

Sublimačné sušenie tvarohu

BEHŮŇ M., PÁLENKÁR P., PRICELOVÁ A., ŠTANGOVÁ A.

Princípy sublimačného sušenia sú známe už dlhšiu dobu a technika tohto sušenia sa uplatnila v medicíne a farmácii. V posledných desiatich rokoch sa začína táto metóda uplatňovať i z ekonomického hľadiska i pri úchove potravín.

Sublimačné sušenie je v zásade dehydratácia zmrazeného materiálu za dostatočne vysokého vákua, takže ľad sa odstráni priamo ako vodná para (sublimuje) bez toho, že by sa zmenil na kvapalinu. Vysušovanie prebieha z povrchu do vnútra. Pri rekonštitúcii, t. j. pri dodaní odobranej vody sa vzhľad, konzistencia i farba obnoví a produkt je ako čerstvý. Sublimačné sušenie prebieha pri tlaku 1—2 torr. Usušený produkt obvykle obsahuje len 2 % vody a v správnom obale vydrží pri normálnej teplote 1 až 2 roky.

Pri našej práci sme sa zaoberali problémami súvisiacimi so sublimačným sušením tvarohu. Z technologického hľadiska to znamená, že sme sa zamerali na nasledovné vplyvy:

1. kvalitu surového materiálu,
2. predprípravu,
3. zmrazovanie,
4. teploty ohrevu,
5. skladovanie sublimačne sušeného produktu,
6. lisovanie,
7. rehydratácia.

Materiál a metodiky

Sublimačné sušenie sme robili na laboratórnom zariadení o kapacite 1 kg čerstvej hmoty, ktoré je vybavené keramickými žiaričmi s regulovateľným príkonom do 400 W na jednu platňu. Teploty povrchu materiálu a žiariča boli stanovované pomocou termočlánkov. Vákuum sme merali pomocou Mac Leodovho vákuometra. Stanovenie ukončenia sublimačného sušenia sme zisťovali pomocou prístroja na indikáciu vodných pár (1). Pomocou tohto zariadenia sme si zhotovili kalibračnú krivku (pre každý produkt musí byť stanovovaná zvlášť) a pomocou tejto sme zisťovali úbytok vlhkosti.

Stanovenie zvyškovej vlhkosti, sorpčnej izotermy, rýchlosti a stupňa rehydratácie sme robili bežne známymi postupmi (2, 3, 4, 5).

Pokusná časť

Ako sme už uviedli, kvalita surového materiálu, v našom prípade tvarohu, je jedným z rozhodujúcich kritérií pre akosť finálneho produktu. Z tohto dôvodu sme brali na pokusy tvaroh úplne čerstvý, t. j. jednu až dve hodiny po vyrobení. Kyslosť čerstvého tvarohu sa pohybovala od 82 do 86 °SH a počiatočná vlhkosť bola 73—78 ‰. Pri pokusoch sme pracovali jedine s odtučneným tvarohom.

Vzhľadom na štrukturálnu povahu tvarohu (t. j. veľkosť zŕn) ako aj ostatných vlastností nebolo potrebné pred zmrazovaním resp. pred sušením robiť nejaké úpravy, ako je to niekedy nutné u ovocia a zeleniny (pranie, triedenie, krájanie, prípadne blanšírovanie).

Zmrazovanie sme robili dvoma spôsobmi:

a) v kontaktnom zmrazovači pri rýchlosti zmrazovania 2,3 °C/min. a hĺbke zmrazenia —18 °C.

b) samozmrazovanie, to znamená, že zmrazovanie prebehlo na začiatku sublimačného sušenia priamo v sušiacej komore pri rýchlosti zmrazenia 1,9 °C/min. a hĺbke zmrazenia —30 °C.

Teploty ohrevu boli nasledovné:

a) pre tvaroh zmrazený bola maximálna teplota žiariča +78 °C, ktorá v priebehu sušenia sa upravovala tak, aby na konci sušenia dosiahla teplotu +35 °C.

b) pre tvaroh samozmrazený bola počiatočná teplota žiariča +150 °C a na konci sušenia +35 °C.

Pri uvedených pokusoch neprekročila teplota povrchu materiálu +33 °C.

