Nekyslé potraviny* treba zohrievať v tlakových nádobách (autoklávoch), ktoré jednak umožňujú dosiahnuť potrebné teploty nad 100 °C, jednak kompenzovať pretlak vznikajúci po zahriatí obsahu vnútri konzervy.

Sterilizácia *v obaloch* bude zrejme i v budúcnosti najpoužívanejšou pri sterilizácii kusovitých nekyslých potravín, napr. mäsových alebo zeleninových nekyslých potravín. *Mimo obalu* sa budú v omnoho väčšej miere ako doteraz zrejme sterilizovať kyslé potraviny v drobných kúskoch a tekuté potraviny, napr. šťavy, ale i omáčky a podobné nekyslé potraviny.

Nové smery v sterilizačnej technike

Podľa prognóz mnohých autorov a inštitúcií zostane tepelná konzervácia potravín aj naďalej najrozšírenejšou konzervačnou metódou. Jednou z mnohých nevýhod sterilizovaných potravín sú však známky prevarenia alebo pripálenia, ktoré sa prejavujú jednak zmenami chuti a vône, jednak znižovaním obsahu nutritívne cenných látok. Pri zdokonaľovaní tradičných postupov



Obr. 4. Vplyv termosterilizácie na obsah amoniaku zeleru.

sterilizácie sa dosahuje zlepšenie akosti finálnych výrobkov skrátením sterilizačného času. Pre tekuté a polotekuté výrobky sa ukazuje ako zvlášť vhodná sterilizácia *v rotačných autoklávoch*.

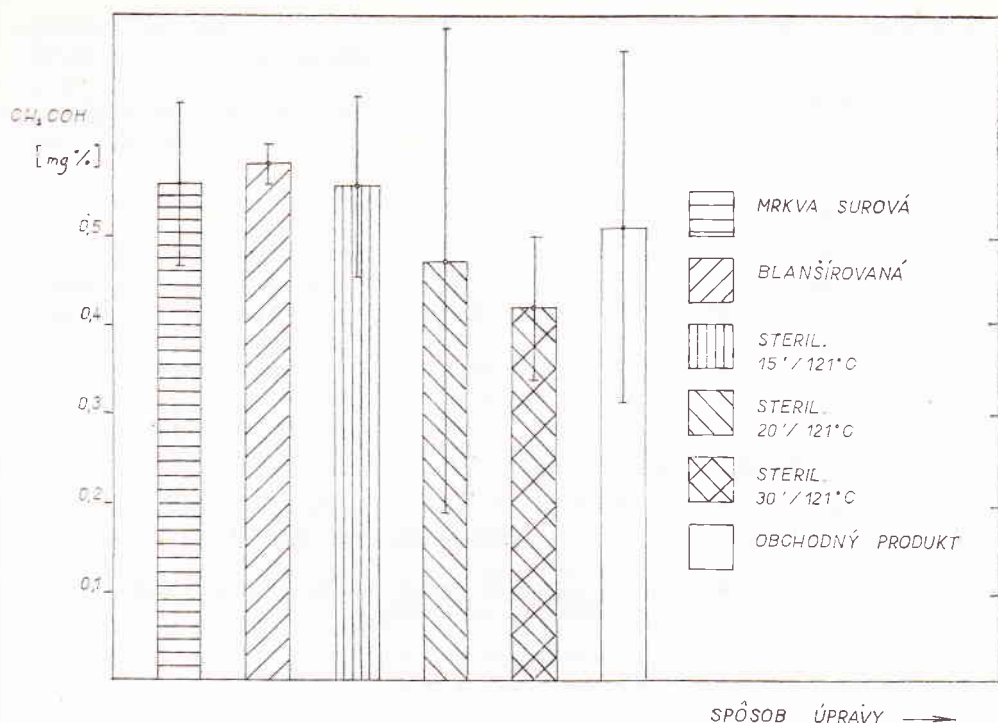
Periodické rotačné autoklávy majú podľa ich výrobcov [2, 3] tieto výhody:

1. Rýchlejší priestup tepla prispieva k zlepšeniu akosti mnohých konzerv s tekutým obsahom oproti bežnej sterilizácii. Skrátenie času zahrevu pri *rotačnej* a *vratnej rotačnej* sterilizácii je na obr. 6.

