

M. BEHÚŇ, J. ŠUBÍK, E. DUDÍKOVÁ

Výživa civilizovaných ľudí v súčasnosti pozostáva zväčša z potravín, ktoré ľahko podliehajú skaze. Potraviny môžu byť v prevažnej miere znehodnotené činnosťou baktérií, kvasiniek alebo plesní. Tieto mikroorganizmy sa vyznačujú rôznymi metabolickými aktivitami, ovplyvňujúcimi potraviny rôznym spôsobom. Mikroorganizmy kontaminujúce potraviny sú alebo saprofytické — spôsobujúce chemické zmeny podmieňujúce nevhodnosť potravín na ľudskú konzumáciu, alebo patogénne — spôsobujúce vážne infekcie alebo otravy po požití potravín. Väčšina potravinárskych surovín sa skladá z bielkovín, lipidov a polysacharidov, čo všetko sú vhodné substráty na rast rozličných mikroorganizmov.

Rast všetkých mikroorganizmov závisí od chemických a fyzikálnych faktorov prostredia obklopujúceho mikrobiálne bunky. Preto všetky spôsoby uchovania potravín sú založené na niektorom z týchto princípov:

1. prevencia alebo odstránenie mikrobiálnej kontaminácie,
2. inhibícia mikrobiálneho metabolizmu a rastu,
3. zabitie mikroorganizmov.

Na základe týchto princípov možno moderné metódy uchovania potravín rozdeliť takto:

1. aseptická manipulácia,
2. teplo,
 - a) var,
 - b) para za tlaku,
 - c) pasterizácia,
3. nízke teploty,
 - a) chladenie,
 - b) mrazenie,
4. dehydratácia,
5. osmotický tlak,
 - a) v koncentrovaných cukroch,
 - b) v slanom náleve,
6. chemikálie,
 - a) organické kyseliny,
 - b) látky vznikajúce v priebehu procesu (údenie),
 - c) látky prispievajúce mikrobiálnymi fermentáciami (kyseliny),
 - d) antibiotiká,

7. žiarenie,
 - a) ultrafialové,
 - b) ionizujúce.

V tomto príspevku by sme chceli poukázať na niektoré aspekty použitia antifungálnych látok v potravinárskom priemysle, keďže znehodnotenie potravín účinkom plesní je v súčasnosti vážnym ekonomickým i hygienickým problémom.

1. Znehodnotenie potravín účinkom plesní

Napriek našim stálym snahám o dokonalú ochranu pred mikrobiologickým znehodnotením kazia sa často nielen potravinárske suroviny, ale aj spracované a konzervované potraviny vrátane mrazených výrobkov.

Plesne rastú už i na poľnohospodárskych produktoch, či už na poli alebo v skladoch. Plesne obilnín, olejnín a ryže možno tak rozdeliť na huby poľné (*Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium*), na huby skladové, ktoré napádajú zrniny po žatve (*Aspergillus*, *Penicillium*) a napokon na huby zastúpené v pokročilej hnilobe (*Fusarium*, *Chaetomium*, *Papulospora*). I korenie často býva kontaminované plesňami, ktoré síce nespôsobujú kazenie vlastného korenia, ale môžu sekundárne kontaminovať iné potraviny.

Kazenie ovocia a zeleniny plesňami sa môže prejavovať iba sfarbením, alebo čiastočnou hnilobou. Tento typ kazenia spôsobujú rozličné druhy húb, ako *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Alternaria* a pod.

Nielen ovocie, ale i kontaminované ovocné konzervy alebo ovocné šťavy, v ktorých askospóry plesní prežili pasterizáciu, môžu sa znehodnocovať plesňami. Džemy a iné polokonzervy sú ideálnym substrátom na rast xerofilných plesní, ktoré utvárajú myceliálny povlak na ich povrchu. Ani mliečne výrobky nie sú uchránené pred činnosťou plesní. Zo sladeného kondenzovaného mlieka sa izolovali najmä plesne *Aspergillus repens*, *A. ruber* a *Sporendonema sebi*. I kyslé mliečne produkty, ako jogurt, môžu byť skazené plesňami, najmä ak sa k nim pridalo ovocie. Pri dlhom uchovávaní môžu plesne narásť aj na masle alebo na margaríne (*Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*). Veľmi rozšírený býva i nežiadúci rast plesní na syroch, alebo dokonca na chlebe a iných pekárskych výrobkoch (*Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*).

