

# Poznatky zo sublimačného sušenia ovocia a zeleniny

P. PÁLENKÁR

Otázkami technológie sublimačného sušenia potravinárskych produktov, predovšetkým ovocia a zeleniny sa zaoberáme na našom ústave niekoľko rokov. Výsledkom tejto práce v spolupráci s inými inštitúciami je prvé poloprevádzkové sublimačné sušiacie zariadenie ČSSR, ktoré bolo inštalované v roku 1965.

V priebehu riešenia tejto problematiky sme vyriešili niekoľko technologických otázok, no stretli sme sa aj s problémami uchovania kvality sublimačne sušených produktov počas dlhodobého skladovania.

Technológiu sublimačného sušenia možno v podstate rozdeliť na tieto operácie :

1. výber suroviny,
2. úprava suroviny pred sublimačným sušením,
3. vlastné sublimačné sušenie,
4. balenie,
5. skladovanie,
6. rehydratácia.

## Výber suroviny

Pri výbere vhodnej suroviny pre sublimačné sušenie ovocia a zeleniny treba prihliadať na hľadisko nutrično-ekonomické a technologické. Technologické požiadavky sú dané rovnomernosťou stupňa zrelosti, tvarovou a veľkostnou vyrovnanosťou, typickými zmyslovými vlastnosťami, nízkym obsahom redukujúcich cukrov a z hľadiska ekonomického vyšším obsahom sušiny.

Pre zabezpečenie týchto požiadaviek na surovinu je dôležitá otázka voľby vhodnej sorty daného druhu ovocia a zeleniny.

Ako vhodné suroviny pre sublimačné sušenie sa nám osvedčili z ovocia v kusovej forme jahody a maliny, v tekutej forme šípky a čierne ríbezle, zo zeleniny koreňová zelenina. Z iných produktov hlavne extrakt kávy a huby. Pre sublimačné sušenie sú nevhodné ovocné produkty, ktoré majú vyššiu RS ako 28 %. Zo zeleniny nevhodnou surovinou na sublimačné sušenie je fazuľka a zelený hrášok v dôsledku ich zlej rehydratačnej schopnosti.

## Príprava suroviny pred sublimačným sušením

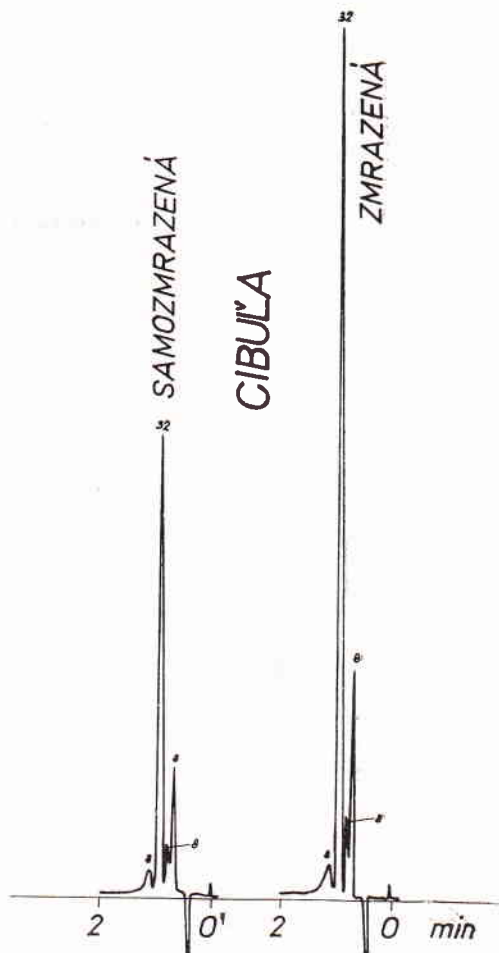
Sem patria tieto jednotlivé operácie:

1. pranie suroviny,
2. triedenie,
3. lúpanie a dočišťovanie,
4. rezanie, krájanie, prípadne prevedenie do tekutého stavu,
5. tepelné alebo chemické ošetrovanie,
6. chladenie a zmrazovanie.

Všetky tieto operácie sa robia zaužívanými spôsobmi ako v potravinárskom priemysle.