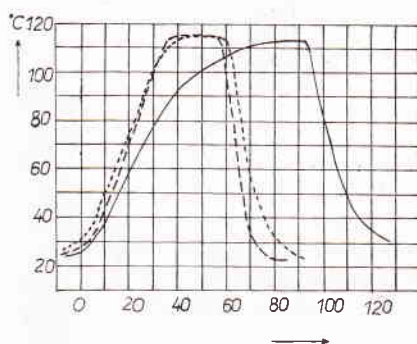
2. Kratšou sterilizáciou pri vyššej teplote možno získať výrobky s lepšou farbou, vôňou, konzistenciou a nutritívnou hodnotou.

3. Mnohé viskózne, polotekuté a na teplotu citlivé výrobky sa môžu sterilizovať i vo veľkých obaloch bez nebezpečenstva prevarenia.

Celkom automatizované rotačné sterilizátory, vybavené samočinným programovým riadením, poskytujú požadované sterilizačné podmienky a zaručujú nielen vyššiu akosť konzerv, ale aj ich lepšiu trvanlivosť, lebo teplota potrebná na usmrtenie spór sa dosiahne i pri kratšom sterilizačnom čase rýchlejšie vo všetkých miestach konzervy. Tým sa na najmenšiu mieru obmedzí tak prehnaná, ako aj nedostačujúca sterilizácia konzerv sterilizovaných v rotačných autoklávoch. Okrem toho konzervy sterilizované za rotácie majú dlhšiu skladovateľnosť. Rozdiel v akosti konzerv sterilizovaných v statických a rotačných autoklávoch rastie s časom skladovania. Z ekonomického hľadiska je dôležité, že skrátením sterilizačného času pri rotačnej sterilizácii sa jednak



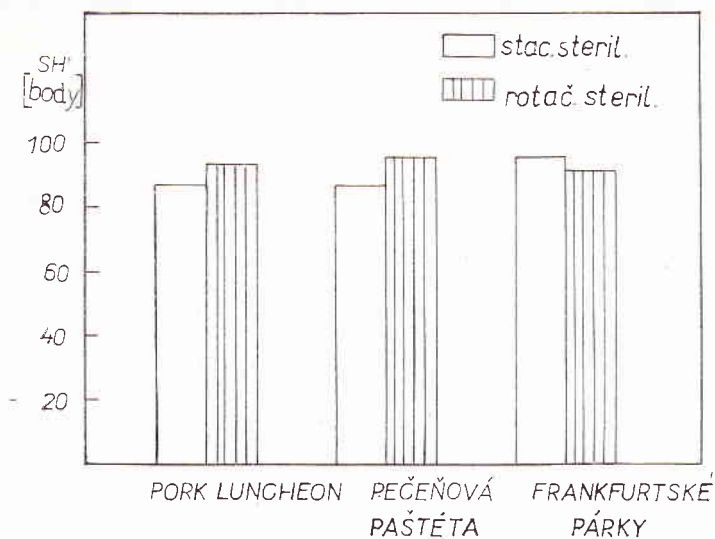
Obr. 5. Vplyv termosterilizácie na obsah amoniaku červenej repy.



