

POZNÁMKY IV. MEDZINÁRODNÉHO KURZU O LYOFILIZÁCIÍ V LYONE

BEHŮŇ M.

IV. Medzinárodný kurz o lyofilizácii v roku 1964 významný širokou účasťou zahraničných hostí, ktorých počet včítane francúzskych odborníkov bol 103 osôb z týchto krajín: Belgicka, V. Británie, NSR, Dánska, USA, Kambodže, Kanady, Holandska, Grécka, Indie, Írska, Itálie, Japonska, Madagaskaru, Maroka, Monaka, Poľska, Portugalska, Sovietskeho sväzu, Škótska, Španielska, Švédska, Švajčiarska, Juhoslávie, Francie a Československa.

Účastníkom služobnej zahraničnej cesty bola daná možnosť na IV. Medzinárodnom kurze o lyofilizácii oboznámiť sa nielen so základnými poznatkami, ale aj s niektorými najnovšími výsledkami z odboru sublimačného sušenia výmrazom ako po stránke technickej tak i ekonomickej.

Samotný kurz, ktorého program uvediem ďalej, bol v prvom rade zameraný na problémy, ktoré sú pracovníkom v odbore sublimačného sušenia výmrazom známe i v CSSR. Je však pravdou, že v niektorých prednáškach boli uvedené i veľmi zaujímavé poznatky a to najmä porovnanie kvality z hľadiska organoleptického tak pre mrazené ako aj lyofilizované a teplou cestou konzervované potraviny.

Program kurzu

Pondelok 20. júla:

Zahájenie kurzu prof. Glensdorffom
L. Rey: Teória lyofilizácie (I. časť)
Recepcia u starostu mesta Lyon.

Utorok 21. júla:

L. Rey: Teória lyofilizácie (II. časť)
T. W. G. Rowe. Vákuová technika
T. W. G. Rowe: Pokroky vo vákuovej technike
L. Rieutord. Systémy mechanických zmrazovacích zariadení
Y. Chaperon: Všeobecné javy u zmrazovacích kvapalín (skvapalnené plyny)

Streda 22. júla:

J. Mosnier: Mechanizmus fyziky výmeny tepla
L. Rieutord: Všeobecné charakteristiky priemyselných lyofilizátorov (na biologický materiál)
L. Rey: Systémy mechanickej a automatickej regulácie
R. I. N. Greaves: Základné aspekty sublimačného sušenia baktérií a živých buniek
G. Rosenberg: Sublimačné sušenie krvných derivátov
Návšteva v l'Institut Mérieux

Štvrtok 23. júla:

- D. Greiff: Enzymatická aktivita mitochondrií pri zmrazovaní a sublimačnom sušení
- U. Hackenberg: Základné princípy sublimačného sušenia potravín
- L. Rey: Zvyšková vlhkosť
- Diskusia k základným problémom lyofilizácie
- Návšteva fy. Société l'AIR LIQUIDE á FEYZIN na výrobu skvapalnených plynov

Piatok 24. júla:

- D. Simatos: Voda a jej spôsoby viazania v lyofilizovaných produktoch
- H. T. Meryman: Indukčný a dielektrický ohrev pri sublimačnom sušení
- E. Mestre: Lyofilizácia rádioaktívneho odpadu
- L. Rey: Nové smery v sublimačnom sušení

Sobota 25. júla:

- Potravinárska sekcia:
- J. Kuprianoiff: Základné a praktické aspekty sublimačného sušenia potravín
- G. W. Oetjen: Technické aspekty sublimačného sušenia potravín
- Návšteva fy. BONNET vo Villenfranche
- (výroba chladiacich a potravinárskych strojov)

Nedeľa 26. júla:

Voľný deň

Pondelok 27. júla:

- S. A. Goldblith: Sublimačné sušenie potravín
- M. Normand: Perspektívy lyofilizácie ovocia a zeleniny z hľadiska trhu
- A. P. Longmore: Nový vývoj v priemyselnom sublimačnom sušení
- C. O. Chichester: Úchova organoleptických vlastností a skladovacie problémy v sublimačne sušených potravinách
- Návšteva Institut Français de Virologie

Utorok 28. júla

- T. W. G. Rowe: Priestup tepla a hmoty z hľadiska ekonómie pri sublimačnom sušení vo veľkom.
- Výstava sublimačných zariadení (laboratórnych typov) ako aj zmrazovacích zariadení na skvapalnené plyny (laboratórne zariadenia)
- Záverečný banket

Streda 29. júla

- K. Bird: Chutnosť mrazených a sublimačne sušených potravín, špeciálne mäsa
- Diskusia v potravinárskej sekcii.
- Záverečná prednáška prof. R. Andjusa.
- Odvzdávanie diplomov.

Stručné výťahy z odprednášaných referátov

Vzhľadom na to, že niektoré referáty, ktoré boli prednesené na IV. Medzinárodnom kurze o lyofilizácii, boli už poväčšine zverejnené formou kním a v časopisoch (Progrès récents en lyophilisation, Paris 1962; Traité de lyophilisation, Paris 1960), zmienim sa v krátkosti len o tých, ktoré prinášajú niektoré nové poznatky v odbore sublimačného sušenia výmrazom, a to po stránke technologickej a ekonomickej.

