

P. HANULA

Svetová populačná explózia na jednej strane a ťažkosti s realizáciou pokrokových intenzifikačných metód v poľnohospodárskej produkcii i nových metód priemyselnej výroby potravín nútia venovať v súčasnosti čoraz väčšiu starostlivosť ochrane existujúcej produkcie potravín pred jej znehodnotením, ako i metódam predlžovania trvanlivosti potravín vôbec.

V tomto nepretržitom boji sa našiel nadmieru významný faktor — antibiotiká. Samo používanie antibiotík v potravinárstve však nie je bez vážnych problémov. Antibiotikum sa môže pokladať za metabolit živého organizmu, ktorý v nepatrnej koncentrácii pôsobí inhibične proti rozličným druhom mikroorganizmov. Už táto definícia vylučuje mnohé iné metabolity, ako napr. alkohol a pod. Takisto rozlišuje táto definícia antibiotikum od skutočných konzervačných látok, ktoré pri istej koncentrácii pôsobia ako jedy, ale bez selektívnej účinnosti [1].

Antibiotiká použiteľné v potravinárstve, t. j. diplokokeín, subtilín a nizín, možno charakterizovať selektivitou na druhom konci úzkeho spektra. Šírka antibakteriálneho spektra má totiž veľkú dôležitosť vo vzťahu k využitiu antibiotík: čím širšie je spektrum, tým hlbší je účinok týchto antibiotík, resp. čím je spektrum užšie, tým viac sa antibiotikum podobá ochranným konzervačným alebo antiseptickým látkam, ako napr. nizín.

Ďalšou dôležitou zásadou pre prípustnosť použitia antibiotík v technológii potravinárskeho priemyslu je, aby šlo výhradne o antibiotiká v použitých dávkach netoxické a bez akýchkoľvek chronických alebo celkove nepriaznivých účinkov na celý organizmus človeka. Pritom sa musí pamätať aj na to, že niektorí konzumenti isté potraviny zvlášť obľubujú a konzumujú ich väčšie množstvá.

Treba preto hájiť zásadu, že na ochranu potravín možno používať iba antibiotiká, ktoré nemajú predpoklady na využívanie v zdravotníctve. Zo všetkých dnes známych antibiotík je z tohto hľadiska najdôležitejší subtilín a najmä nizín. Subtilín — antibiotikum, ktoré produkujú niektoré kmene *Bc. subtilis*, bol síce navrhnutý na konzerváciu potravín už roku 1949, ale doteraz sa prakticky neaplikoval. Pri použití nelekárskych antibiotík v potravinárstve možno teda hovoriť len o nizíne; týmto problémom sa zaoberali mnohé súborné práce z najrôznejších hľadísk [2—4].

Nizín je antibakteriálna látka, ktorú produkujú rôzne kmene Lancefieldovej

skupiny *N-streptokokov* mliečného kvasenia (*Str. lactis*) ako metabolit. V podstate je nizín zmes polypeptidov (s priemernou molekulovou váhou, 8000 až 10 000), ktorá sa skladá z glykolu, alanínu, serínu, leucínu, lantionínu, betametylantionínu, lyzínu, valínu, kyseliny asparágovej, glutámovej, prolínu a hindistínu, všetkých v L-forme.

Prvé správy o nizíne ako látke produkovanej niektorými kmeňmi *Streptococcus lactis* pochádzajú z roku 1928. Prvý kryštalický preparát nizínu sa však podarilo pripraviť Beridgeovi až roku 1952.

Antibakteriálna aktivita nizínu sa prejavuje proti grampozitívnym baktériám (všetky dôležité baktérie mliečného kvasenia, streptokoky, pneumokoky, bacily a klostrídiá) a proti rozličným iným organizmom. Účinné spektrum je teda relatívne úzke.

Pokiaľ ide o mechanizmus účinku, pôsobí nizín na vegetatívne bakteriálne bunky baktericídne a bakteriolyticky. Vegetatívne bunky aj rozvíjajúce sa spóry absorbujú nizín veľmi silno a pri napadnutých bunkách nastáva deštrukcia cytoplazmatickej membrány.