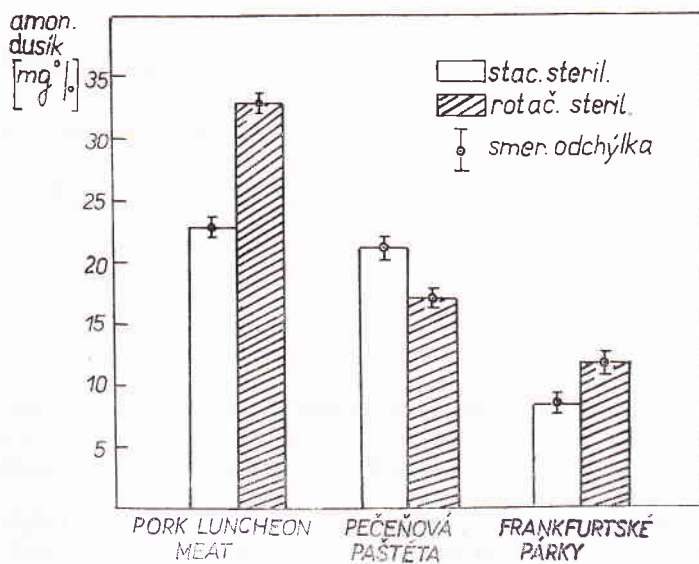
Obr. 6. Skrátenie času zohrevu pri bežnej a pri rotačnej sterilizácii.

zniži spotreba energie a jednak sa racionálnejšie využívajú výrobné priestory, takže sa zvýši výrobná kapacita sterilizačnej linky. Naše vlastné skúsenosti ukázali, že nie pri všetkých výrobkoch sa uvedené prednosti preukážu. Príklady toho sú na obr. 7 a 8.

Príkladom rotačného tlakového sterilizátora je HANSA ROTOMAT firmy Mittelhäuser und Walter v Hamburgu. Je celkom automatizovaný, s programovou reguláciou, ktorá umožňuje vopred regulovať tieto parametre: teplotu predhriatej vody v hornej nádrži, tlak v celom systéme, teplotu sterilizačnej vody v hornej nádrži, tlak v celom systéme, teplotu sterilizačnej vody, čas steri-



Obr. 7. Senzorická hodnota mäsových konzerv sterilizovaných bežnou a rotačnou sterilizáciou.



Obr. 8. Obsah amoniaku v mäsových konzervách sterilizovaných bežnou a rotačnou sterilizáciou.

lizácie, čas chladenia, spôsoby pohybu (jednoduchá alebo vratná rotácia a ich trvanie). Nevýhodou je periodický proces, ktorý je zmiernený použitím automatizovaného zariadenia (PACK-Automat) na nakladanie a vykladanie košov. Prednosťou tohto zariadenia je možnosť sterilizácie rôznych obalov od 1/2 do 5 l, ba dokonca i 20 l.

Kontinuálna sterilizácia

Rastúce výkony konzervárskych liniek a snaha automatizovať celú výrobu vedie k prechodu od periodickej ku kontinuálnej sterilizácii výrobkov. Kontinuálne sterilizátory vyrábané v zahraničí možno rozdeliť na skupiny, ktoré majú niektoré spoločné znaky:

- a) sterilizátory vaňové, pásové, bez protikladu, bez rotácie,
- b) sterilizátory s rotáciou plechoviek,
- c) sterilizátory hydrostatické,
- d) sterilizátory s ohrevom horúcim vzduchom a plynom.

a) *Sterilizátory vaňové, pásové, bez protikladu, bez rotácie* sa používajú pre menšie výkony a sterilizačnú teplotu do 100 °C. Základným prvkom týchto zariadení je nekonečný pás. Na ňom sa umiestňujú plechové alebo sklené obaly, ktoré prechádzajú postupne zahrievacím, sterilizačným a chladiacim úsekom. Nevýhodou všetkých vaňových a tunelových sterilizátorov je veľký nárok na stavebnú plochu a veľký objem vody, ktorý sa musí ohriať na sterilizačnú teplotu pred začatím prevádzky. Zo sterilizátorov uvedeného typu sú známe napr. sterilizátor Massé, sterilizátor — chladič Bohne [4], ktorý používa na sterilizáciu na 100 °C zmes glycerolu a glykolu.