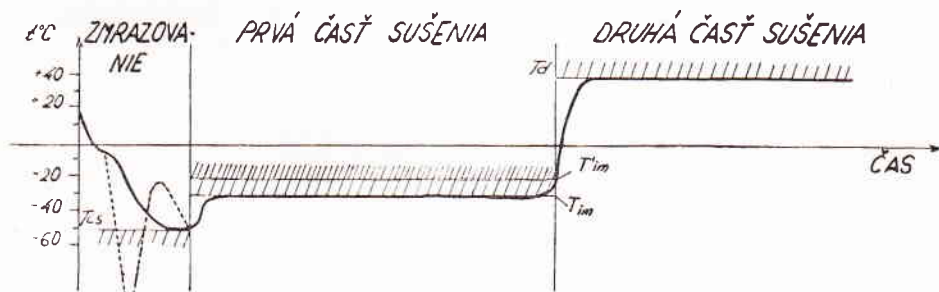
L. Rey: „Teória lyofilizácie“

Prof. Rey sa zaoberal celkove sublimačným sušením počínajúc predbežnou úpravou, zmrazovaním, vlastným sublimačným sušením, balením a rehydratáciou. Nakoľko podstatná časť prednášky je už známa z dostupnej zahraničnej literatúry, ba v skrátenej forme bola publikovaná i v Průmysle potravin č. 2, 1964 ako príloha, uvediem na tomto mieste len niektoré podstatné časti, ktoré prinášajú v odbore sublimačného sušenia niečo nového.

Pracovníkom so sublimačným sušením je známe, že jedným z problémov lyofilizácie je sušenie štiav. Z hľadiska ekonomického je však nutné, aby tieto šťavy

boli pred sušením zahutené (koncentrované). Na druhej strane však sušenie koncentrovaných štiav má svoje ťažkosti v tom, že eutekický bod, t. j. teplota, pri ktorej je všetka tekutina prítomná v tuhom stave, sa pohybuje okolo -50 až -60 °C, ba i nižšie, a musí byť dosiahnutá, aby nedochádzalo k tzv. peneniu a praskaniu vakuol, v ktorých je tekutina prítomná a tým nedochádzalo k štruktúrnemu poškodeniu produktu a k stratám aromatických látok. Ďalej, keď už dosiahneme túto nízku teplotu, dochádza pri zmrazovaní k vytvoreniu sklovitej formy ľadu a nie kryštálov, čím sa veľmi sťažuje sušenie t. j. sublimácia ľadu.

Aby rozpor medzi sklovitou formou ľadu a rýchlosťou sublimácie bol odstránený, vypracovali výskumníci fy LEYBOLD Hochvakuum Anlagen GmbH v Kolíne (NSR) postup, ktorý nazývajú tepelné ošetrovanie, resp. dvojstupňové zmrazovanie. Skôr ako popíšeme postup tepelného ošetrovania, uvedieme celkový postup sublimačného sušenia. Priebeh teploty v jadre produktu uvádzame na obr. č. 1. Celé sušenie sa člení na 3 časti a to: zmrazovanie, prvá časť sušenia (sublimácia) a druhá časť sušenia (desorpcia).



Obr. 1.

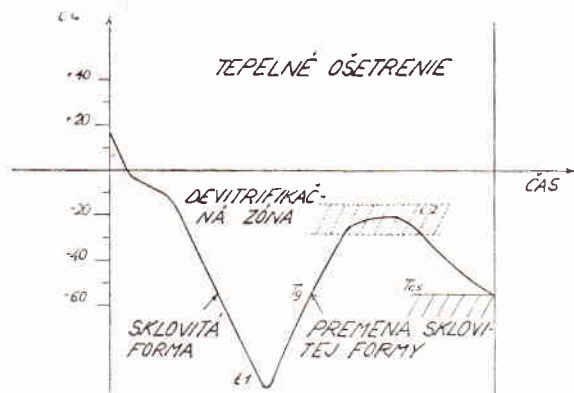
Zmrazovanie sa všeobecne robí na -40 °C prípadne až -50 °C, keď ide o koncentráty, to znamená, že teplota T_{cs} (temperature of complete solidification) — teplota úplného stuhnutia musí byť dosiahnutá a produkt na sušenie potom sušený pri teplotách sublimácie ľadu, ktoré sa majú pohybovať pod T_{im} a T'_{im} (tem-

| Produkt | T_{im} °C | T'_{im} °C |
|---------------------------------------|-------------|--------------|
| Jahody | -32 | -20 |
| Pomarančová šťava | -43 | -18 |
| Hroznová šťava | -45 | -27 |
| Jablčná šťava | -43 | -23 |
| Broskyňová šťava | -21 | -18 |
| Marhuľová šťava | -29 | -22 |
| Langusta na americký spôsob | | |
| Mäso | -38 | -32 |
| Omáčka | -47 | -47 |
| Kurča na víne | | |
| Mäso | -41 | -24 |
| Omáčka | -51 | -32 |
| Tournedos s madeira omáčkou | | |
| Mäso | -37 | -25 |
| Omáčka | -48 | -48 |

perature of incipient melting) — teplota počiatočného topenia, pričom však v žiadnom prípade nesmie byť prekročená teplota T_1^{III} .

