

Mikrobiologické problémy kulinárne pripravených zmrazených hotových jedál

J. ŠEPITKOVÁ

Mikrobiológia kulinárne pripravených a nasledovne zmrazených hotových jedál skrýva mnoho nevyjasnených otázok. Doteraz sú málo preštudované samotné produkty, ako aj to, čo sa stáva, ak sa baktérie objavujú ako dôsledok špeciálnej prípravy hotových jedál, ako aj vplyv takých produktov na zdravie ľudí.

Vplyv kulinárnej prípravy na mikroorganizmy

Vo všeobecnosti tyčinkovité vegetatívne bunky baktérií sú viac citlivé voči ohrevu ako kokovité, ako napríklad streptokoky a stafylokoky. Kokovité formy zasa odumierajú pri ohreve skôr ako spórotočné baktérie. Pri obyčajnom spôsobe varenia všetky vegetatívne formy baktérií odumierajú, zatiaľ čo niektoré kokovité formy môžu prežívať samotný zásah. Ohrev pri kulinárnom spracovaní produktov nemá veľký vplyv na baktérie, ktoré sú prítomné v spórotočnom štádiu. No jednako sporulujúce formy baktérií nemusia byť pôvodcami kazení potravín, ak pravda tieto produkty nie sú vystavené vyššej teplote na dlhší čas. Pri zmrazených hotových jedlách, ktoré boli kulinárne tepelne opracované, sa nemusíme obávať kazení takéhoto charakteru.

Vzhľadom na to, že biológia baktérií je veľmi variabilná, ani uvedené predpoklady nemusia platiť vždy. Existuje jedna spórotočná forma mikroorganizmov *Clostridium botulinum* typu E, ktorá rastie pri porovnateľne nízkej teplote (3,3 °C). Na veľké šťastie, práve tento druh je veľmi citlivý na ohrev, ktorý sa používa pri mnohých spôsoboch kulinárnej prípravy jedál.

Vplyv prípravy hotových jedál a ich balenia na mikroorganizmy

Zmrazené hotové jedlá prechádzajú niekoľkými spôsobmi opracovania a balenia, a práve to je príčinou ich veľkého mikrobiologického znečistenia. Počet mikroorganizmov, ktorý kontaminuje hotové jedlá a v nich

preživa, môže byť porovnateľne znížený, ak sa zaobídeme bez čo najmenších počtov operácií pri balení, alebo ak sa produkty plnia do obalov za horúca a za krátky čas po zabalení zmrazia. Jednako z praxe vieme, že pre rôznorodosť jedálneho lístka sa pripravujú aj také hotové jedlá, ktoré si vyžadujú dlhé a zložité prípravy. Pri príprave hotových hlavných jedál mäsitého alebo hydinového typu sa mäso krája na jednotlivé kusy a balí do obalov. V týchto prípadoch nie je možné získať hotový produkt s nízkym počtom zárodkov, ale nie je prípustný ani vysoký počet zárodkov. Celkový počet prítomných mikroorganizmov (CPM) v takýchto prípadoch bude veľmi vysoký, ak narezané produkty ponecháme dlho pri izbovej teplote, alebo ak je nedostatočná hygiena a dezinfekcia zariadenia, ktoré sa používa na krájanie, ako aj miestnosti, v ktorých skladujú polotovary.

Ak relatívne nízkym počtom mikroorganizmov kontaminované potraviny necháme stáť pri izbovej teplote, môže nastať výrazné pomnoženie, keďže bakteriálna populácia sa každých 20 minút zdvojnásobuje.

Ak sa mikroorganizmy pomnožili na kúskoch potravín, ktoré zostali na strojnom zariadení, vtedy pri nasledujúcom dotyku s novospracovaným produktom baktérie prenikajú opäť do jeho vnútra a pomnožujú sa.

