

## TECHNICKO-EKONOMICKÝ ROZBOR NÁKLADOV NA SUBLIMAČNÉ SUŠENIE VÝMRAZOM

Š. BURÁK, V. REPKOVA

Ekonomické zhodnotenie nákladov na novú konzervačnú metódu — sublimačné sušenie potravín bolo vyhotovené jednak na základe poznatkov našich výskumných pracovníkov, jednak zahraničných literárnych údajov, ktoré sa vo väčšine zaoberajú teoretickými a technologickými zásadami tejto novej konzervačnej metódy. Vzhľadom k tomu, že priemyselne v ČSSR sa tento nový konzervačný spôsob ešte nevyužíva, v technicko-ekonomickom rozbere bolo možné dospieť iba k predpokladaným výrobným nákladom a faktorom, ktoré v podstatnej miere budú ovplyvňovať výšku nákladov.

Situácia vo svete je taká, že i napriek značnému stupňu rozvoja sublimačného sušenia pokračuje výskum technológie a strojného zariadenia. Z toho vyplýva, že technologické a ekonomické ukazovatele charakterizujúce dnešný stav priemyselného využívania sublimačného sušenia nemajú definitívny ráz, ale podliehajú dynamike vývoja.

Hlavnými nákladovými položkami pri procese sublimačného sušenia sú:

- amortizácia investícií
- výrobné mzdy
- údržba
- spotreba energií

Dosiahnutie čo najväčšieho ekonomického efektu na týchto položkách závisí od ďalších technicko-ekonomických faktorov, ktoré vzájomne medzi sebou súvisia. Najdôležitejšie faktory ovplyvňujúce výšku nákladov sú:

- a) výrobná kapacita,
- b) dehydračná rýchlosť,
- c) spôsob odsávania vodných pár.

### 1. Výrobná kapacita

Z rozboru nákladov na sublimačné sušenie u výrobných jednotiek s rôznou užitočnou ložnou plochou je vidieť, že čím je kapacitne väčšie zariadenie, tým trend nákladov má viac klesajúcu tendenciu z titulu nákladove nižšieho podielu amortizácie a výrobných miezd. Zahraniční odborníci (Maugire) pokladajú za ekonomicky najvýhodnejšie zariadenie s kapacitou 50 t váhy východiskovej suroviny. V súčasnej dobe firma Stokes buduje veľkozariadenie s kapacitou 75 ton denne,

ktoré bude úplne automatizované a k obsluhu postačia traja pracovníci na smenu. Uvádza sa, že investície s plným vybavením závodu u tejto veľkosti budú polovičné, alebo ešte nižšie ako u závodov už postavených s menšou kapacitou.

Za našich podmienok zriaďovanie veľkých výrobných kapacít nie je ešte v súčasnosti aktuálne, nakoľko je potrebné priemyselne vyskúšať niektorý najvhodnejší systém sublimačného zariadenia. Pre naše podmienky najvýhodnejší sa bude javiť systém pozostávajúci zo sériového zoradenia rôznych komôr, z ktorých sa každá riadi podľa zvláštného programu a nezávisle od druhej naplní, čím je možné súčasné sušenie rôznych produktov. Pri poruche vypadne len časť zariadenia, čím sa približuje kontinuálnej prevádzke.

Ďalej pre určenie výrobných nákladov je veľmi dôležitý využiteľný časový fond, ktorý je daný počtom denných smien. Napr. v USA v závode spracovávajúcom krevety, ak sa pracuje na 3 smeny pri 250 dennom pracovnom režime v roku, sú náklady na libru (0,45 kg) odstránenej vody z krevet 7,9 centa. Pri dvojsmennej prevádzke sa zvýšia za rovnakých podmienok náklady na 10,2 centa, pri jednosmennej prevádzke až na 16,8 centa. Z toho vidieť, že najnižšie výrobné náklady bude možné dosiahnuť pri trojsmennej prevádzke.

## 2. Dehydráčná rýchlosť

Na výšku nákladov samej konzervačnej metódy bude podstatne vplývať spôsob dodávania energie a rýchlosť dehydrácie produktu.

Urýchlenie sublimačného sušenia sa uskutočňuje pomocou ohrievania potravín v priebehu sušenia. Znamená to, že čím vyššia teplota sa môže použiť, tým rýchlejšie je surovina vysušená, nakoľko tlak vodných pár ľadu rastie s teplotou. Technologické a ekonomické požiadavky sublimačného sušenia kladú dôraz na dodržiavanie predpísaných teplôt pre jednotlivé druhy potravín. Aby mohli byť tieto požiadavky splnené, je potrebné:

- pri ohreve docieľovať čo najvyššiu rýchlosť,
- uskutočňovať reguláciu teploty.