Akonáhle je prvá časť sušenia skončená, môže byť zvýšená teplota v jadre na T_d (temperature for the dry state) — teplotu suchého produktu, ktorá sa pohybuje pre potravinárske produkty od $+40$ do $+70$ °C.

Na obr. č. 2 znázorňujem už spomenuté tepelné ošetrovanie, ktoré sa robí len u koncentrovaných produktov (ovocné šťavy, káva, čaj a pod.). Produkt sa zmrazí na teplotu -90 °C prípadne až 196 °C (skvapalnený dusík), čím dôjde k zmrazeniu pomerne veľmi rýchlemu a produkt vymŕza v sklovitej forme. Potom sa produkt



Obr. 2.

z teploty t_1 ohreje na teplotu t_2 , ktorá nesmie byť oveľa vyššia ako eutektický bod daného produktu, čím sa zmení sklovitá forma v kryštalickú a nakoniec sa produkt znova schladí na teplotu T_{cs} . Takto tepelne upravený produkt môže byť potom sušený podľa bežných postupov.

Týmto spôsobom je možné sublimačne sušiť i vysoko koncentrované šťavy, pričom sa stráca u vysušeného produktu pomerne vysoká nežiadúca hydroskopičnosť, ďalej produkt má oveľa lepšiu rehydratačnú schopnosť (v rehydratačnej tekutine netvorí sa zhluky veľmi ťažko rozpustného sušeného produktu) a čo je najdôležitejšie, čas sušenia možno skrátiť o 5—6 hodín.

T. W. G. Rowe: „Vákuová technika a pokroky vo vákuovej technike.“

Prednášateľ sa taktiež zaoberal známymi a už publikovanými výsledkami, takže len v krátkosti zhrniem, čo bolo predmetom prednášky. V prvom rade základné princípy odstraňovania pár zo sušiacej komory, kde autor z hľadiska ekonomického odporúča buď systém mechanických púmp, parné ejektory, alebo kombináciu parných ejektorov a mechanických púmp. Ďalej sa zmienil o možnostiach absorpcie vody na vysušovadlá, ktoré však, podľa jeho názoru, pri sublimačnom sušení výmrazom nemajú význam. Ďalej uviedol niektoré známe spôsoby merania vákuua a to pomocou ortuťového stĺpca (McLeod), Piraniho trubicou a Alphatronovou trubicou.

Okrem toho sa zmienil o sublimačnom sušení, jeho výhodách a ťažkostiach tak pri zmrazovaní ako aj sušení a balení. Taktiež upozorňoval na starostlivý výber

suroviny nielen z hľadiska sortimentu, ale aj druhu. Upozornil, že ekonomicky je výhodnejšie sušiť ovocie a zeleninu s vyšším obsahom sušiny než s nižším, čo sa zistilo napr. u jarnej a letnej kapusty, ktorá v prvom prípade mala 12 % a v druhom prípade 7 % sušiny.

L. Rieutord: „Systémy mechanických zmrazovacích zariadení.“

Prednášateľ rozobral pomerne známe spôsoby zmrazovania z hľadiska strojného a možno povedať, že obsah jeho prednášky bol už publikovaný v knihe: „Progrés récents en lyophilisation“, Paris, 1962.

L. Rieutord: „Všeobecné charakteristiky priemyselných lyofilizátorov (na biologický materiál).“

Podobne ako predchádzajúca, aj táto prednáška už bola publikovaná v knihe: „Traité de lyophilisation“, Paris, 1960, a týkala sa len sublimačného sušenia biologického materiálu, t. j. liečiv a sér. Uvádzal hlavne spôsoby zmrazovania biologických materiálov v suchom CO₂, v transfúzných fľašiach a pod.

Zaujímavou bola tá časť, v ktorej sa zmienil o niektorých spôsoboch merania teploty a stanovenia ukončenia sušiaceho procesu. Posledný spôsob je aj predmetom francúzskeho patentu, ktorý sa zakladá na tom, že medzi zdrojom vytvárajúceho vákuum a sušiacim produktom sú umiestnené vrtulky, ktoré sa otáčajú len dovtedy, pokiaľ sa v sušiacej komore nachádzajú pary. Akonáhle pary tam nie sú, vrtulky sa prestávajú točiť a tak indikujú koniec sušiaceho procesu. O spôsobe merania teploty sa zmienime podrobnejšie pri obsahu prednášky prof. Reya.

Y. Chaperon: „Všeobecné zjavy u zmrazovacích kvapalín.“
(skvapalnené plyny)

Prednášateľ v referáte uvádzal široké využitie skvapalnených plynov ako napr. vzduchu, kyslíka, karbónu, neónu, vodíka a hélia, ale najmä tekutého dusíka. Podstatnú časť prednášky venoval priemyselnej výrobe týchto plynov a ich fyzikálnym vlastnostiam. Hlavne sa však zaoberal tekutým dusíkom a jeho priemyselným využitím najmä z toho hľadiska, že v súčasnej dobe existujú priemyselné centrá, ktoré sú schopné vyrábať viac ako 1000 litrov tohto plynu za hodinu. Ďalej hovoril o možnostiach jeho prepravy a distribúcie v rôznych nádržiach, pričom nezabudol uviesť principiálne aj príslušenstvo, ktoré je nutné pri distribúcii ako napr. čerpadlá, ohybné potrubie, prípadne príslušná automatika, teda zariadenie, ktoré dovoľuje pracovať s uvedeným plynom, ako keby išlo o obyčajnú kvapalinu. Autor predpokladá, že konzervovanie (zmrazovanie) pomocou skvapalnených plynov bude sa v potravinárskom priemysle používať čím ďalej tým viac.