Jedným z vážnych problémov, ktoré nastoluje kontaminácia potravín a ich surovín plesňami, je tvorba mykotoxínov (námelové alkaloidy, aflatoxíny, sterigmatocystín, luteoskyrín, rugulozín, patulín, grizeofulvín). Tento problém si zasluhuje tým väčšiu pozornosť, že mnohé z týchto mykotoxínov majú karcinogénny účinok na cicavce. Jeden z najúčinnějších karcinogénov je aflatoxín B₁, vyvolávajúci rakovinu pečene, ktorý produkujú plesne *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* a *A. fumigatus*. Rôzne toxíny produkujú i mnohé iné huby žijúce na obilninách, strukovinách a na iných plodinách. Mykotoxigénne huby sa izolovali z mnohých potravín napadnutých plesňami vrátane vareného mäsa, pečiva plneného mäsom, fermentovaných výrobkov, ovocia, kakaa, chmeľu, syra a dokonca i chleba.

Vzhľadom na výskyt aflatoxikózy na území ČSSR roku 1969 sme o rok neskôr na našom ústave systematicky sledovali prítomnosť aflatoxínov vo vy-

bratých vzorkách potravinárskeho tovaru, dovážaného k nám z rozvojových krajín. Výsledky týchto analýz boli negatívne, čo potvrdilo neškodnosť dovezených produktov i dostatočnosť ich ošetrovania na mieste ich produkcie.

2. Použitelnosť antifungálnych látok v potravinárskom priemysle

Uchovávanie potravín prídavkom antifungálnych látok sa spravidla povoľuje iba v prípadoch, kde uchovanie potravín inými spôsobmi je málo efektívne alebo nemožné. Do aplikácie sféry môžu tak patriť takmer všetky už uvedené prípady, ku ktorým pristupuje ešte dezinfekcia skladov, výrobných priestorov a zariadení, ďalej obalové materiály a krmné účely.

Použitie antifungálnych látok v potravinárstve prináša aj isté riziko vyplývajúce z cudzorodosti týchto látok. Vzhľadom na nebezpečenstvo, ktoré je podmienené metabolickou aktivitou plesní (mykotoxíny) na potravinách i surovinách, je toto riziko malé. Riziko použitia sa ešte viac znižuje v menej rozvinutých krajinách, kde problém hladu a zaostalosť konzervárskeho priemyslu neumožňujú uchovávanie potravín na dostatočne efektívnej úrovni.

Antifungálne látky použiteľné v potravinárstve by mali spĺňať tieto kritériá: u ľudí by mali mať nízku toxicitu so známym mechanizmom účinku, sú výhodnejšie, keď zabíjajú bunky húb, ako keď inhibujú len ich aktivitu, mali by byť rezistentné oproti teplu a efektívne v rozmedzí pH 5—7, nemali by byť inaktivované produktmi mikrobiálneho metabolizmu a nemali by stimulovať ani tvorbu rezistentných kmeňov, mali by sa používať výlučne v potravinárstve a mala by jesť vhodná metóda na určenie ich obsahu v potravinách.

Vzhľadom na tieto kritériá je v súčasnosti známych pomerne málo antifungálnych látok použiteľných v širokom rozsahu v potravinárstve. Z týchto látok ešte menej pripadá na antibiotiká, z ktorých iba antibiotiká polyénového typu sa osvedčili pri výrobe syrov, ovocných štiav, hydínarských výrobkov alebo pri uchovávaní ovocia a zeleniny.

Táto skutočnosť núti mnohé výskumné pracoviská na celom svete hľadať nové a nové látky, či už prirodzeného alebo umelého pôvodu, ktoré by našli široké použitie v potravinárskom priemysle. Vývoju a aplikácii antifungálnych látok v potravinárstve v ostatných rokoch sa venuje pozornosť i v Oddelení mikrobiológie a biochémie Výskumného ústavu potravinárskeho. V rámci tohto programu systematicky študujeme antifungálnu aktivitu rozličných prírodných látok, izolovaných najmä z vyšších rastlín. Intenzívne študujeme i vlastnosti nových látok, či už chemicky syntetizovaných alebo takých, ktoré sú produktom sekundárneho metabolizmu mikroorganizmov. V priebehu minulého roku sme odhalili antifungálnu aktivitu antibiotika kyseliny bongrekovej a ako prví sme opísali spôsob jej účinku na rast a metabolizmus kvasiniek i vláknitých húb. Podobne sme zistili i antifungálnu aktivitu fenantridínovej zlúčeniny etídiumbromidu a ako prví sme opísali jej účinok na klíčenie spór a rast plesní. K najhodnotnejším výsledkom práce nášho malého kolektívu patrí však objavenie mechanizmu primárneho účinku prvého čs. klinicky použiteľného antifungálneho antibiotika mucidínu. Ukázalo sa, že toto antibiotikum je špecifickým inhibítorom mitochondriálneho transportu elektrónov v oblasti medzi cytochrómami *b* a *c*.