Podľa dnešného stavu technológie sublimačného sušenia predpokladá sa, že použitie vysokofrekvenčnej energie formou mikrovln, alebo určitej kombinácie mikrovlnného a konvenčného ohrevu, prispeje v značnej miere k redukcii sušiacej doby. Teoreticky by bolo možné skrátiť dobu sušenia na  $\frac{1}{4}$  dnešnej dĺžky doby sušenia, čo do značnej miery bude vplývať na zníženie výrobných nákladov.

Význam regulácie teploty počas sublimačného sušenia vidieť z prác firmy Leybold, kde popri kvalitatívnych ukazovateľoch dosiahli významný úspech aj so skrátením celkovej doby sušenia cca o 50 %.

Výhľady do budúcnosti tohoto konzervačného spôsobu môžu byť sľubnejšie po ďalšom vývoji technického riešenia ohrevu a znížením sušiaceho cyklu časove k blízkosti teoretickej potreby, čo do značnej miery bude vplývať na zníženie výrobných nákladov.

## 3. Spôsob odsávanie vodných pár

Rozoznávame dva spôsoby odsávania vodných pár, a to:

- parnými ejektormi,
- čerpadlami s kondenzátormi.

Z rozboru spotreby energií na kg odparenia ľadu u týchto dvoch základných systémov odčerpávania vodných pár vyplýva, že i napriek vyšším investičným nákladom bude použitie čerpadlového systému s chladiacimi kondenzátormi pre ekonomiku výroby výhodnejšie, lebo náklady pri danom systéme neprevyšujú náklady dosiahnuteľné pri použití parných ejektorov, u ktorých sú značne vyššie z titulu väčšej spotreby pary a chladiacej vody.

#### Predpokladané náklady na výrobný proces sublimačného sušenia včítane predbežnej prípravy, balenia, skladovania a dopravy

Pri zisťovaní úrovne nákladov nestačí vykazovať iba rozbor samotných nákladov na konzervačnú metódu, ale je potrebné analyzovať náklady na predbežnú prípravu surovín, balenie, skladovanie a dopravu. Na základe toho náklady sa delia na:

1. predbežnú prípravu surovín,
2. sublimačné sušenie,
3. balenie,
4. skladovanie,
5. dopravu.

U vlasných nákladov na finálny produkt sa rozlišujú dve alternatívy nákladov a to tak:

1. finálny, sublimačne sušený produkt sa lisuje,
2. finálny, sublimačne sušený produkt zostáva v pôvodnom tvare.

Kalkulácia nákladov na kg sušeného produktu u 1. alternatívy:

a) predbežná príprava + zmrazovanie + manipulácia	Kčs 1,70
b) sublimačné sušenie + manipulácia	Kčs 1,30
c) obalový materiál + manipulácia	Kčs 1,50
d) skladovanie 12 mesiacov	Kčs 0,13
e) doprava na vzdialenosť 200 km	Kčs 0,45
náklady na 1 kg sublim. sušeného hotového jedla	<u>Kčs 5,12</u>

Predpokladané náklady na kg suš. produktu u 2. alternatívy:

a) predbežná príprava + zmrazovanie + manipulácia	Kčs 1,70
b) sublimačné sušenie + manipulácia	Kčs 1,30
c) obalový materiál + manipulácia	Kčs 3,85
d) skladovanie 12 mesiacov	Kčs 0,19
e) doprava na vzdialenosť 200 km	Kčs 1,12
náklady na 1 kg sublim. suš. hotových jedál	<u>Kčs 8,16</u>

Pre porovnanie voči mrazeniu sa uvádza kalkulácia na 1 kg mrazeného hotového jedla:

a) predbežná príprava + zmrazovanie	Kčs 0,60
b) obalový materiál + manipulácia	Kčs 0,83
c) skladovanie 12 mesiacov	Kčs 0,36
d) doprava na vzdialenosť 200 km	Kčs 0,64
náklady na 1 kg mraz. hotového jedla	<u>Kčs 2,43</u>

Treba poznamenať, že v uvedených kalkuláciách nie je uvažované o úplnej položke dielenskej réžie, celopodnikovej réžie a základného materiálu. Taktiež u 1. alternatívy budú náklady na balenie vyššie, pretože pri predpokladaných nákladoch nebolo uvažované o nákladoch na lisovanie a balenie v prostredí inertného plynu. U sublimačného sušenia sú v 1. alternatíve predpokladané náklady na 1 kg sušeného hotového jedla Kčs 5,12. Avšak táto hodnota nie je porovnateľná s nákladmi na zmrazovanie, nakoľko po rekonštitúcii 1 kg suš. potraviny dostaneme cca 2,5 kg potraviny na konzumovanie. Podľa toho náklady na 1 kg rekonštituovaných potravín sú 2,04 Kčs, teda sú o 0,39 Kčs nižšie oproti nákladom na 1 kg mrazených potravín.

Náklady uvažované v 2. alternatíve budú o 0,83 Kčs vyššie oproti nákladom na 1 kg mrazených potravín.