J. Mosnier: „Mechanizmus fyziky výmeny tepla.“

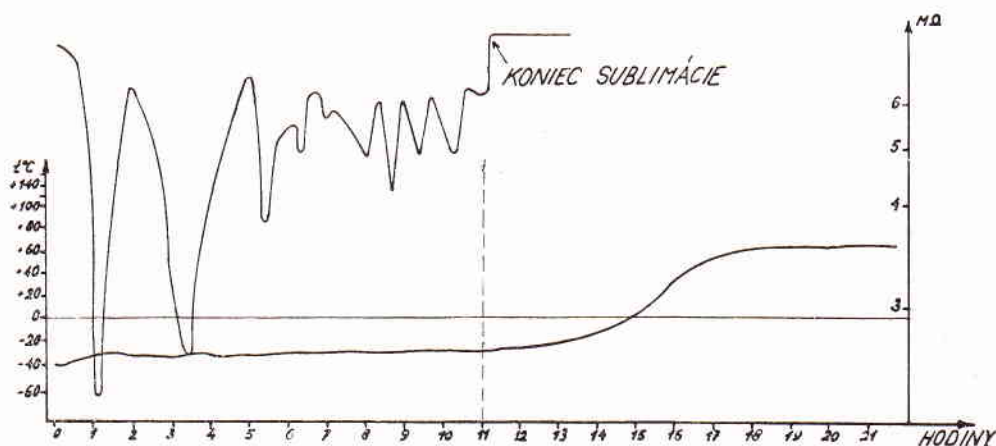
Autor referátu sa zaoberal základnými princípmi priestupu tepla vedením, prúdením a sálaním, pričom uvádzal, že niekedy je veľmi ťažko odlišiť, o ktorý prie-

stup tepla ide, čo spôsobuje ťažkosti pri riešení základných princípov mechanizmu fyziky výmeny tepla. V jeho prednáške sa problematika sublimačného sušenia výmrazom konkrétne nerozoberala.

L. Rey: „Systémy mechanickej a automatickej regulácie.“

Táto prednáška bola jednou z tých, ktoré priniesli niektoré nové poznatky. Nakoľko regulácia, či už automatická alebo mechanická, je v hľadiska ekonomického vedenie sublimačného procesu jedna z najdôležitejších, venoval sa jej autor veľmi podrobne.

V úvode sa zmienil o bežných spôsoboch merania teploty a to pomocou teplomeru, termočlánku, barometrického merania teploty (patent Leybold) a odporu. Posledná metóda bola vypracovaná prof. Reyom a je v širokej miere používaná vo Francii (v Institut Français de Virologie a v l'Institut Mérieux). Nakoľko meracie metódy, okrem merania teploty pomocou odporu, sú u nás známe, zmienime sa jedine o tejto. Princíp tejto metódy je v tom, že každá látka má určitú vodivosť resp. odpor. Pri sublimačnom sušení je materiál zmrazený a ľad, prípadne nejaká voda má príslušnú vodivosť. Za tým účelom prof. Rey robil pokusy, pri ktorých sledoval odpor skúmanej látky v zmrazenom stave a jeho zmeny počas subli-



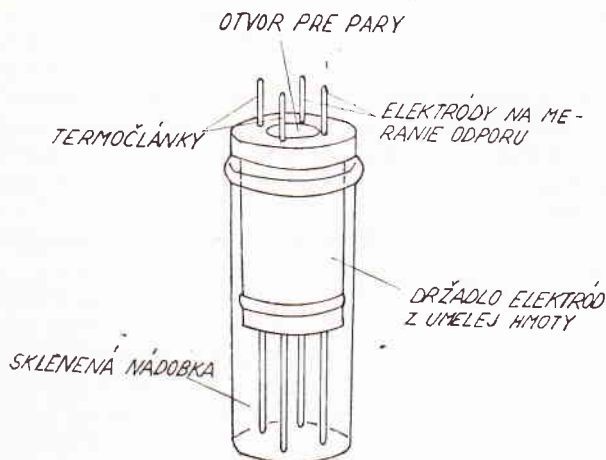
Obr. 3.

mácie. Je známe, že ľad má vysoký odpor ($M\Omega$) a akonáhle dôjde k fyzikálnym zmenám, t. j. k topeniu ľadu, alebo sublimácii, odpor sa mení. Ako sme už uviedli v obsahu predchádzajúcej prednášky prof. Reya, je nutné nepripustiť roztopenie vrstvy ľadu. Preto autor dopredu stanovil eutektické body pre produkty; čím získal teploty, ktoré nesmú byť prekročené vo fáze sublimačného sušenia a pre tieto teploty potom experimentálne zisťoval príslušné hodnoty odporu. Na základe týchto výsledkov potom mohol upraviť reguláciu sublimačného sušenia tak, že akonáhle sublimačný produkt v jadre dosiahne určitú hodnotu odporu, je skončená sublimačná fáza sušenia. Vo väčšine prípadov sa hodnoty odporu v tejto fáze pohybujú od 3—8 $M\Omega$.