Antibakteriálny účinok nizínu značne závisí od hodnoty pH; maximum má pri pH 6,5—6,8, pričom stabilita a rozpustnosť antibiotika je za týchto hodnôt pH nízka. V alkalickom roztoku nizín stráca veľmi rýchlo aktivitu. V oblasti pH medzi 2 a 6 počas 30 minút pri teplote 100 °C nenastáva významnejšia strata aktivity.

Možnosti použitia nizínu v potravinárskom priemysle sú veľmi rozmanité. Dosiaľ sa študovalo jeho použitie v mliekárstve, v mäsovom a konzervárskom priemysle.

Už pri výrobe tavených syrov sa kombinuje chemické a tepelné spracovanie; podobne je to pri väčšine spôsobov aplikácie nizínu. Aby bolo možné nizín úspešne aplikovať, treba zaradiť do procesu súčasne tepelné spracovanie: zistilo sa totiž, že za prítomnosti malých množstiev nizínu v rozličných druhoch konzerv sa podstatne znižuje rozsah tepelného pôsobenia počas sterilizácie.

Ako je známe, hodnota F_0 (ekvivalent sterilizácie) udáva čas sterilizácie pri teoretickom tepelnom spracovaní pri teplote 121,1 °C v minútach, pri ktorej sa dosahuje rovnaký stupeň sterility ako pri skutočnom pôsobení teploty. Pri teoretickom procese sa predpokladá totiž okamžité dosiahnutie teploty 121,1 °C a okamžité schladenie. Pri výpočte sa predpokladá taký mikroorganizmus, ktorého rýchlosť totálnej inaktivácie teplom pri zvýšení teploty o 10 °C sa zdesaťnásobí. Hodnota F_0 vôbec nezávisí od veľkosti nádoby, od druhu spracovanej suroviny, od zahrievacieho zariadenia a od vlastného procesu.

Možno predpokladať, že tepelne spracované nekyslé produkty (pH väčšie ako 4,5) neobsahujú živé spóry *Cl. botulinum*, ak hodnota F_0 sa rovná alebo presahuje 2,6—2,8 minút. Pod pH 4,5 je hodnota F_0 bezvýznamná, pretože v takých prostrediach sa spóry *Cl. botulinum* neaktivujú. Zistilo sa, že také produkty, ako napr. konzervované polievky, zelenina, zeleninové zmesi a mäsové konzervy, potrebujú minimálne tepelné spracovanie s $F_0 = 3$ až 4, aby sa získali zvyčajné organoleptické vlastnosti a produkty boli sterilné.

Ako sme už uviedli, hodnotu $F_0 = 2,6$ treba pokladať z hľadiska hygieny potravín za minimum, málokedy sa však dá uspokojivo realizovať, pretože termorezistentné bakteriálne spóry, spôsobujúce znehodnotenie výrobku, mô-

žu mať podstatne vyššiu tepelnú odolnosť ako *Cl. botulinum*. Podľa skúseností z praxe sa v potravinárstve používajú hodnoty F_0 6—40. Výhoda použitia nizínu v takých produktoch spočíva v tom, že tak možno z hľadiska hygieny potravín zvyčajne technologicky nevyhnutné hodnoty F_0 redukovať na minimum ($F_0 = 2,6$) bez toho, že by sa zvýšil podiel konzerv podliehajúcich bom-báži. Pri nezmenených hodnotách F_0 je tepelné spracovanie za prítomnosti nizínu jedným z prostriedkov kontroly vedúcim k zníženiu podielu znehod-notených konzervárskych výrobkov. Mnohé konzervárske výrobky možno podrobiť miernejšiemu tepelnému spracovaniu, ak sa pred sterilizáciou pridá 1—5 mg nizínu na 1 kg hotového produktu, čo veľmi výhodne ovplyvní nielen kvalitu, ale aj využitie kapacity sterilizačných aparátov.