Z rozboru nákladov na jednotlivé časti výrobného procesu vyplýva, že je potrebné stanoviť náklady pre jednotlivé druhy spracovávaných surovín. Táto špecifikácia nákladov sa prejaví už pri samotnej predbežnej príprave potravín, pretože príprava potravín rastlinného, živočíšneho pôvodu a hotových jedál sa vyznačuje rozdielnymi výrobnými postupmi.

Náklady na samotnú konzervačnú metódu — sublimačné sušenie nie je možné dať na spoločného menovateľa pre všetky druhy potravín, pretože sa u nich vyskytujú rozdielne doby sušenia a ložné váhy na m<sup>2</sup>, teda faktory rozhodujúce pre určovanie výšky nákladov. Rozpätie nákladov závisiace od spracovávaných druhov potravín bude sa môcť znížiť ďalším riešením problémov sublimačného sušenia smerujúcich k urýchleniu tohoto procesu jednak použitím najvhodnejšej kombinácie ohrevných teplôt a jednak aplikáciou vhodných mechanických úprav.

V súvislosti s ďalším riešením problémov sublimačného sušenia bude potrebné sa zamerať na prípravu výrobkov, na balenie a na úsek vývoja vhodného materiálu pre obaly. Nakoľko tento problém nie je vyriešený, predpokladá sa balenie sublimačne sušených výrobkov do plechoviek, ktoré sú zatiaľ najdostupnejšie jednak pre určenie výšky nákladov, jednak čo do splnenia nárokov, ktoré sa kladú na obal. Ak výskum dosiahne kladné výsledky použitím umelých hmôt ako obalového materiálu, dosiahne sa vyšší ekonomický efekt u nákladov na balenie, manipuláciu a dopravu.

Pri skladovaní sa musí tak ako v predchádzajúcich častiach výrobného procesu prihliadať k špecifickým vlastnostiam jednotlivých druhov sublimačne sušených produktov, od ktorých závisí skladovacia doba a skladovacia teplota.

## S ú h r n

Z celkového technicko-ekonomického hodnotenia vyplýva, že náklady lyofilizácie záležia na mnohých faktoroch: druh sušenej potraviny, metódy spracovania, objem produkcie, kapacita zariadenia, dĺžka sušiaceho cyklu, energetické náklady, iné faktory zahrňujúce množstvo produktov, obsah vlhkosti atď. Náklady na celý výrobný proces t. j. prípravu potravín, zmrazovanie, vlastnú lyofilizáciu a balenie zvyšujú cenu lyofilizovaných výrobkov v porovnaní s cenou výrobkov mrazených alebo tepelne sterilizovaných. Z toho vychádzajúc aplikácia tejto konzervačnej metódy bude najvýhodnejšia hlavne pre také druhy potravín, ktoré majú vysokú nutričnú hodnotu a vysokú cenu suroviny, takže nie sú ohrozené nákladmi na lyofilizáciu.

## ТЕХНИЧЕСКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСХОДОВ НА СУБЛИМАТИВНУЮ СУШКУ ВЫМОРАЖИВАНИЕМ

### Резюме

Из общей технико-экономической оценки следует, что расходы на лиофилизацию зависят от многих факторов: сорт сушеной пищи, методы обработки, объем продукции, мощность оборудования, длительность цикла сушки, расход энергии, другие факторы зависящие от количества продуктов, степени сырости итд. Расходы на целый производственный процесс, т. е. приготовление продуктов, замораживание, собственно лиофилизация и упаковка, все это повышает стоимость лиофилизированных продуктов, по сравнению с ценами продуктов замороженных, или обработанных горячей стерилизацией.

На основании вышеприведенного следует, что применение этого метода консервирования будет выгодным, главным образом, у высоко питательных и дорогих, (как сырье) продуктов, то есть у таких, где издержки за лиофилизацию составят незначительную долю.

## TECHNISCH-ÖKONOMISCHE ANALYSE DER GEFRIERTROCKNUNGSKOSTEN

### Zusammenfassung

Die gesamte technisch-ökonomische Auswertung zeigt, dass die Gefriertrocknungskosten von vielen Faktoren abhängig sind: die Art der zu trocknenden Lebensmittel, die Methode der Verarbeitung, das Volumen der Produktion, die Dauer des Trocknungszyklus, die energetischen Kosten, weitere Faktoren betreffend die Anzahl der Produkte, den Feuchtigkeitsgehalt u. s. w. Die Kosten des gesamten Produktionsprozesses, d. h. Vorbereitung der Lebensmittel, Gefrieren, die eigentliche Gefriertrocknung erhöhen den Preis der gefriergetrockneten Produkte im Vergleich mit Produkten, welche gefroren wurden oder durch Wärmeeinwirkung sterilisierte Produkte. Daraus kann gefolgert werden dass die Anwendung dieser Methode am vorteilhaftesten hauptsächlich bei solchen Lebensmitteln sein wird, welche einen hohen Nährwert aufweisen und deren Rohmaterial sehr teuer ist, so dass sie nicht durch die Gefriertrocknungskosten begrenzt sind.