Tieto hodnoty sú však samozrejme závislé od materiálu.

Na obr. č. 3 je znázornený priebeh sušenia pomarančovej šťavy, ktorá počas zmrazovania nebola tepelne ošetrovaná. Koniec sublimácie bol sledovaný pomocou odporu a súčasne bola registrovaná teplota v jadre pomocou termočlánkov.

Náčrtok meracieho článku je uvedený na obr. č. 4.



Obr. 4.

Elektrody na meranie odporu sú z platiny, ale môže sa používať aj nerezový drôt.

Okrem týchto spôsobov merania priebehu sublimačného sušenia sa autor počas diskusie zmienil o niektorých iných metódach, ako napr. o úbytku váhy sušeného produktu, t. j. straty vody pomocou elektrických váh, čo je podobný systém aký odskúšava inž. Hořejší vo VÚZVÚ, Praha, ďalej o meraní konca sublimačného sušenia pomocou rádiofrekvenčného hmotového spektrofotometru (vyrobený u fy Leybold Nachfolger), ktorého obchodný názov je Farvitron. Taktiež bol spomínaný prístroj vhodný pre záznam teploty povrchu materiálu pomocou zariadenia vyvinutého fcou Barnes Engineering Company, Stamford, Connecticut, ktorého obchodný názov je Industrial Radiometer model R — 4 D 1.

Celkove možno povedať, že otázkami automatickej a mechanickej regulácie, teda meracími metódami, sa zaoberajú výrobcovia lyofilizačných zariadení individuálne, pričom každý z nich zdôrazňuje, že jeho spôsob je najlepší.

U. Hackenberg: „Základné princípy sublimačného sušenia potravín“

Prednášateľ síce referoval o základných princípoch sublimačného sušenia potravín, ktoré sú pomerne známe, avšak aj tak niektoré uvádzané poznatky sú zaujímavé.

Kritériom pre kvalitu sublimačne sušených potravín majú byť podľa autora: nutričná hodnota, vôňa, chuť a konzistencia. Aby tieto mohli byť dosiahnuté, je potrebné venovať pozornosť už výberu suroviny. Napr. mäso určené na sublimačné sušenie nemá pochádzať z dobytky, ktorý bol kŕmený krmivom obsahujúcim veľa nenasýtených mastných kyselín. Mäso má byť vyzreté. Z hľadiska ekono-

mického je dôležitý, ako už bolo spomenuté v prednáške T. W. G. Rowea, obsah sušiny v surovine, najmä v ovocí a zelenine. Autor odporúča, aby šťavy pred sublimačným sušením boli zahusťované, avšak takým spôsobom, pri ktorom by nedošlo k podstatným stratám nutričných hodnôt a arómy (zahusťovanie výmrazom). Nakoľko niektoré druhy zeleniny je nutné blanširovať, autor odporúča, aby blanširovací proces bol naozaj najšetrnejší a neznižoval nutričnú hodnotu produktov. Podľa jeho názoru má sa blanširovať parou a čo je dôležité, po blanširovaní čo najrýchlejšie treba ochladiť produkt z teploty $+80^{\circ}\text{C}$ na teplotu $+15^{\circ}\text{C}$. Pracovníci fy Leybold vypracovali a už priemyselne používajú metódu, ktorou urýchľujú sublimačné sušenie a to tým spôsobom, že produkt pred zmrazovaním lisujú, čím znížia objem cca 0 či na $1/3$, (karfiol, zelerové listy a tvaroh). Touto metódou sme sa začali orientačne zaoberať už i na VÚKP v Bratislave, takže tým sa potvrdila dobrá myšlienka našich pracovníkov.

Ďalej sa v referáte hovorilo o probléme, či je možné sušiť produkty samostatne, alebo spoločne (hotové jedlá). Táto otázka nie je jednoduchá a treba prihliadať na viac momentov. 1) Každý jednotlivý produkt (mäso, huby, omáčka, zelenina) má rozličné podmienky sušenia, čo znamená, že teplotný režim a teplota sušenia sú rôzne. 2. Príprava hotových jedál kompletne je niekedy nutná. 3. Úchova chuť a čiastočne aj farby je lepšia, keď sú produkty (hotové jedlá) skladované spolu. 4. Pri spoločnom balení dochádza k ustáľovaniu rovnovážnej relatívnej vlhkosti, resp. zvyškovej vlhkosti jednotlivých produktov na spoločnú rovnovážnu relatívnu vlhkosť, resp. zvyškovú vlhkosť.

Odporúčal pritom zmrazovanie v prúde studeného vzduchu a len v niektorých prípadoch samozmrazovanie, keď nejde o zachovanie štruktúry (tvaroh, jogurt). Za účelom skrátenia času sušenia odporúča autor špeciálne lisky s rebrami, na ktoré je možné nakladať šťavu vo výške 6 cm. Záverom autor uvádzal nutnosť inertnej atmosféry pri vyberaní produktu zo sušiacej komory, ako aj neprekročenie relatívnej vlhkosti nad 40 %.

L. Rey: „Zvyšková vlhkosť“

Prof. Rey, podobne ako ostatní, upozorňoval na dôležitosť zvyškovej vlhkosti v sublimačne sušených produktoch a tiež formy, v akej sa voda môže nachádzať v potravinách.