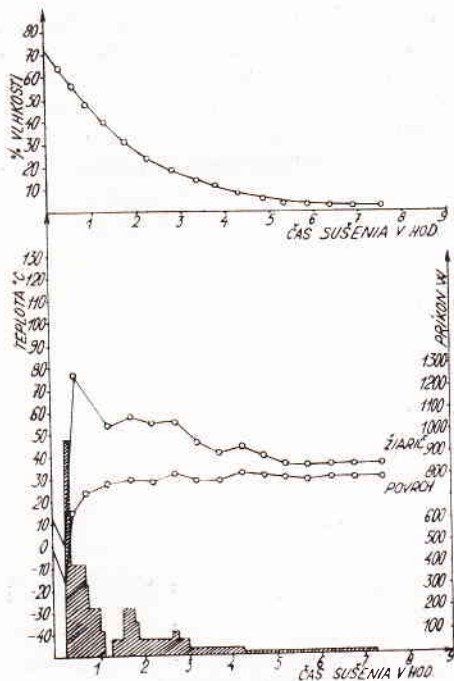
Skladovanie sublimačne sušeného tvarohu, ktorý mal zvyškovú vlhkosť 2,2 ‰ sa robilo v plechových obaloch pri teplotách +1, +20 a +40 °C, a to tak tvaroh zmrazený ako aj samozmrazený.

Rehydratácia sublimačne sušeného tvarohu bola sledovaná na pokusnom materiáli, ktorý bol sušený pri teplotách povrchu +15, +30 a +50 °C, v priebehu 35 dní skladovania. Taktiež bol sledovaný čas rehydratácie nelisovaného a rôznym spôsobom lisovaného tvarohu.

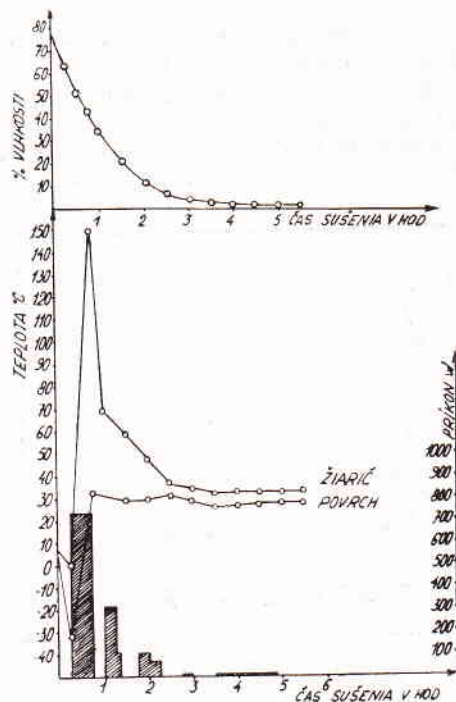
Lisovanie sme robili za účelom overenia možnosti zmenšenia pôvodného objemu tvarohu, a to pri tlakoch 20, 30, 50 at, dvoma spôsobmi bez použitia a s použitím inertného plynu, t. j. inertný plyn bol tlačенý do matrice, v ktorej sa lisoval pokusný materiál priamo z tlakovej nádoby.

Výsledky a diskusia

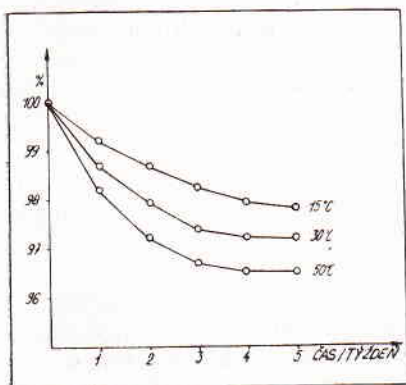
Pri sublimačnom sušení tvarohu samozmrazeného, kde teplota žiariča na počiatku bola 15 °C a na konci 35 °C trvalo sušenie 5 1/2 hodiny. Pri teplote 78 °C na začiatku a 35 °C na konci sublimačného sušenia, bol čas sušenia 7 1/2 hodiny. Z uvedeného vyplýva, že najvýhodnejšie je tvaroh samozmrazovať a nasadiť spočiatku vysokú teplotu, pretože uvedená teplota podstatne nepoškodzuje sušený materiál a čas sušenia možno skrátiť až o 2 hodiny. Rozdiel sublimačne sušeného tvarohu samozmrazeného a zmrazeného je vo farbe, a to v tom zmysle, že samozmrazený má farbu a konzistenciu bližšie k čerstvému ako zmrazený. (Graf 1, 2).



