

# Mikrobiologické rozbory sušenej zeleniny a ovocia

J. TOMIŠOVÁ

Aj keď vysušené potraviny pre značne nízky obsah vlhkosti a hermeticky uzavreté do obalov sú dostatočne chránené proti mikrobiologickému kazeniu, mikrobiológii sušených produktov treba venovať príslušnú pozornosť.

Medzi moderné spôsoby úchovy potravín patrí aj sušenie. Je jedným zo spôsobov dehydratácie potravín, a teda aj prítomných mikroorganizmov, ktoré vyvolávajú kazenie potravín. Sušenie samo osebe predstavuje mikrobostatický účinok, ak neberieme do úvahy ohrev, ktorým je sprevádzané sušenie horúcim prúdom vzduchu alebo kontaktne pri vákuovom sušení, a letálny účinok ultrafialových lúčov pri sušení na slnku. Vysušené potraviny nie sú sterilné a veľmi rýchle sa môžu rozkladať v prítomnosti vlhkosti (resp. priamo vody), ak sa prechováajú v teple.

Mikrobiológia sušených produktov rastlinného pôvodu je pomerne dosť heterogénna. Vnútorne tkanivá celých zdravých rastlín obsahujú veľmi málo mikroorganizmov. Jednako ovocie a zelenina bývajú veľmi často silne kontaminované mikroorganizmami, ktoré sa dostávajú do nich zo zeme a pri zbere, prípadne pri sušení (krájanie, manipulácia, samotné sušenie), za prítomnosti mikroorganizmov na strojnom zariadení pri balení a transporte. Charakter kontaminácie je podmienený jeho zdrojom a spôsobom spracovania produktu. Na zelenine, ktorá rastie v zemi, napríklad pri koreňovej zelenine, nachádzame pôdne saprofity, ako napríklad zástupcov rodu *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, enterokoky, aktinomycéty a rozličné druhy mikroorganizmov rozkladajúcich celulózu a pektín; huby, väčšane plesní a kvasiniek, pôdne prvky a mnohé iné mikróby. Množstvo a zloženie tejto mikrobiológie závisí od podstaty a charakteru pôdy. Tieto pôdne mikroorganizmy možno ľahko odstrániť mytím zeleniny, vysušením na slnku alebo ochladením.

Neporušená koža zeleniny, ak nie je na povrchu vlhká (voda alebo šáva, ktorá sa na jej povrch dostáva od inej už pokazenej zeleniny), je rezistentná voči invázii mikroorganizmov po dlhý čas, zvlášť ak sa zelenina uskladňuje na chladnom a suchom mieste. Taktiež veľa závisí od druhu zeleniny, stupňa zrelosti, reakcie bunkovej šľavy a tiež aj od spôsobu manipulácie s ňou. Tvrdá zelenina, ktorá neobsahuje šavu, ako

napríklad repa a zemiaky, lepšie znáša skladovanie ako zelenina mäkká — šalát, špenát, pór atď. Mäkká zelenina a ovocie rýchle podľahnú autolýze a začnú hniť.

Je pravdepodobné, že rozkladu zeleniny a ovocia možno predchádzať použitím antibiotík, hoci markantných dôkazov zatiaľ niet. Pokusy s antibiotikami tetracyklínového typu dávajú predpoklad, že ich použitím sa predĺži uchova hotových vysušených produktov rastlinného pôvodu.

Čo sa týka bakteriologického hodnotenia sušených potravín rastlinného pôvodu, treba na tomto mieste podotknúť, že nízky obsah mikroorganizmov vo vysušenom produkte vôbec neznamená, že mikroorganizmov v základnom materiáli bolo málo. Väčšina prítomnej mikroflóry, ktorá sa nachádzala v základnom produkte, odumiera v procese sušenia a veľa zo zbývajúcej mikroflóry odumiera i v priebehu skladovania.