Hlavne upozornil na to, že pre každý produkt je optimálna zvyšková vlhkosť, ktorá zodpovedá monomolekulárnej vrstve vody. Z tohto hľadiska je nutné mať metodiky, ktoré by presne stanovili zvyškovú vlhkosť v produkte.

Autor uvádzal 3 metódy na stanovenie zvyškovej vlhkosti a to: a) vážkovú
Autor uvádzal 3 metódy na stanovenie zvyškovej vlhkosti a to:

- a) vážkovú metódu,
- b) metódu Karl — Fischerovu
- c) manometrickú metódu celkového tlaku vodných pár

Vzhľadom na to, že tieo metódy sú u nás známe a bežne používané, okrem manometrickej metódy, uvedieme tu len to, že je veľmi dôležité, aby odobranie vzorky bolo naozaj reprezentatívne a aby vzorka bola homogénna.

Oveľa zaujímavejšia bola prednáška pani Simatos, o ktorej sa zmienim obšírnejšie.

D. Simatos: „Voda a jej spôsoby viazania v lyofilizovaných produktoch.“

Tak ako prof. Rey, i autorka referátu sa zmieňuje o dôležitosti zvyškovej vlhkosti a to hlavne z toho dôvodu, že v produkte sa zvykne nachádzať aj vzdušný kyslík. Tieto 2 faktory spolu spôsobujú skazu potraviny počas skladovania, či už v tukovej, alebo bielkovinnej tkaní. Upozorňuje na výsledky prof. Kuprianoffa, ktorý zistil, že enzymatická aktivita je zanedbateľná pod 2 % zvyškovej vlhkosti v produkte. Taktiež upozorňuje na výsledky získané Salwinom a monomolekulárnej vrstve, i keď mechanizmus tohto javu ešte nie je celkom objasnený. Autorka ďalej poukázala na možnosť vzniku niektorých voľných radikálov ako napr. H^+ , NH_2^+ , hlavne v druhej časti sublimačného sušenia v desorpcii. Je pravdou, že niekedy tieto voľné radikály, i keď v zanedbateľnom množstve, môžu byť i v natívnom materiáli, ale predsa badať ich vzostup pri sublimačnom sušení. Podobný jav, avšak vo väčšej miere, je pri ožarovaní potravín ionizujúcim žiarením. Tieto voľné radikály môžu škodlivo účinkovať na sublimačne vysušené produkty a to najmä preto, že sú schopné vstupovať do netypických reakcií.

Účinok voľných radikálov podľa autorky je závislý od obsahu vody v produkte a preto sa venovala sledovaniu dielektrickej konštanty a paramagnetickej rezonancii s cieľom zistiť množstvo voľnej a viazanej vody. Zistila, že akonáhle vysušený produkt príde do styku čo i len na krátku dobu s kyslíkom a vlhkosťou, nie je možné kyslík vytesniť inertnými plynmi a jediný spôsob na odstránenie znovu adsorbovaného kyslíka je niekoľkohodinová desorpcia v sušiacej komore za vakuu. Preto odporúča rušiť vákuum pomocou inertného plynu.

L. Rey: „Nové smery v sublimačnom sušení“.

Uvedená prednáška bola výlučne teoretickou prácou, v ktorej sa autor zaoberal niektorými novými smermi použitia lyofilizácie, ako napr. lyofilizáciou rádioaktívneho odpadu (o tomto sa zmienime bližšie v prednáške E. Mestre), ďalej otázkou straty aromatických látok počas sublimačného sušenia, kde zistil na modelovom pokuse, že počas lyofilizácie modelovej vzorky, ku ktorej bol pridaný acetón, boli straty 40 % oproti pôvodnému množstvu. Faktorom, ktorý ovplyvňuje straty aromatických látok, je teplota sušenia, ako aj samotné zloženie sušeného produktu. Prejavil názor, že pri sledovaní tohto problému, budú možnosti nájsť určité látky, ktoré by fixovali prchavé látky. Zaoberal sa tiež možnosťou výroby niektorých katalyzátorov pomocou lyofilizácie, ako napr. niklového a platínového katalyzátora. Zmienil sa o lyofilizácii nevodných systémov, ako napr. polystyrénu v benzéne, lyzínu v amoniaku a pod. Nakoniec upozornil na možnosť stanovenia voľných radikálov pomocou metódy paramagnetickej elektrónovej rezonancie podľa Zavoiského.

E. Mestre: „Lyofilizácia rádioaktívneho odpadu.“

Autor vo svojej prednáške poukázal na to, že v súčasnej dobe neustále rastie v celom svete využívanie štiepných materiálov, či už pre zbrojné, alebo mierové použitie. Pri tom zostáva rádioaktívny odpad, či už vo forme tekutín alebo tuhých látok a jeho zásoby neustále rastú, čím vznikajú problémy s jeho likvidáciou. Nateraz sa rádioaktívny odpad likviduje tak, že sa zalieva do betónových kvádrov a tieto sa hádzu do mora. Snahou je, aby rádioaktívny odpad pred zaliatím do

betónu, alebo dechtu bol čo najkoncentrovanejší a mal malý objem. Preto kvapalné rádioaktívne odpady sa koncentrovali a aj koncentrujú pomocou odparovania. Toto viedlo aj k myšlienke koncentrovať rádioaktívny odpad pomocou lyofilizácie. Práce, ktoré autor uvádzal vo svojej prednáške, boli charakteru len laboratórneho, avšak podľa názoru autora je tu peďna z ciest, ktorou by bolo možné koncentrovať rádioaktívny odpad a tento potom príslušným spôsobom likvidovať. Ekonomická stránka tejto metódy, zatiaľ skúmaná nebola.