Pre ilustráciu môžeme uviesť prácu J. R. T. Nicersona, ktorý urobil celý rad mikrobiologických stanovení celkového počtu prítomných mikroorganizmov v kúskoch rybieho filé vo veľkom rybyspracujúcom kombináte. Odber vzoriek robil skoro ráno, napoludnie a popoludní. Skoro bez zmien zostal celkový počet mikroorganizmov zavčasu ráno, podstatne menej ich bolo napoludnie a po poludňajšej prestávke celkový počet zárodkov opäť značne vzrástol. V tom závode nebola dostatočne vykonaná dezinfekcia v noci a ráno sa vôbec neumývalo. Vec spočíva v tom, že zariadenie bolo silne kontaminované na začiatku práce do určitého časového úseku a baktérie prechádzali zo zariadenia do filé prv než sa stihli pomnožiť. Napoludnie bolo baktérií málo, prestali prenikať do produktu. Spracované filé očistilo zariadenie. Ale v priebehu dňa baktérie sa znovu zanášali rybami, večer bolo zariadenie opäť silne kontaminované a baktérie mohli kontaminovať produkt pri jeho dotyku so zariadením.

Aby bol celkový počet mikroorganizmov čo možno nižší, je nevyhnutné počas celej technologickej prípravy jedál pre zmrazovanie prísne dodržiavať nevyhnutné sanitárno-hygienické pravidlá a predpisy a nepripúšťať, aby jednotlivé komponenty boli vystavené ešte niekoľko hodín pred zmrazením pri teplote nad bodom mrazu.

Baktérie prítomné v zmrazených hotových jedlách sú už v procese ich spracovania prezentované tyčinkovitými vegetatívnymi formami, obvykle saprofitmi, ktoré vyvolávajú kazenie potravín, alebo rozkladajú organické látky. Pritom však je jasné, že do týchto potravín môžu sa náhodne dostať niektoré tyčinkovité sporujúce mikroorganizmy, ako aj choroboplodné zárodky a takmer sa nedá vyhnúť tomu, aby sa do produktov, ktoré si vyžadujú veľa rôznych procesov spracovania, nedostali enterotoxické formy kokovitých mikroorganizmov. Príčina spočíva v tom, že približne 30—50 % všetkých ľudí má v nosohltane patogénne baktérie. Ak sa na technologickej linke pri spracovaní potravín nikde nepo-

rušia pravidiľa hygieny, potom choroboplodné zárodky nikdy nebudú prítomné v takom množstve, aby vyvolali ochorenie. Na šťastie, aj keď sa nedostatočne dodržia pravidiľa hygieny pri spracovaní, vtedy obvykle sú prítomné saprofitické formy baktérií v takom množstve a rozmnožujú sa tak rýchle, že v skutočnosti zabráni rastu patogénnych mikroorganizmov. V každom prípade je žiadúce predchádzať akémukoľvek pomnoženiu patogénnych mikroorganizmov všetkých druhov v potravinách.

Vplyv zmrazovania, skladovania a rozmrazovania na mikroorganizmy

V procese zmrazovania dochádza k odumieraniu baktérií. Zistilo sa, že tyčinkovité vegetatívne baktérie odumierajú v procese zmrazovania skôr ako mikrokoky alebo streptokoky a že sporujúce baktérie sú oveľa rezistentnejšie voči účinkom zmrazovania ako koky. Zmrazovaním sa zničí viac ako 80 % tyčinkovitých sporulujúcich mikroorganizmov, ale skutočný stav usmrtených buniek závisí od druhu mikróbu (je dobre známe, že potraviny prejavujú rezistentný účinok na baktérie v procese zmrazovania a skladovania a že tento rezistentný účinok je spojený s druhom potraviny), rýchlosti zmrazenia, času a teploty skladovania a zvlášť rýchlosti rozmrazovania.

Pri skladovaní zmrazených hotových jedál dochádza k odumieraniu baktérií, ale rýchlosť odumierania je podstatne väčšia pri zmrazovaní a rozmrazovaní. Rozmrazovanie (v závislosti od rýchlosti akou prebieha) môže spôsobiť značnú deštrukciu baktérií. Zistilo sa, že rýchle rozmrazovanie rozrušuje bunky oveľa menej ako pomalé.

V priebehu celého procesu zmrazovania, skladovania a rozmrazovania dochádza k usmrteniu väčšieho počtu vegetatívnych tyčinkovitých baktérií než kokovitých alebo spórotvorných baktérií, ale to nijako neznamená, že všetky prítomné mikroorganizmy sa usmrcajú pri zmrazovaní, skladovaní a rozmrazovaní.