### Experimentálna časť

Pri bakteriologickej analýze vysušených potravín rastlinného pôvodu, resp. polotovarov alebo samotnej zeleniny a ovocia, je najvýhodnejšie použiť metódu bezprostredného vizuálneho počítania mikroorganizmov pod mikroskopom.

Pri mikrobiologických analýzach sušenej zeleniny a ovocia sme v našich pokusoch vychádzali zo vzoriek sušenej zeleniny a ovocia, ktoré boli sušené fluidným spôsobom pri teplote 75 °C a skladované pri izbovej teplote počas 3 mesiacov a balené v hliníkových vreckách kaširovaných celofánom a polyetylénom.

### Mikrobiologická analýza

**Odber vzoriek.** Vzorky sušenej zeleniny a ovocia balené v hliníkových vreckách kaširovaných celofánom a polyetylénom sme navažovali v množstve 10 g do vopred pripraveného sterilného fyziologického roztoku v množstve 90 ml. 10 g vysušenej zeleniny a ovocia zodpovedalo cca 100 g čerstvej vzorky. Túto zmes sme nechali rehydratovať 30 minút pri laboratórnej teplote.

**Homogenizácia.** Po rehydratácii sme vzorky 10 minút homogenizovali na laboratórnej trepačke.

### Stanovenie celkového počtu mikroorganizmov

Na stanovenie celkového počtu živých mikroorganizmov sme z homogenizovanej vzorky odobrali po 1 ml a pripravili sme si vzostupné riedenia podľa Kochovej zriedovacej metódy od  $10^1$  do  $10^5$ . Na stanovenie sme použili 1 ml vzorky z každého riedenia. Stanovenia celkového počtu sme robili zalievaním na Petriho miskách mäsosepténovým agarom s prídavkom 1 % laktózy. Z každého riedenia sme robili paralelky. Všetky misky stanovenia celkového počtu mikroorganizmov sme inkubovali v termostate pri 30 °C počas 48 hodín a pri teplote 37 °C počas 24 hodín. Po ukončení kultivácie sme na miskách odčítali kolónie vizuálne a výsledok sme prepočítali na 1 g sušenej zeleniny alebo ovocia.

## Stanovenie *Escherichia coli* a skupiny *coli-aerogenes*

Postupovali sme obdobne ako pri stanovení celkového počtu mikroorganizmov, t. j. po 1 ml suspenzie zo základného riedenia 1 : 10 ( $10^1$ ) a z každých ďalších riedení sme zalievali na Petriho miskách Endovým agarom. Kultivovali sme 24 hodín pri 37 °C.

Endov agar ako pôda vysoko selektívna nám vylučuje skupinu Gram-negatívnych mikroorganizmov, nesporulujúcich, aerobných mikroorganizmov (resp. fakultatívne aerobných baktérií) skvasujúcich laktózu za tvorby plynu. Táto skupina vytvára indol. V netypickom prípade sa z Endovho agaru pripravujú preparáty, ktoré sa v ďalšom farbía podľa Grama. Ak je identifikácia nedostávajúca, preočkovávajú sa podozrivé kolónie do mäsopeptónového bujónu, ktorý sa kultivuje 24 hod. v termostate pri 37 °C. Z bujónu sa vyočkovááva 1 ml na pestrý rad cukrov. Táto biochemická skúška skvasovania cukrov, stekucovania resp. nestekucovania želatíny, tvorby  $H_2S$  nám spoľahlivo identifikuje predstaviteľov tejto skupiny.

## Stanovenie prítomnosti kvasiniek a plesní

Pre určenie prítomnosti kvasiniek a plesní v sušených vzorkách zeleniny a ovocia sme vychádzali zo základného riedenia ( $10^1$ ) ako aj ďalších vzostupných riedení a tieto sme na Petriho miskách zalievali Sabouraudovým agarom a kultivovali pri 25 °C počas 5 dní. Počet vyrastených kvasiniek a plesní sme potom prepočítali na 1 g sušenej vzorky zeleniny a ovocia.