H. T. Meryman: „Indukčný a dielektrický ohrev pri sublimačnom sušení.“

Prednášateľ sa zaoberal dôležitosťou zohrievania produktu počas sublimačného sušenia a spôsobu, akým sa dodáva teplo do produktu. Sústredil sa najmä na dielektrický ohrev a niektoré výsledky, ktoré boli na tomto poli získané, zatiaľ len v laboratórnom merítku.

I keď po stránke technickej boli robené pokusy v tomto smere, predsa z hľadiska ekonomického je ťažko porovnávať výhodnosť konvenčných spôsobov (kontaktný a radiačný) s vysokofrekvenčným ohrevom, nakoľko v súčasnej dobe stále nie sú dôkazy, že iné než konvenčné metódy zohrievania pri lyofilizácii sú ekonomické. Náklady zariadenia a malá účinnosť využitia energie zatiaľ vylučujú vysokofrekvenčný ohrev ako priameho konkurenta s doteraz používanými metódami ohrevu. Názor, že kombinácia konvenčného a vysokofrekvenčného zohrievania môže byť ekonomická, bol podporovaný v teoretickom rozbere Decareaom, ktorý uvádza náklady 3,5 centa na libru odstránenej vody týmto spôsobom oproti 5,2 centa na libru odstránenej vody pri konvenčnom, potažne len vysokofrekvenčnom spôsobe. Platnosť týchto údajov ešte sa v praxi nedokázala a je pravdepodobné, že vysokofrekvenčné zohrievanie bude musieť dokázať niektoré ďalšie výhody ako zlepšenú kvalitu výrobku, aby mohlo úspešne konkurovať s konvenčným spôsobom.

J. Kuprianoff: „Základné a praktické aspekty sublimačného sušenia potravín.“

Prednášateľ hovoril hlavne o zmrazovaní potravín ako konzervačnej metóde, pričom sa snažil poukázať na jeho dôležitosť v spojitosti so sublimačným sušením. Podstatnú časť prednášky venoval už pomerne známym výsledkom o forme vody a jej vymrzaniu vzhľadom na teploty, ako aj dôležitosti rýchlosti zmrazovania z hľadiska čo najmenšieho poškodenia tkane. Taktiež hovoril o spôsoboch zmrazovania, ktoré sa priemyselne využívajú, a to o zmrazovaní v prúde studeného vzduchu ako aj kontaktnom zmrazovaní či už priamom, alebo nepriamom. Ďalej sa zaoberal niektorými tepelnými údajmi pre vybrané druhy potravín ako napr. špecifickým teplom hovädzieho mäsa a rôznych tukov.

S. A. Goldblith: „Sublimačné sušenie potravín.“

Prednášateľ upozornil na hlavné problémy sublimačného sušenia, a to problém vhodnosti surového materiálu na sublimačné sušenie a jeho vplyv na kvalitu finálneho produktu, fyzikálne a chemické vlastnosti potravín a ich zmeny počas sušenia a skladovania, mikrobiologické aspekty a nakoniec hodnotenie lyofilizovaných produktov, ktoré by plne vystihovalo kvalitu produktov. V podstate išlo

o prednášku, ktorá už bola publikovaná vo Food Technology, 1962, február marec.

Zastával názor, že pre každý produkt by mali byť určené nasledovné parametre: maximálna vlhkosť a obsah tuku, maximálna teplota ohrevu, spôsob zmrazovania, forma výrobku, napr. v prášku, kockách, plátkoch a pod., jeho balenie, ako aj časové úseky medzi zabitím a zmrazovaním, skladovaním a konzumáciou.

Na záver bolo poukázané na rehydratáciu ako veľmi dôležitú operáciu z hľadiska kvality lyofilizovaných produktov. Na tomto úseku treba sa zamerať na sledovanie množstva spätne prijatej vody v závislosti od pH, teploty rehydratačnej kvapaliny, prítomnosti niektorých iónov, pri sledovaní času rehydratácie. Autor predpokladá široké uplatnenie tejto potravinárskej konzervačnej metóde.

M. Normand: „Perspektívy lyofilizácie ovocia a zeleniny z hľadiska trhu.“

Predmetom prednášky bola dôležitosť vitamínov prítomných v ovocí a zelenine z hľadiska výživy, pričom autor upozornil na ich straty počas technologických úprav a skladovania. Bol toho názoru, že rýchlo mrazené potraviny a lyofilizované produkty si počas konzervácie uchovávajú najvyšší obsah vitamínov. Upozorňoval najmä na rýchle spracovanie produktu ihneď po zbere.