Napríklad salmonely, ktorými boli infikované ryby skladované pri teplote -17°C , boli zistené aj po roku, a to vo veľkom počte. Pri kontaminácii zmrzliny salmonelami, skladovanej pri teplote -23°C , boli tieto zistené aj po 7 rokoch skladovania. Salmonely sa zistili aj vo vzorkách priemyselne vyrábaných hotových jedál, hoci aj v malom množstve.

Preto nie je možné predpokladať, že zmrazovaním, skladovaním a rozmrazovaním dochádza k úplnému zničeniu prítomnej mikroflóry.

Bakteriologické analýzy zmrazených kulinárne pripravených hotových jedál

Roku 1948 Proctor a Phillips (1) ako prví robili rozbery hotových jedál na stanovenie prítomnosti celkového počtu mikroorganizmov (CPM), *Escherichia coli*, enterokokov, ako aj patogénnych mikroorganizmov, ako *Salmonellae* alebo enterotoxické stafylokoky. Svoje analýzy robili pri polievkach, hlavných jedlách a dezertoch. Stanovili CPM nie menej ako 5000 v 1 g a nie viac ako 1,000 000 v 1 g vzorky. Najnižší

počet zárodkov bol zistený v dezertoch, v polievkach o niečo viac, kým v rybácich jedlách charakteru pyrė sa zistilo viac ako 5000. *Escherichia coli* bola zistená iba v ojedinelých prípadoch, a to nie viac ako 200 v 1 g. Väčšie množstvo sa vyskytlo v mäsitých, rybácich a hydínových jedlách. V niektorých vzorkách boli zistené aj stafylokoky.

Ross a Tetcher v r. 1958 vykonali rozbor 117 vzoriek zmrazených hotových jedál, včítane dezertov. CPM sa pohyboval od 50 do 22,000 000 v 1 g, v priemer okolo 13 000. Vo väčšine prípadov koliformné mikroorganizmy neboli prítomné; ojedinelý výskyt týchto zárodkov bol maximálne 130 000 v 1 g. Enterokoky od 0—140 000/g, stafylokoky od 0—1000; v priemere 180/g.

Ak sú kultivačné výsledky CPM vysoké, vtedy je zrejmé, že sanitačné podmienky neboli dobré, alebo že jednotlivé komponenty zmrazených jedál sa prechovávali pri vysokých teplotách značne dlhý čas. Veľké množstva CPM môžu mať aj iné príčiny.

Napríklad pri pokusne infikovaných hotových jedlách baktériou *Pseudomonas fluorescens* a skladovaných pri teplote 5 °C do tých čias, kým CPM dosiahne 100 000/g, objaví sa v jedlách zlý zápach.

Situácia môže byť iná pri kulinárne pripravených zmrazených hotových jedlách, pri ktorých do prípravy nebol pozorovaný rast mikroorganizmov, no baktérie sa mohli do nich dostať zo zariadenia. V tomto prípade pomnožená mikroflóra infikovala potraviny a zanesla do nich aj svoje enzýmy.

Tab. 1. Výsledky mikrobiologických rozborov zmrazených hotových jedál

Druh zmrazeného hotového jedla	celkový počet zárodkov	Počet koliform. zárodkov	Kvasinky	Plesne	Aeróbne sporuláty
Zemiaková polievka mliečna so zeleninou D 1, 4, 5	2,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Zemiaková polievka D 1, 4, 5	1,8.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.
Zemiaková polievka D 1, 4, 5	1,1.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.
Zemiaková polievka so zeleninou D 2, 3	3,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Zemiaková polievka s krúpami	5,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Zelerová polievka D 2, 3	3,1.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.
Zelerová polievka D 10	1,5.10 ⁵	neg.	neg.	neg.	neg.
Zelerová polievka so zemiakmi	3,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Zelerová polievka krémová D 1, 4, 5	5,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Hovädzia polievka s rezancami D 2, 3	2,9.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.

Je všeobecne známe, že pri nízkych teplotách sa môžu vytvárať proteolytické enzýmy a že táto tvorba sa môže uskutočniť nielen v tekutých potravinách. Preto vysoký CPM v zmrazených hotových jedlách môže byť príčinou toho, že počas skladovania zmrazených produktov dôjde k zhoršeniu ich kvality v dôsledku činnosti bakteriálnych enzýmov.