b) *Kontinuálne rotačné sterilizátory*. Hlavnými predstaviteľmi rotačných kontinuálnych sterilizátorov sú *bubnové sterilizátory*. Ich vnútorný transportný systém je určený pre istý priemer a vo väčšine prípadov aj pre istú výšku plechoviek. Rýchlosť rotácie plechoviek závisí od priemeru rotora, od jeho otáčok, a nie od priemeru plechoviek. Pri týchto druhoch sterilizátorov nemožno dosiahnuť optimálnu rýchlosť otáčania plechoviek. Najznámejším typom bubnových sterilizátorov s rotáciou plechoviek je STERILMATIC, výrobok firmy IMC/FMC, Belgicko. Následkom rotačného pohybu vnútorných bubnov sterilizátora a núteného pohybu plechoviek, prenášaného trením o plechové špirály, pevne spojené s vnútornými stenami vonkajších bubnov, otáčajú sa plechovky okolo vlastnej osi. Toto axiálne otáčanie značne znižuje sterilizačný čas pri tekutých a čiastočne aj kašovitých výrobkoch. Výkon je asi 450 ks plechoviek/min. Nevýhodou je, že v jednom zariadení možno sterilizovať iba jednu veľkosť plechoviek, ako aj väčšia pôdorysová plocha. Podobnú konštrukciu má západonemecký kontinuálny rotačný sterilizátor firmy Herbort a taliansky sterilizátor a chladič firmy Vettori-Manghi [5].

c) *Hydrostatické sterilizátory*. Prednosťou týchto zariadení sú dobré prevádzkové vlastnosti, rovnocennosť sterilizácie, pozorné zaobchádzanie s obalmi, malá prácnosť, automatizácia prevádzky, veľký výkon. Niektoré typy sterilizátorov sú vhodné pre rôzne náplne, veľkosti a tvary obalov, plech i sklo, pričom obaly môžu aj rotovať. Najznámejšie hydrostatické sterilizátory sú:

Carvallo, Olida, Francúzsko,
Hydromatic, Stork, Holandsko,
Hydron-Mitchel Engeneering, Anglicko,
Hydron-FMC, Belgicko,
Hydroflex-FMC, Belgicko,
Hydrostat-Mather and Platt, Anglicko,
Hunister-Komplex, Maďarsko,
Hydrolock-FMC, USA.

d) *Sterilizácia horúcim vzduchom alebo dymovými plynmi* je jednou z intenzívne študovaných metód sterilizácie, najmä s ohľadom na nižšie náklady na tepelnú energiu i na vlastné zariadenie [6]. K tejto skupine patrí kontinuálny rotačný sterilizátor Steriflamme firmy Carnaud z Francúzska. Je určený výhradne na sterilizáciu tekutých i tuhých výrobkov v náleve v plechovkách. Predhriate plechovky rotujú nad horákmi a prechádzajú priamym plameňom horiaceho propánu. Ich obsah sa rýchlo zahrieva na sterilizačnú teplotu 100—124 °C, pri čase ohrevu 3 min., pričom dotyk s priamym plameňom netrvá dlhšie ako 1 minútu. Chladia sa vodnou sprehou a kúpeľom. Senzorické vlastnosti sú vraj lepšie uchované ako pri stacionárnej sterilizácii. Najlepšie skúsenosti sa získali pri sterilizácii šampiňónov [7].

Vysokoteplotná krátkodobá sterilizácia a aseptické plnenie

Zariadenie podľa Martinových vynálezov a plnoautomatické linky typu Dole [8] sa používajú pri výrobe ovocných a zeleninových štiav, pretlačov a polievok. Ďalšou alternatívou aseptického plnenia vhodného i pre ďalšie druhy potravín je proces Flash 18, vyvinutý a zavedený do výroby firmou Swift and Co [5], ďalej metódy PFC, ŠC, HCF, Smith-Ballova, Ekelundova metóda, sovietske linky na aseptickú sterilizáciu a iné.