Konzervované výrobky, napr. lúpané zemiaky, rôzne kombinácie zemiakov — so zelerom, cibuľou a pod., v podobe šalátov, červená repa, mrkva atď., vyžadujú prakticky hodnoty F_0 16—40, aby sa zredukovali termorezistentné, termofilné (ploché kysnutie) a mezofilné sporulujúce mikroorganizmy produ-kujúce čiastočne sírovodík. Za prítomnosti nizínu dosťahuje však sterilizačný ekvivalent asi 8—12 minút pri 121,1 °C. Dobré skúsenosti sa získali v niekoľ-kých jednotlivých pokusoch pri výrobkoch z karotkového pyré (na detskú výživu). Pri konzervovaní zeleného hrášku a mladšej karkoty sa zvyčajne pra-cuje s hodnotami $F_0 = 6$ až 7. Tým sa však nemôže získať sterilný produkt. Intenzívnym tepelným spracovaním by sa zasa veľmi deštruovala konzistencia. Použitím nizínu a hodnôt F_0 4—5 možno tento problém vyriešiť.

Huby, napr. šampiňóny, obsahujú zvyčajne veľké množstvo termofilných sporulujúcich mikroorganizmov, pochádzajúcich z kultivačného prostredia — maštalného hnoja. Pridavok nizínu umožňuje zmierniť podmienky sterilizácie asi z 18 minút na 3 minúty pri 121,1 °C.

Pri rajčiakových konzervách sú pomery trochu odlišné. Ako sme už uviedli, hodnota F_0 pri kyslých výrobkoch nie je z hygienického hľadiska kritická, pretože pri pH menšom ako 4,5 sa *Cl. botulinum* nemôže vyvíjať. I pri takých produktoch sa však vyskytujú mikrobiologicko-technologické ťažkosti, ktoré môžu vyžadovať ostrejšiu sterilizačný postup. *Cl. pasterianum*, *Cl. termosaccha-roliticum*, *Bac. coagulans*, *B. stearothermophilus* a ďalšie druhy baktérií sa vysky-tujú veľmi často. Tieto mikroorganizmy pôsobiace znehodnotenie hotového výrobku možno zničiť sterilizáciou v autoklávoch, vysokotepelnou krátkodo-bou sterilizáciou alebo kombinovaným postupom za použitia nizínu. Sterilizá-cia v autoklávoch spôsobuje často zmeny chuti, vône a farby. Vysokotepelný krátkodobý proces sa nemôže použiť pri kusovitej surovine, napr. pri celých alebo poľených rajčiakoch, najmä v poslednom prípade je výhodnejšie používať nizín. Ak však hodnota pH produktu sa zvýši prítomnosťou menej kyslých zložiek nad 4,5 (ako je to napr. pri paprikových strukoch v rajčiakovej šťave), je použitie nizínu ako pomocného sterilizovaného prostriedku takmer nevyhnut-né.

Pri mäsových konzervách sa dosiahli uspokojivé výsledky použitím nizínu pri párkoch konzervovaných v plechovkách. Ak bolo do diela zamiešané anti-biotikum, bolo možné potlačiť zmeny spôsobené maslovým kvasením. V náleve bol nizín neúčinný.

Pri rybácich konzervách, ktoré sa zvyčajne sterilizujú pri $F_0 = 4$ až 7, nemožno očakávať od použitia nizínu — napr. pri výrobe antipasty — nijakú redukcii sterilizačného ekvivalentu: môže sa však týmto spôsobom dosiahnuť

silný pokles zvyškovej mikroflóry. Pri niektorých druhoch hotových jedál bolo možné prídavkom nizinu znížiť sterilizačný ekvivalent takmer o 60 % bez poklesu sterility hotového výrobku počas 12 mesiacov.

Skúmanie toxicity nizinu bolo predmetom viacerých prác. Zistilo sa, že nizin nemá smrteľné alebo zdraviu škodlivé účinky, ani keď sa požíje 20 000—40 000-násobok jeho normálnej dávky (čo činí asi 6,0 mg nizinu na 1 kg telesnej váhy).

Toxicitu pre človeka možno ťažko predpokladať, lebo nizin sa už bezpochyby po tisícročie vyskytuje v mlieku a v syre a streptokoky produkujúce nizin sa pravidelne vyskytujú v črevách, takže malé množstvá tejto látky sa tu nepretržite tvoria.