A. P. Longmore: „Nový vývoj v priemyselnom sublimačnom sušení.“

Prednášateľ sa v úvode zmienil o neustálom raste počtu lyofilizačných zariadení priemyselného charakteru. Za základné prvky koncepcie lyofilizácie z hľadiska strojného považuje autor dokonalé vyriešenie sušiacich komôr a zohrievacieho systému, odstraňovanie vodných pár, kontrolný systém a optimálnu výkonnosť zariadenia. Autor považuje hranatú formu komôr za najvýhodnejšiu. Zo systémov ohrevu odporúča kontaktný ohrev a to buď parou, horúcim olejom alebo elektricky. Na zvýšenie účinnosti priestupu tepla odporúča rebrovité lísky, na odstraňovanie vodných pár ejektory. Taktiež sa zmienil o sprayovom sušení kvapalných potravín, u ktorého, i keď práce sú zatiaľ charakteru laboratórneho, sú predpoklady, že nájde priemyselné využitie.

C. O. Chichester: „Úchova organoleptických vlastností a skladovacie problémy sublimačne sušených potravín.“

Autor rozobral hlavne organoleptické vlastnosti lyofilizovaných potravín a faktory, ktoré ich ovplyvňujú. Najväčší dôraz kládol na výber vhodnej suroviny, pričom upozornil, že výskum na tomto poli je doteraz pomerne zanedbaný. Z hľadiska čo najlepšej úchovy organoleptických hodnôt ovocia a zeleniny je potrebné zamerať sa pri zmrazovaní na úchovu štruktúry a prchavých látok (esterov a ketónov). U mäsa je to úchova fyzikálnych vlastností. Tieto sú počas zmrazovania najviac poškodzované.

Z hľadiska úchovy organoleptických vlastností odporúča rýchle zmrazovanie a upozorňuje na dôležitosť neprekročiť teplotu, o ktorej sme hovorili pri prednáške prof. Reya, pretože toto tiež podstatne vplýva na organoleptické vlastnosti produktu. Medzi ďalšie problémy, ktoré je potrebné riešiť z hľadiska úchovy organoleptických vlastností, patria skladovacie podmienky. Taktiež upozorňoval

na Salwinove práce a to konkrétne na zvyškovú vlhkosť, ktorá podľa autora hrá jednu z podstatných úloh pri zachovaní farby. Tak napr. pre sublimačne sušenú mrkvu sa odporúča zvyšková vlhkosť 1,8 %, čo je vlastne hodnota monomolekulárnej vlhkosti. Mrkva s nižšou vlhkosťou môže oxidovať rýchlejšie ako mrkva s vyšším obsahom vlhkosti, ale na druhej strane toto zvýšenie urýchluje neenzymatické hnednutie.

Autor tiež zistil, že lykopén je počas skladovania stabilnejší ako karotény.

V súvislosti so zvyškovou vlhkosťou poukázal na to, že enzymatické reakcie sú veľmi spomalené, avšak nie zastavené. Hlavne sa prejavila badateľná enzymatická aktivita lipoxydázy a peroxydázy. Podobne upozornil aj na problém kyselika a odporúča skladovanie lyofilizovaných potravín len v prostredí inertných plynov. Vo všeobecnosti odporúča pre dlhodobé skladovanie lyofilizovaných produktov obsah vlhkosti pod 2 %.

K. Bird: Chutnosť zmrazených a sublimačne sušených potravín špeciálne mäsa.“

Prednášateľ sa zaoberal hlavne experimentálnymi pokusmi s mrazenými a lyofilizovanými jedlami, ako aj teplou cestou konzervovanými potravinami z hľadiska organoleptických vlastností. Autor so spolupracovníkmi organolepticky vyhodnotil tieto druhy jedál: klobásu, šunku, bravčové mäso, hovädzie mäso, hovädzie mäso so štavou, švajčiarsky steak, biftek, hovädziu polievku s rezancami, kuracie mäso s ryžou, kuracie mäso a kuraciu nátierku. Vo všeobecnosti boli najlepšie ohodnotené uvedené mrazené jedlá. Z lyofilizovaných boli najlepšie: hovädzia polievka s rezancami, kuracia nátierka, švajčiarska steak a kuracia polievka s rezancami. Na základe týchto výsledkov autor odporúča veľmi prísny výber jedál, ktoré sa majú sublimačne sušiť a to nielen z hľadiska organoleptického, ale aj z hľadiska ekonomického.

IV. Medzinárodný kurz o lyofilizácii splnil svoje poslanie a oboznámil účastníkov nielen so základnými princípmi sublimačného sušenia výmrazom či už biologického materiálu alebo potravín, ale aj s aplikáciou a ďalším rozvojom tejto pokrokovej metódy.

S ú h r n

V článku sú uvádzané stručné výťahy odprednášaných referátov na IV. Medzinárodnom kurze o lyofilizácii v Lyone, ktorý sa konal v júli 1964.

ЗАМЕТКИ С IV-ГО МЕЖДУНАРОДНОГО КУРСА ПО ЛИОФИЛИЗАЦИИ В Г. ЛИОН

Резюме

В статье приведены краткие выдержки из прочитанных докладов на IV-м Международном курсе по лиофилизации в г. Лион, состоявшемся в месяце июле 1964 года.

BEMERKUNGEN ZUM IV. INTERNATIONALEN KURS DER LYOPHILISATION IN LYON

Zusammenfassung

Im Artikel werden die kurzen Auszüge der vorgetragener Referate anlässlich des IV. Internationalen Kurses der Lyophilisation in Lyon, der in Juli 1964 stattfand, angeführt.