Sterilizácia niektorých potravinárskych výrobkov pomocou mikrovlnového ohrevu

V zahraničí preskúšali sterilizáciu džemu. Mikrovlnová jednotka s výkonom 4 kW sterilizuje džem pri teplote 66 °C za 5—15 sekúnd. Za týchto podmienok sa pektín neporušuje a nenastávajú farebné alebo chuťové zmeny. Rovnako sa osvedčilo mikrovlnové ošetrenie baleného sušeného ovocia, ktoré potom neplesnie [9]. Nevýhodou je vysoká cena za jednotku energie v porovnaní s konvenčnými zdrojmi energie. Kvôli úplnosti ešte spomeňme, že v ostatných rokoch sa v celosvetovom rozsahu venovala mimoriadne veľká pozornosť problematike využitia *ionizujúceho žiarenia* vrátane sterilizácie na predĺženie uchovateľnosti potravín. Pritom sa vyhrocovali často celkom protichodné stanoviská, od veľmi optimistických až po celkom odmietavé. Podľa súčasných poznatkov z troch intenzít žiarenia, teda z vysokej 2—5 Mrad, ktorá má sterilizačné účinky, strednej 0,1 až 1,0 Mrad a nízkej sa zdá najschodnejšou stredná a nízka intenzita na rádiopasterizáciu potravín, na zamedzenie klíčivosti a ničenie parazitov.

Aby sme poukázali na mimoriadnu závažnosť a na zodpovednosť výrobnej i riadiacej sféry za bezchybnosť sterilizovaných potravín, na záver nášho referátu uvedieme jeden príklad zo zahraničia, ktorý takmer dramaticky túto zodpovednosť potvrdzuje [10]. Najvyšší americký federálny orgán pre dozor

nad potravinami a liečivami Food and Drug Administration [FDA] uverejnil v zbierke federálnych zákonov USA (Federal Register) 24. 1. a 14. 5. 1973 nové predpisy, ktoré sa musia dodržiavať pri výrobe málo kyslých a nekyslých potravín. FDA dosiahla schválenie týchto nových predpisov schopných chrániť účinnejšie spotrebiteľov, pretože v rokoch 1971—1972 sa v USA vyskytlo viac prípadov botulinizmu. Americká firma Le Bon Vivants bola zodpovedná za dva smrteľné prípady po konzumácii polievky v plechovke, ktorú vyrobila; FDA krátko potom zakázala predaj všetkých výrobkov Bon Vivants a firma zbankrotovala. Zo svojej vlastnej iniciatívy, po poučení spomenutým prípadom, firma Campbell Soup Company, popredný výrobca sterilizovaných polievok, stiahla z predaja celé série polievok, ktoré už boli dodané maloobchodu, pretože mala pochybnosti o správnom vykonávaní sterilizačných operácií.

FDA pristúpila k presnej evidencii všetkých výrobných jednotiek v USA a v cudzine, ktoré vyrábajú alebo na americkom trhu predávajú málo kyslé sterilizované potraviny. Všetci uvedení výrobcovia sa musia podrobiť inšpekcii orgánov FDA, aby sa zaručilo, že výroba týchto konzerv nie je škodlivá zdraviu spotrebiteľa.

Uvedené predpisy sú veľmi rozsiahle a podrobné a tvoria povinný systém priamej úradnej kontroly priemyselných operácií uzatvárania konzervových obalov. Ich text je rozdelený do desiatich sekcií s týmito názvami:

1. Definície. 2. Správne výrobné postupy. 3. Príprava výrobku. 4. Určenie sterilizačných parametrov. 5. Operácie v dielňach na tepelnú sterilizáciu. 6. Zariadenie a postupy na správnu výrobu. 7. Obaly. 8. Záznamy o sterilizácii a výrobe. 9. Náhodné odchýlky pri sterilizácii oproti určeným parametrom. 10. Pracovníci.

Pokiaľ je nám známe, uvedené predpisy sú prvým zákonom na svete, ktorý v takom veľkom rozsahu nariaďuje podmienky sterilizácie potravín s cieľom dosiahnuť ich zdravotnú bezchybnosť. Pozoruhodné sú napr. časti predpisov, týkajúce sa určenia sterilizačných parametrov. Rozhodlo sa, že sterilizačné parametre musia určiť osoby, ktoré dôkladne poznajú problémy tepelnej sterilizácie potravín s nízkou kyslosťou balených do hermeticky uzavretých obalov a ktoré majú k dispozícii pokusné zariadenie vhodné na vykonanie potrebných skúšok. Určenie parametrov musí byť založené na prijateľných vedeckých metódach a musí zahŕňať čiary tepelnej deštrukcie bakteriálnej flóry, matematické výpočty založené na krivkách preteplivosti obsahu konzerv, skúšky zámerného očkovania a skúšky záhrevu. Všetci pracovníci pri sterilizačných operáciách sa musia podrobiť účinnému dohľadu kvalifikovanej osoby, ktorá sa školila v ústave schválenom riaditeľom FDA.