## Stanovenie prítomnosti sporulujúcich termofilných baktérií

Na zistenie prítomnosti sporulujúcich termofilných baktérií sme základné riedenie  $10^1$  inaktivovali na vodnom kúpeli pri teplote 85 °C počas 20 minút. Z tohto inaktivaného riedenia sme znovu pripravili ďalšie vzostupné riedenia vo fyziologickom roztoku, z ktorých riedení sme vyočkovali po 1 ml na Petriho miskách a zalievali 1 % glukózovým mäsopeptónovým agarom. Vzorky sme potom inkubovali v termostate pri 37 °C 48 hodín.

## Výsledky

Výsledky mikrobiologických rozborov sušenej zeleniny sú zahrnuté v tabuľke 1 a ovocia v tabuľke 2.

## Diskusia

Mikroflóra sušenej zeleniny a ovocia sa väčšinou nelíši od mikroflóry iných potravín. Prevahu má však sporulujúca mikroflóra, čo je v súlade s doterajšími poznatkami, ak teplota pri sušení postačila zničiť vegetatívne formy a nenastalo sekundárne znečistenie pri manipulácii po skončení procesu sušenia, balenia atď. Preto mikrobiologický rozbor sušenej zeleniny a ovocia sa oby-

Tabuľka 1. Mikrobiologické rozborý sušenej zeleniny

Druh sušenej zeleniny	Celkový počet mikroorganizmov	Skupina coli-aerogenes	Kva-sinky	Plesne	Termofilné sporujúce mikroorganizmy
<i>Petržlen</i> , blanšírovaný	$3,7 \cdot 10^3$	neg.	$7,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	$6,5 \cdot 10^1$
<i>Petržlen</i> , blanšírovaný a sulfítovaný	$5,5 \cdot 10^2$	neg.	$1,0 \cdot 10^1$	$6,0 \cdot 10^1$	$3,5 \cdot 10^1$
<i>Petržlen</i> , blanšírovaný a škrobený	$5,1 \cdot 10^2$	neg.	$6,0 \cdot 10^1$	$6,0 \cdot 10^1$	$8,5 \cdot 10^1$
<i>Petržlen</i> , blanšírovaný, sulfítovaný a škrobený	$2,6 \cdot 10^2$	neg.	$1,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$
<i>Zeler</i> , blanšírovaný	$2,3 \cdot 10^2$	neg.	$6,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$
<i>Zeler</i> , blanšírovaný a sulfítovaný	$1,8 \cdot 10^2$	neg.	$1,0 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$
<i>Zeler</i> , blanšírovaný a škrobený	$2,1 \cdot 10^2$	neg.	$6,0 \cdot 10^1$	neg.	$3,0 \cdot 10^1$
<i>Zeler</i> , blanšírovaný, sulfítovaný a škrobený	$1,0 \cdot 10^2$	neg.	$2,0 \cdot 10^1$	$7,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$
<i>Cesnak</i> , bez úpravy	$8,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>Cibuľa</i> , bez úpravy	$6,1 \cdot 10^2$	neg.	$1,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$
<i>Cibuľa</i> , sulfítovaná	$1,8 \cdot 10^2$	neg.	$5,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$
<i>Kapusta</i> , blanšírovaná	$6,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	$2,0 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^1$
<i>Karotka</i> , bez úpravy	$5,7 \cdot 10^2$	neg.	$3,0 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^1$
<i>Karotka</i> , blanšírovaná a sulfítovaná	$2,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>Karotka</i> , blanšírovaná a škrobená	$1,1 \cdot 10^2$	neg.	neg.	$3,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$
<i>Karotka</i> , blanšírovaná, sulfítovaná a škrobená	$6,8 \cdot 10^3$	neg.	neg.	$2,5 \cdot 10^1$	$2,5 \cdot 10^1$