Spolu s vývojom ide aj výskum aplikácie antifungálnych látok. Tak napríklad dehydrooctan sodný (NaDHA), benomyl, preventol a iné syntetické anti-

fungálne látky sa osvedčili pri uchovávaní rozličných druhov rýchlo sa kaziacich plodín.

Ochranné účinky roztokov NaDHA sme sledovali na vzorkách jahôd, malín a manga, ktoré sa bez veľmi starostlivej úpravy prostredia v našich podmienkach rýchlo, t. j. v priebehu 1—3 dní, znehodnocujú činnosťou mikroorganizmov, predovšetkým plesní. Ďalej sme overovali účinky NaDHA na vzorkách jabĺk. Skúšané roztoky sme aplikovali na vzorky ovocia tak, že sme plodiny na site ponárali na 10 sekúnd do roztokov. Podobne sme ponárali kontrolné vzorky do vody. Všetky vzorky sme umiestnili na podložky z plastickej látky. Vzorky jahôd, malín a jabĺk sme skladovali pri $+5^{\circ}\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu 90—95 %. Vzorky manga sme skladovali pri izbovej teplote a relatívnej vlhkosti vzduchu 60—70 %. Výsledky ochranného pôsobenia roztokov NaDHA v porovnaní s kontrolnými vzorkami sú v tabuľkách 1, 2, 3 a na obr. 1.

Z tabuľky 1 a obr. 1 je zrejmé, že 0,2 % a 0,5 % roztoky NaDHA priaznivo ovplyvnili akosť vzoriek malín, takže aj po 7-dňovom skladovaní nezačala rásť plesň na ich povrchu, zatiaľ čo kontrolné vzorky v tomto štádiu pokusu mali plesne na celom povrchu. Roztok 0,1 % sa prejavil ako málo účinný. Ešte výraznejšie sa prejavil vplyv 0,5 % roztoku na jahody, kde po 10-dňovom skladovaní sa vyskytol iba ojedinelý rast plesní v porovnaní s kontrolnými vzorkami, ktoré mali plesne v celom objeme.

Rovnako priaznivo sa prejavil vplyv 0,5 % roztoku NaDHA na uchovávanie manga (tab. 2). V tomto prípade sme však nepozorovali znehodnocovanie kontrolných vzoriek plesňami, ale hnilobnými procesmi. Na vyhodnotenie účinkov NaDHA sme odhadovali a počítali približnú nahnitú plochu plodov,

Tab. 1 — Ochranný účinok NaDHA pri malinách a jahodách

Ovocie	Deň	Dehydrooctan sodný (%)			
		0	0,1	0,2	0,5
Maliny	0	—	—	—	—
	4	+	—	—	—
	7	++	+	—	—
Jahody	0	—	×	×	—
	6	+	×	×	—
	10	+++	×	×	+

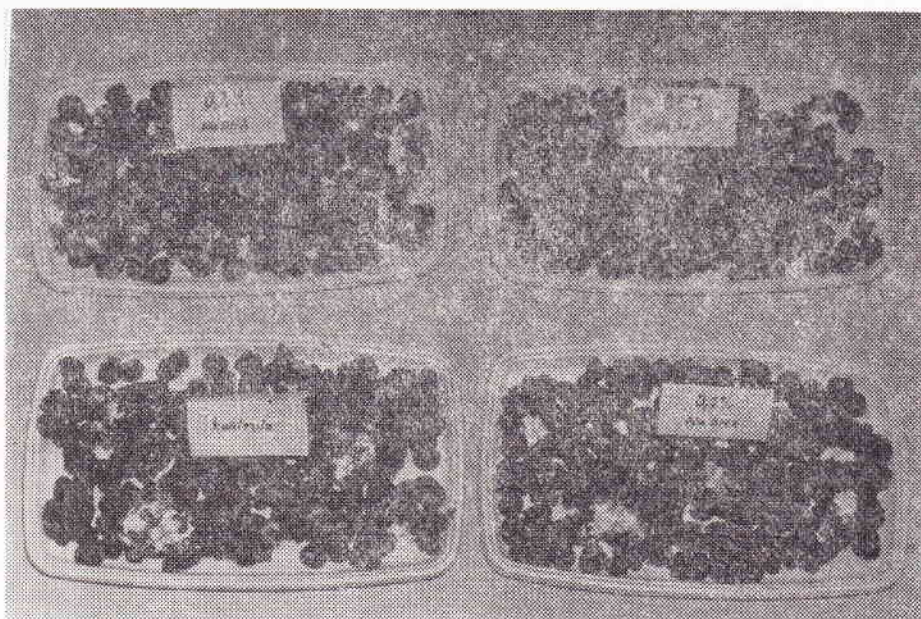
— = nepoškodená vzorka, + = ojedinelý rast plesní, ++ = rast plesní na celom povrchu vzorky, +++ = rast plesní v celom objeme vzorky, × = netestované.