U kusových produktov je problematická otázka zmrazovania pred sublimačným sušením. V snahe znížiť náklady na sublimačné sušenie mnohí pracovníci navrhujú samozmrazovanie. Tu sa však dostáva do rozporu otázka hospodárnosti a kvality finálneho produktu. Podľa našich skúseností samozmrazovanie možno použiť len tam, kde nám nezáleží na úchove formy a vzhľade konečných produktov. Na samozmrazovanie nie je vhodné ovocie, nakoľko obsahuje väčšie množstvo cukrov, ktoré počas evakuácie sublimačnej komory migrujú k povrchu produktu a vytvárajú povrchové glazúry, ktoré zhoršujú podmienky pre výmenu vody a priestup tepla, v dôsledku čoho sa predlžuje čas sušenia. Samozmrazovanie má nepriaznivý vplyv na úchovu aromatických látok, čo vidieť na obr. 1 ako aj na rehydratáciu v porovnaní s predzmrazenými produktami. Výhoda, ktorú dáva samozmrazovanie, že v prvej fáze sušenia vysublimuje z produktov viac vody ako u predzmrazených, sa v poslednej fáze sušenia eliminuje.

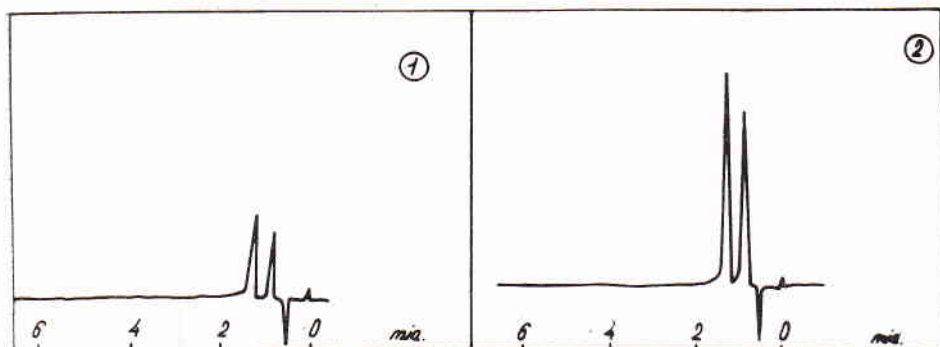
Pri zmrazovaní sa musí potravina zmraziť na takú teplotu, aby počas manipulácie a dosiahnutia podmienok pre sublimáciu nenastalo topenie ľadovej fázy. Pre produkty určené na sublimačné sušenie vyhovuje stredná rýchlosť zmrazovania a zmrazujú sa na teplotu  $-30$  až  $-40^{\circ}\text{C}$ .



Obr. 1.

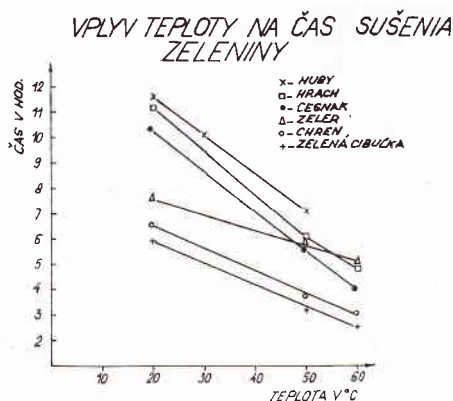
## Vlastné sublimačné sušenie

Princíp sublimačného sušenia je všeobecne známy. Pre urýchlenie procesu sublimačného sušenia je nutné k produktom počas sušenia privádzať teplo. Je tu však otázka na akú maximálnu teplotu možno produkt ohriať, pri ktorej by sa ešte neznižila jeho kvalita. Konečná teplota povrchu materiálu musí sa voliť tak, aby sa nepoškodili termolabilné zložky. Výška tejto teploty závisí predovšetkým od charakteru potraviny. Je známe, že pri vyššej konečnej teplote sa zhoršujú niektoré vlastnosti finálneho produktu ako rýchlosť a stupeň rehydratácie a stúpa strata na aromatických látkach čo vidieť na obr. 2. (Záznam I. zodpovedá sušeniu ohrevom, záznam II. zodpovedá sušeniu bez ohrevu). Na druhej strane pre úchovu niektorých nutrične hodnotných zložiek je vhodnejší vyšší zázehv pôsobiaci kratšiu dobu ako nižší zázehv pôsobiaci



Obr. 2.

dlhšiu dobu. Vyššie teploty pôsobia na skrátenie času sušenia, čo má vplyv na zlacnenie procesu sušenia. Vplyv výšky teploty na čas sušenia zeleniny vidieť na obr. 3. Pre sublimačné sušenie ovocia a zeleniny ako konečná teplota povrchu materiálu sa používa teplota 45–60 °C.



Obr. 3.