Tabuľka 2. Mikrobiologické rozborý sušenej zeleniny

Druh sušeného ovocia	Celkový počet mikroorganizmov	Skupina coli-aerogenes	Kvasinky	Plesne	Termofilné sporujúce mikroorganizmy
Ríbezle, $t = 70^{\circ}\text{C}$	$3,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$1,0 \cdot 10^1$
Višne, $t = 70^{\circ}\text{C}$	$12,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$7,0 \cdot 10^3$
Višne, pichané, $t = 70^{\circ}\text{C}$	$3,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$2,0 \cdot 10^2$
Marhule, $t = 70^{\circ}\text{C}$	$2,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$1,0 \cdot 10^1$
Marhule celé a vykostkované, $t = 80^{\circ}\text{C}$	$2,0 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$3,0 \cdot 10^1$
Marhule poľené a vykostkované, $t = 70^{\circ}\text{C}$ (3 min. máčané v 1 % $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )	$6,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	neg.	$3,0 \cdot 10^1$
Marhule poľené (3 min. máčané v 2 % rozt. $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), $t = 70^{\circ}\text{C}$	$10,5 \cdot 10^1$	neg.	neg.	$3,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^2$

čajne obmedzuje na stanovenie celkového počtu mikroorganizmov, kvasiniek a plesní, lebo zelenina a ovocie sa pred konzumom ešte tepelne spracováva. Pri laboratórnych mikrobiologických analýzach za účelom zistenia čistoty sušenej zeleniny a ovocia po skončení procesu sušenia pristupujú ešte rozborý stanovenia prítomnosti termofilných sporujúčich mikroorganizmov, ako aj zistenie prítomnosti skupiny coli – aerogenes.

Z našich experimentálnych výsledkov vyplýva, že vo všetkých vzorkách sušenej zeleniny a ovocia po dlhodobom skladovaní pri izbovej teplote v kaširovanom obale s celofánom a polyetylénom nedošlo k vzostupu celkového počtu mikroorganizmov. Nízky celkový počet mikroorganizmov svedčí o tom, že v procese sušenia boli usmrtené vegetatívne formy mikroorganizmov a prežili ho iba tie rezistentnejšie druhy, ktoré po rehydratácii prerástli živnú pôdu. Nepřítomnosť predstaviteľov skupiny coli – aerogenes, ako indikátorov fekálneho znečistenia, svedčí o tom, že zelenina okrem saprofytickej mikroflóry neobsahuje žiadne choroboplodné zárodky. Nízky počet prítomných termofilných sporulátov je v zhode s literárnymi údajmi, t. j. že sušenie dobre prežívajú sporujúce bacily, ktoré za optimálnych podmienok rehydratácie vyklíčia. Zaujímavá je aj prítomnosť plesní. V našich pokusoch prevládajúcimi druhmi plesní sú predstavitelia rodu *Penicillium*. Plesne, ktoré kontaminovali rastlinné produkty, dostali sa do nich buď priamo zo zeme, alebo spórami. Nakoľko tieto produkty neboli pred sušením umyté a mechanickým spôsobom

nedošlo k ich odstráneniu, prežili pomerne nízku teplotu sušenia a za vhodných podmienok vyklíčili. Iste veľkú úlohu tu hrá aj konečná zvyšková vlhkosť, ktorá je tiež do určitej miery ukazovateľom prítomnosti plesní.

### Súhrn

V práci autor rozoberá mikrobiologické problémy sušeného ovocia a zeleniny.

Mikrobiológia sušených produktov rastlinného pôvodu je pomerne dosť heterogénna. Vnútrotné tkanivá celých zdravých rastlín obsahujú veľmi málo mikroorganizmov. Jednako ovocie a zelenina bývajú veľmi často silne kontaminované mikroorganizmami, ktoré sa dostávajú do nich zo zeme a tiež pri zbere, prípadne pri sušení, balení a Transporte.