Túto stručnú informáciu sme uviedli na záver nášho referátu preto, aby sme poukázali na závažnosť správneho vykonávania sterilizácie potravín, čoho predpokladom sú hlboké vedomosti z tejto problematiky. V podmienkach nášho plánovaného a centrálne riadeného národného hospodárstva máme na to najlepšie predpoklady.

Literatúra

1. KYZLINK, V.: Základy konzervace potravin. Praha, SNTL 1970.
2. Kolektív: Hlavné směry vědy a techniky v potravinářském průmysle. Praha, STI PP 1968—1973.

3. ŠORMAN, L.: *Technológia konzervárenstva II*. Bratislava, ES SVŠT 1972.
4. ANONYM: *Food Trade Rev.*, 37, 1967, s. 36.
5. CALLAHAM, D. E., *Canner Packer*, 133, 1964, s. 19.
6. ANONYM: *Rev. Conserve*, 28, 1973, s. 67.
7. LAWLER, F. K.: *Fd Engng.*, 39, 1967, s. 65.
8. BRODY, A. L.: *Modern Packaging*, 46, 1973, s. 47.
9. ANONYM: *Fd Engng.*, 38, 1966, s. 48.
10. ANONYM, R.T.I.A., 21, 1973, s. 217.

Súhrn

V prvej časti prednášky sa uvádzajú teoretické základy konzervačných metód spočívajúce hlavne na princípoch anabiózy a biózy. Podrobne sa rozoberá vplyv vlhkosti a najmä kyslosti (pH) na prežívanie mikroorganizmov pri sterilizačných operáciách. Výpočet kritického času a grafické vyjadrenie termoinaktivačných čiar, metóda grafickej integrácie.

V druhej časti sa popisujú nové smery v sterilizačnej technike počnúc rotačnými autoklávami cez kontinuálnu sterilizáciu vaňovú, rotačnú a hydrostatickú. Ďalej sa popisuje sterilizácia horúcim vzduchom, vysokoteplná krátkodobá sterilizácia s aseptickým plnením, sterilizácia pomocou mikrovlnového ohrevu a pomocou ionizačného žiarenia.

Теоретические основы стерилизации и новые направления в технике стерилизации

Выводы

В первой части доклада приводятся теоретические основы консервирующих методов, основывающиеся главным образом на принципах анабиоза и абиоза. Подробно разбирается влияние влажности и особенно кислотности (pH) на переживание микроорганизмов во время стерилизационных операций. Вычисление критического времени и графическое изображение термoinактивационных линий, метод графического интегрирования.

Во второй части описываются новые направления в технике стерилизации — вращающиеся автоклавы, непрерывная стерилизация ванная, вращающаяся и гидростатическая. Далее описывается стерилизация горячим воздухом, непродолжительная стерилизация с помощью высокой температуры с асептическим наполнением, стерилизация с помощью микроволнового нагрева и с помощью ионизирующего излучения.

The theoretical principles of sterilization and the new directions in sterilization technic

Summary

In the first part of lecture are stated the theoretical principles of conserving methods consisting mainly in the principles of anabiosis and abiosis. In detail is analysed the influence of moisture and especially of acidity (pH) on the survival of microorganisms at the sterilization processes. The calculation of critical time and the graphic expression of termoinactivative lines, the method of graphic integration.

In the second part are described the new directions in sterilization technic beginning with rotary autoclaves via continual bath, rotary and hydrostatic sterilization. Further are described the sterilization with hot air, the high-temperature short-time sterilization with aseptic filling, the microwave heating sterilization and the sterilization with ionic radiation.