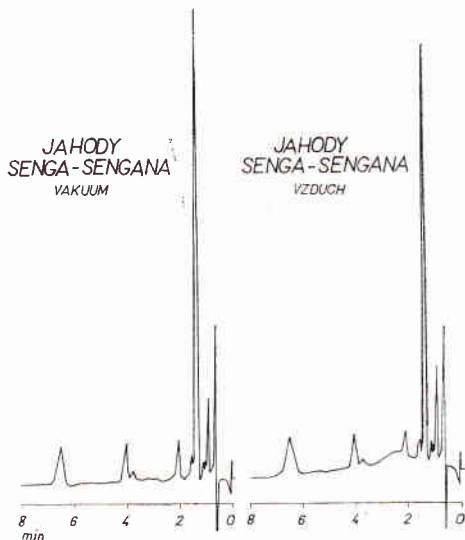
## Balenie

Požiadavky na obalový materiál sú dané vlastnosťami sublimačne sušených produktov. Sublimačne sušený materiál sa vyznačuje vysokou hygroskopičnosťou, absorpčnou schopnosťou pre plyny, citlivosťou na svetlo a krehkosťou. Preto obalový materiál musí byť paru—plyn nepriepustný, mechanicky pevný a nepriepustný pre svetlo. Z tohoto hľadiska sa javí najvhodnejšia plechovka. Produkty sa balia v prostredí vákua alebo inertného plynu.

## Skladovanie

Hlavnými faktormi, ktoré majú vplyv na úchovu sublimačne sušených produktov počas skladovania sú zvyšková vlhkosť sublimačne sušeného produktu, obsah kyslíka v obale a skladovacia teplota.

Vplyv kyslíka sa eliminuje balením do plechovky v prostredí vákua alebo inertného plynu — dusíka. Oxidačné zmeny sú spojené so znížením intenzity sfarbenia, arómy a tvorbou rôznych pachov. Na obr. 4 vidieť vplyv prostredia na úchovu aromatických látok. Skladovacia teplota má vplyv na rýchlosť zmien



Obr. 4.

sublimačne sušených produktov. Teploty nad 35 °C spôsobujú výrazné zmeny vo farbe, chuti, vône atď. Pri bežnej teplote okolo 20 °C nastávajú nepatrné zmeny u produktov a tieto sú vhodné pre konzum aj po niekoľkoročnom skladovaní. Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje skladovanie, je zvyšková vlhkosť produktu. Vyšší obsah vlhkosti spôsobuje neenzymatické zhnednutie a extrémne nízky obsah vlhkosti zvyšuje náchylnosť sublimačne sušených produktov k oxidačným zmenám. Podľa našich skúseností optimálna zvyšková vlhkosť sa pohybuje v rozmedzí 2—3,5 %.

## Rehydratácia

Pred konzumovaním sublimačne sušených produktov je im nutné dodať vodu, ktorá sa odstránila počas sublimačného sušenia. Tomuto úkonu hovoríme rehydratácia. Na množstvo spätne prijatej vody má vplyv spôsob rehydratácie. Pri sledovaní rehydratácie nás zaujíma čas potrebný na prijatie maximálneho množstva vody. U zeleniny čas rehydratácie sa pohybuje v rozmedzí 5—8 minút, u ovocia je táto doba o niečo kratšia.

Záverom možno povedať, že sublimačné sušenie je prínosom pre konzerváciu potravín aj z hľadiska kvality. Treba však hľadať ďalšie cesty pre zhospodárnenie procesu sublimačného sušenia ako aj pre úchovu vysokej kvality sublimačne sušených produktov počas dlhodobého skladovania.

## Súhrn

Článok je zameraný na sublimačné sušenie ovocia a zeleniny. Zaoberá sa otázkami výberu vhodnej suroviny, jej prípravou pred sublimačným sušením, otázkami zmrazovania a výšky teplôt používaných pri sušení ako aj otázkami úchovy konečného produktu.

## Literatúra

1. M. Behúň a kolekt., Výskum lyofilizácie potravín rastl. pôvodu, Bratislava, Výsk. ústav konzerv. potravín, 1963—1964 — záverečná zpráva.
2. M. Behúň a kolekt., Výskum lyofilizácie potravín rastl. pôvodu, ÚVÚPP po-  
bočka Bratislava, 1965—1966 — záverečná zpráva.

## Опыт сублимационной сушки фруктов и овощей

### Резюме

Статья посвящена вопросам сублимационной сушки фруктов и овощей, равно как и выбору правильного сырья и его подготовки перед сублимационной сушкой. Далее рассматриваются вопросы замораживания и температур применяемых во время сушки, затем хранение конечного продукта.

## Some Experiences about Fruit and Vegetables Freeze-drying

### Summary

The author deals with the freeze-drying of the fruit and vegetables especially with the selection of the convenient raw-material, its preparation before freeze-drying, with problems of the freezing and of the level of temperatures used in drying and also with the problems of the storage of final products.