Tab. 2 — Ochranný účinok NaDHA pri mangle (experimentálne podmienky sú uvedené v texte)

Ovocie	Deň	Nahitá plocha plodov (%)	
		kontrola	0,5 % NaDHA
Mango	0	0	0
	6	25	3
	10	50	4

Tab. 3 — Ochranný účinok NaDHA pri skladovaní jabĺk

Ošroda	Stav plodov	Kontrola		0,5 % NaDHA	
		(kg)	(%)	(kg)	(%)
Jonathan	dobrý	12,5	39,4	19,6	68,0
	poškodený	19,3	60,6	9,2	32,0
	spolu	31,8		28,8	
G. Delicious	dobrý	14,5	39,2	23,1	76,0
	poškodený	22,5	60,8	7,3	24,0
	spolu	37,0		30,4	
Staynared	dobrý	2,2	12,4	36,8	81,5
	poškodený	16,0	87,6	8,4	18,5
	spolu	18,2		45,2	



Obr. 1. Účinok NaDHA na maliny po 7-dňovom skladovaní. Experimentálne podmienky sú uvedené v texte.

ktorá je vyjadrená v percentách. V priebehu 10-dňového skladovania sa pokusné plody poškodili len ojedinele, spolu 4 % plochy, kým pri kontrolných vzorkách boli plody znehodnotené na 50 %.

Na predĺženie skladovateľnosti jabĺk a zachovanie ich kvality do neskorých jarných mesiacov sme pokusne aplikovali 0,5 % roztok NaDHA v kombinácii s veľkoobjemovým balením do zmraziteľnej polyetylénovej fólie. Použili sme

jablká odrody Jonathan, Golden Delicious a Staymared zo zberu roku 1973. Ako model veľkoobjemového balenia sme použili lúbkový košík po odstránení držiaka. Vsádková váha jabĺk v jednom košíku bola 6—7 kg. Dlhodobé skladovanie sa uskutočnilo pri $+5^{\circ}\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu ca 90 %. Priebežne sa sledovala kvalita jabĺk vizuálne; už po dvojmesačnom období sa začal prejavovať výskyt mikrobiálne znehodnotených plodov v kontrolných vzorkách, zatiaľ čo vo vzorkách ponorených do 0,5 % roztoku NaDHA sa ich poškodenie začalo prejavovať až po 4 mesiacoch. Pokus sa skončil po 6-mesačnom skladovaní, pričom sa vyhodnotil stav jabĺk množstvom zachovaných a znehodnotených plodov. Prehľad o stave jabĺk konci pokusu je v tab. 3. Vidieť, že po 6-mesačnom skladovaní boli priemerné straty pri ošetrovaných vzorkách 25 % v porovnaní s 69 % v kontrolnej vzorke.

Výsledky uvedených pokusov ukazujú, že aplikáciou 0,5 % roztoku NaDHA možno výrazne predĺžiť uchovanie sledovaných druhov ovocia bez negatívneho senzorického ovplyvnenia ich akosti.

Súhrn

Referát podáva prehľad základných princípov a metód uchovávanía potravín. Podrobne sa rozoberá účinok plesní na potraviny a na ich suroviny, pričom zvýšená pozornosť sa venuje mykotoxínom. Kriticky sa rozoberajú i podmienky použiteľnosti antifungálnych látok v potravinárstve. Podáva sa tiež informatívny prehľad o vývoji antifungálnych látok na uvedenom pracovisku a demonštruje sa použiteľnosť týchto látok pri uchovávaní rýchlo sa kaziacich druhov ovocia.

Некоторые аспекты применения антифунгальных веществ в пищевой промышленности

Выводы

В докладе приводится обзор основных принципов и методов хранения пищевых продуктов. Подробно разбирается действие плесневых грибов на пищевые продукты и их сырье, причем особое внимание уделяется микотоксинам. Критически разбираются также условия применения антифунгальных веществ в пищевой промышленности. Приводится также осведомительный обзор развития антифунгальных веществ на приведенном месте работы и демонстрируется применение данных веществ в хранении скоропортящихся видов фруктов.

Some aspects of the use of antifungal substances in food industry

Summary

The article gives the survey of basic principles and methods of the food preservation. It analyses in details the effect of mould on foods and their raw materials, increased attention being devoted to mycotoxin.

There are also critically analysed conditions of utilization of antifungal substances in the food industry. The informative survey is also given on development of antifungal substances on above mentioned working place and the utilization of these substances is demonstrated in the preservation of perishable fruit sorts.