Zatiaľ nie je určená všeobecne platná prípustná horná hranica CPM v hotových jedlách. Je však jasné, že pri produktoch, ktoré obsahujú nadmerne vysoký CPM (napríklad nad 1,000 000/g), je nevyhnutné preskúmať všetky technologické procesy, aby sa zlepšil sanitačný stav, ako aj manipulácia s jednotlivými komponentami.

Treba brať do úvahy, že v zmrazených hotových jedlách, ako aj v iných zmrazených produktoch je len veľmi zriedka ten istý CPM ako po ich zabalení, pretože baktérie odumierajú počas zmrazovania, skladovania a rozmrazovania. V skutočnosti môže byť CPM počas prípravy k zmrazovaniu 2—3-krát vyšší ako v hotovom produkte po jeho zmrazení a skladovaní.

Ani vysoký počet koliformných mikroorganizmov alebo enterokokov nemôže byť absolútnym ukazovateľom fekálneho znečistenia, ale je signálom nedostatočných sanitačných podmienok pri výrobe alebo pri zachádzaní s jednotlivými komponentami.

Escherichia coli ako typický predstaviteľ čeľ. Enterobacteriaceae a ukazovateľ fekálneho znečistenia je citlivejší na vplyvy počas zmrazovania, skladovania a rozmrazovania, v dôsledku čoho rýchlejšie odumie-

Tab. 2. Výsledky mikrobiologických rozborov zmrazených hotových jedál

Druh zmrazeného hotového jedla	celkový počet zárodkov	Počet koliform. zárodkov	Kvasinky	Plesne	Aeróbne sporuláty
Párková polievka krémová	1,3.10 ⁴	neg.	neg.	neg.	neg.
Polievka zo zelenej fazuľky so zemiakmi	2,0.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.
Polievka zo zelenej fazuľky D 4, 5	6,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Krémová polievka zo zeleného hrášku	1,8.10 ³	neg.	neg.	neg.	neg.
Kelová polievka so zemiakmi	2,8.10 ⁴	neg.	neg.	neg.	neg.
Špenátová polievka krémová	5,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Zeleninová polievka	7,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Krémová polievka zo zeleného hrášku	3,2.10 ²	neg.	neg.	neg.	neg.
Zeleninová polievka s krupicou	9,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.
Karfiolová polievka krémová	9,0.10 ¹	neg.	neg.	neg.	neg.

re ako enterokoky. Preto niektorí mikrobiológovia odporúčajú, aby sa pre charakteristiku zmrazených produktov používal počet Enterococci.

Iní usudzujú, že fekálne streptokoky v menšej miere odumierajú pri -17 , -20 a -29°C , a preto je žiadúce skúmať fekálne streptokoky, a nie *E. coli*. Iní zase predpokladajú, že je účelnejšie zisťovať prítomnosť *E. coli* v nezmrazených produktoch.

Tažko rozhodnúť, ktoré mikroorganizmy zobrať ako indikátory znečistenia, nakoľko tieto si vyžadujú niekoľkonásobné analýzy vzoriek a výsledky sa získajú až za niekoľko dní.

Sú aj iné príčiny, prečo je nevyhnutné, aby v hotových zmrazených jedlách bol CPM minimálny. Na základe výskumov Tetchera sa dokázalo, že prítomnosť fekálnych streptokokov vo veľkom množstve v zmrazených produktoch môže vyvolať otravy z potravín. Pri ohreve zmrazených hotových jedál také mikroorganizmy, ako sú *Streptococcus faecalis* a *Staphylococcus aureus*, vo väčšine prípadov odumierajú, aj keď boli na začiatku prítomné vo veľkom množstve. Rast baktérií vyvolávajúcich otravy je inhibovaný prítomnosťou iných druhov mikroorganizmov v podmienkach rozmrazovania hotových jedál, no jednako toto neospravedlňuje prítomnosť patogénov vo veľkom množstve.

Vyskytujú sa prípady, keď pri nepozornej príprave a spracovaní hotových jedál dochádza k pomnoženiu patogénnych mikroorganizmov a v konečnom dôsledku k prepuknutiu ochorenia. Zvlášť nebezpečné je to u detí a prestarnutých osôb. Preto je prvoradou úlohou mikrobiológov, aby za každých podmienok dbali na to, aby sa do hotových zmrazených jedál nedostali choroboplodné mikroorganizmy.