Súhrn

Antibiotikum nizin, produkované streptokokmi mliečného kvasenia, nachádza čoraz širšie použitie v potravinárskom priemysle. Aby však bolo možné nizin úspešne aplikovať, treba mať predovšetkým na zreteli jeho antibakteriálne spektrum, ktoré je pomerne úzke, a do procesu súčasne zaradiť tepelné spracovanie. Zistilo sa totiž, že za prítomnosti nizinu pri rôznych druhoch konzerv možno podstatne znížiť rozsah tepelného pôsobenia počas sterilizácie.

Konzervované výrobky (lúpané zemiaky, zemiakové šaláty, červená repa, mrkva atď.) vyžadujú ekvivalent sterilizácie (F_0) medzi 16—40; za prítomnosti nizinu však dostačuje $F_0 = 8$ —12 minút. Výrobky sa vyznačujú lepšou konzistenciou a plnšími senzoričnými vlastnosťami.

Literatúra

1. TEPLÝ, M.: Ochrana potravin a prodloužení jejich trvanlivosti pomocí antibiotik, zejména nisinu. DNT o nizinu. Zborník prednášok. Roztoky u Prahy 11. VI. 1969.
2. BERRIDGE, N. I.: The antibiotic nisin and its use in the making and processing of cheese.
3. FARKAS, J. — VAS, K.: A szalámi belső mikroflórája és annak szerepe az éresi folyamatokban. Husipar, 74, 1959, s. 81.
4. PULAY, G.: Bakterium ellenes anyagok a tejben és jelentőségük a tejiparban. Élelmezési ipar, 1954, s. 289—375.
5. VAS, K.: Anwendung von Nisin in der Lebensmittelindustrie. Deutsch. Lebensmittel-Rundschau, 60, 1964, č. 3, s. 63—67.
6. HALL, R. H.: Reprinted from Process Biochemistry. London 1966.
7. CZISZÁR, J. — PULAY, G.: Untersuchungen mit gegen Glostridien wirkenden Antibiotica bildenden Streptococcus lactis Stämmen (I). Akten des XIV. Internat. Milch-wirtschaft-Kongresses (Rom), Bd 2 (1956), Teil 2, s. 432—443, cit. ad. 4.
8. HANULA, P.: Zvýšení údržnosti poľnohospodárskych a potravinárskych výrobkov, polotovarov a surovín použitím nizinu. VÚLK. Záverečná správa výskumnej úlohy ev. č. R-996-8, s. 77—80.

Применение низина в пищевой промышленности

Выводы

Антибиотик нисин, продуцируемый стрептококками молочнокислого брожения, находит все более широкое применение в пищевой промышленности. Для успешного применения низина необходимо иметь, в первую очередь, в виду его antibakterialный спектр, который относительно узок и в процесс одновременно ввести термообработку. Было обнаружено, что при наличии низина, у разных видов консерв, можно значительно снизить интервал теплового воздействия во время стерилизации.

Консервированные продукты (очищенный картофель, картофельный салат, свекла, морковь, и т. д.) требуют эквивалента стерилизации (F_0) между 16—40; при наличии нисина однако достаточно $F_0 = 8—12$ минут. Продукты отличаются лучшей консистенцией и более полными органолептическими свойствами.

The use of Nisin in food industry

Summary

Antibiotic Nisin, produced by treptococs of milk-fermentation keeps finding broader use in the food industry. To be able to apply Nisin succesfully it is necessary to regard its antibacterial spectrum, that is relatively narrow, and simultaneously to insert the heat treatment. It was found that in the presence of Nisin in various kinds of tins can be assentially lowed down an extent of the heat treatment during sterilization.

Preserved products (peeled potatoes, potato salates, red-bee, carrot, e.t.c.) require sterilization ekivalent (F_0), between 16—40; but in the presence of Nisin is sufficient $F_0 = 8—12$ minutes. The products are characterized by better consistention and fuller sensoric qualities.