Vychádzajúc z týchto poznatkov, snažili sme sa v našich pokusoch mikrobiologickými rozborami na prítomnosť živých mikroorganizmov, prítomnosť skupiny coli – aerogenes, kvasiniek a plesní, ako aj termofilných sporulátov, zistiť kvalitu vysušených produktov rastlinného pôvodu po vysušení zabalených v hliníkových vreckách kaširovaných celofánom a polyetyénom a skladovaných pri izbovej teplote počas 3 mesiacov.

Zistili sme, že vo všetkých vzorkách sušeného ovocia a zeleniny nedošlo k vzostupu celkového počtu mikroorganizmov. Tento úkaz svedčí o tom, že v procese sušenia boli usmrtené vegetatívne formy a prežili iba rezistentnejšie druhy. Prítomnosť termofilných sporulátov tento úkaz iba potvrdzuje. Nepřítomnosť predstaviteľov skupiny coli – aerogenes ako indikátorov fekálneho znečistenia nasvedčuje tomu, že analyzované sušené produkty rastlinného pôvodu neobsahujú žiadne choroboplodné zárodky.

K tomu, aby sme dostali konečný obraz prítomnej mikroflóry po vysušení a skladovaní a mohli urobiť záver, budeme v analýzach pokračovať aj pri ďalších pokusoch.

## Микробиологический анализ сушеных овощей и фруктов

### Выводы

В статье автор трактует микробиологические проблемы сушеных овощей и фруктов. Микробиология сушеных продуктов растительного происхождения сравнительно достаточно разнородна. Внутренние ткани целых здоровых растений содержат очень мало микроорганизмов. Все же фрукты и овощи очень часто сильно загрязнены микроорганизмами, которые попадают в них из почвы а также при уборке урожая, или же при сушке, упаковке и транспорте.

Исходя из данных познаний, в наших опытах мы старались микробиологическими анализами на присутствие живых организмов, присутствие группы «coli aerogenes», дрожжевых грибов и плесней, как и термофильных спорулятов, установить качество высушенных продуктов растительного происхождения, упакованных после сушки в алюминиевые мешочки подёрнутые целлофаном и полиэтиленом и складированные при комнатной температуре в течение 3 месяцев.

Мы установили, что у всех образцов сушеных фруктов и овощей не повысилось общее количество живых микроорганизмов. Это явление свидетельствует о том, что в процессе сушки были умерщвлены вегетативные формы и пережили только более устойчивые виды. Присутствие термофильных спорулятов это явление только подтверждает. Отсутствие представителей «coli aerogenes», действующих в качестве индикаторов фекального загрязнения, свидетельствует о том, что анализированные суше-

ные продукты растительного происхождения не содержат никаких болезнетворных зародышей.

Для получения окончательного образа присутствующей микрофлоры после сушки и хранения и для получения окончательного вывода мы будем продолжать анализы и в дальнейших опытах.

## Microbiological analyses of dried vegetables and fruit

### Summary

The author analyses the microbiological problems of dried fruit and vegetables.

The microbiology of dried products of vegetable origin is relatively enough heterogenous. The inside textures of the whole sound plants hold very little of microorganisms. Yet the fruit and vegetables are very often considerably contaminated by microorganisms which reached them from the soil, by picking up or at their drying, packaging and transport.

On the basis of this knowledge we tried in our experiments determining by microbiological analyses the presence of living microorganisms such as coli-aerogenes, yeasts and moulds and also thermophile sporulates to find out the quality of the dried product of plant origin after its drying and packaged in aluminium bags mashed by polyethylene and stored at the room temperature during 3 months.

We found out that in all samples of dried fruit and vegetables the whole amount of living microorganisms was not higher. This phenomenon proves that by drying process vegetative forms were inhibited and more resistant species survived. The presence of thermophile sporulates demonstrates also this phenomenon. The absence of the representatives of the group coli-aerogenes as indicators of faecal contamination proves that analyzed dried products of plant origin do not hold any infectious germs.

To achieve the final conception of present microflora after drying and storing and to be able to make a proper conclusion our analyses will be carried on also in further experiments.