Starostlivým dodržiavaním sanitačných podmienok v celom procese výroby zmrazených hotových jedál možno docieľiť zníženie CPM na minimum, a tým prispieť k zlepšeniu akosti týchto výrobkov a racionálnejšiemu stravovaniu hotovými zmrazenými jedlami.

Experimentálna časť

V našom mikrobiologickom laboratóriu sme urobili mikrobiologické analýzy zmrazených hotových jedál väčšinou polievok. Stanovili sme CPM, prítomnosť *Escherichia coli* a skupiny koliformných zárodkov, prítomnosť kvasiniek a plesní, ako aj aeróbných sporulujúcich mikroorganizmov. Metodicky sme sa opierali o ČSN 56 0291 pre Mrazené potraviny.

Výsledky a diskusia

Výsledky rozborov hotových zmrazených jedál sú uvedené v tabuľkách 1—4. Zmrazené hotové jedlá, prevažne typu polievok, boli po príprave zmrazené v doskovom zmrazovači pri teplote -25°C . Vzorky pre analýzy boli odobraté po 24 hodinách za účelom stanovenia mikrobiologického obrazu týchto jedál.

Výsledky mikrobiologických analýz hotových jedál ukazujú na prítomný nízky celkový počet mikroorganizmov, ako aj ostatnej analyzo-

Tab. 3. Výsledky mikrobiologických rozborov zmrazených hotových jedál

Druh zmrazeného hotového jedla	celkový počet zárodkov	Počet koliform. zárodkov	Kvasinky	Plesne	Aeróbne sporuláty
Kelová polievka so zemiakmi	$1,1 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.
Kalerábová polievka	$1,0 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.
Zeleninová polievka s ryžou D 2, 3	$4,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Zeleninová polievka s ryžou D 1, 2, 3, 4	$7,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Polievka zo zelenej fazuľky so zemiakmi	$2,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Rajčinová polievka s ryžou	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Rajčinová polievka s ryžou	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Hrachová polievka	$3,9 \cdot 10^3$	neg.	neg.	neg.	neg.
Krémová polievka zo zeleného hrášku	$6,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Bulharská polievka D 2, 3	$2,8 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.

Tab. 4. Výsledky mikrobiologických rozborov zmrazených hotových jedál

Druh zmrazeného hotového jedla	celkový počet zárodkov	Počet koliform. zárodkov	Kvasinky	Plesne	Aeróbne sporuláty
Kyslá zemiaková mliečna polievka	$2,8 \cdot 10^3$	neg.	neg.	neg.	neg.
Kalerábová polievka	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Kyslá šošovicová polievka	$1,8 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.
Gulášová polievka	$5,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Polievka hašé	$3,2 \cdot 10^3$	neg.	neg.	neg.	neg.
Dusený pór s vajcom	$4,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
Palacinky mrazené	$3,4 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.
Palacinky mrazené — ohriate	$1,3 \cdot 10^2$	neg.	neg.	neg.	neg.

vanej mikroflóry a na to, že v procese ich prípravy sa starostlivo do-
držali všetky požadované sanitačné požiadavky.

V ďalšom budeme pokračovať v rozboroch týchto jedál, a to počas
ich skladovania, rozmrazovania a pred ich konečným podaním konzumu-
mentovi — degustátorovi, aby sme získali celkový mikrobiologický
obraz zmrazených hotových jedál.

S ú h r n

V tejto práci autor podáva teoretický výklad mikrobiologických problé-
mov zmrazených hotových jedál, ako aj experimentálne výsledky mikro-
biologických rozborov týchto jedál prevažne typu polievok po ich prí-
prave a zmrazení.

Микробиологические проблемы кулинарно приготовленных замороженных готовых блюд

Выводы

В этой работе автор излагает теоретическое изъяснение микробиологических проблем
замороженных готовых блюд как тоже и экспериментальные результаты микробиоло-
гических анализ этих блюд — особенно типа супов — после их приготовления и замо-
рживания.

The microbiological problems of cuisine-prepared frozen foods

Summary

The author presents in this paper the theoretical interpretation of microbiological
problems of prepared frozen foods and the experimental results of their microbiolo-
gical analysis (in major part soup-type) after preparing and freezing.