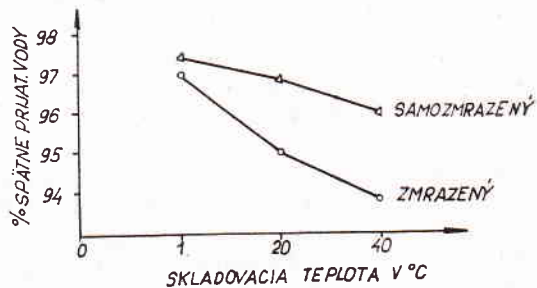
Graf 1. Tvaroh zmrazený



Graf 2. Tvaroh samozmrazený

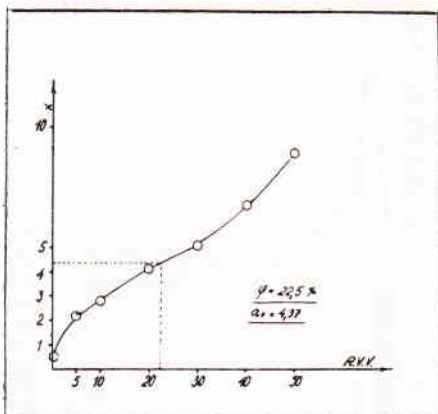


Graf 3. Vplyv teploty povrchu na rehydratáciu tvarohu

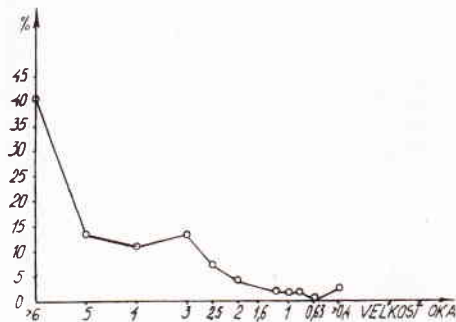


Graf 4. Vplyv skladovacej teploty na rehydratáciu tvarohu

Vplyv skladovacej teploty na rehydratáciu tvarohu a to ako zmrazeného tak i samozmrazeného vidieť na grafe 3, kde sa jasne ukazuje prednosť samozmrazeného tvarohu pred zmrazeným, a to najmä pri teplotách 20 a 40 °C. Taktiež je vidieť, že so stúpajúcou teplotou je schopnosť tvarohu spätne prijať vodu pri teplote 40 °C u samozmrazeného znížená približná o 1 % oproti skladovacej teplote 1 °C a u zmrazeného až o 3 °C počas 35. dní skladovania. Na rehydratáciu



Graf 5. Sorpčná izoterma pre sublimačne sušený tvaroh



Graf 6. Veľkostné zloženie sublimačne sušeného tvarohu

ciu taktiež vplyva teplota povrchu materiálu, v našom prípade tvarohu, a to v tom zmysle, že so stúpajúcou teplotou klesá percento spätne prijatej vody. (Viď graf 4).

Nakoľko jedným z rozhodujúcich faktorov, ktoré majú vplyv na sublimačne sušené potraviny pri skladovaní, je zvyšková vlhkosť, resp. jej zodpovedajúca relatívna vlhkosť, s ktorou je v uzavretom prostredí tenzia pár potraviny v rovnováhe, bolo nutné stanoviť pre tvaroh sorpčnú izotermu. Priebeh sorpčnej izotermy vidieť na grafe 5. Podľa Salwina je pre sublimačne sušené potraviny najlepšia stabilita pri obsahu vlhkosti zodpovedajúcej monomolekulárnej vrstve vody. Pre sublimačne sušený tvaroh je táto hodnota monomolekulárnej vrstvy — $a_1 = 4,37\%$, čo zodpovedá relatívnej vlhkosti 22,5 %.

Z hľadiska balenia sublimačne sušeného tvarohu je dôležité vedieť aj veľkostné zloženie. Na grafe 6 vidieť percentuálne zloženie tvarohu a možno povedať, že približne 80 % má veľkosť väčšiu ako veľkosť oka na normalizovanom site č. 3.

Pri sledovaní vplyvu lisovania na zmenu objemu a rehydratáciu sublimačne sušeného tvarohu bolo zistené, že pri lisovaní s tlakom 20 at je čas rehydratácie 8,30 min. a špecifická váha 0,438 g/cm³ oproti nelisovanému, kde čas rehydratácie je len 2 min. a špecifická váha 0,242 g/cm³. Pri použití inertného plynu pri lisovaní je čas rehydratácie 3,75 min., z čoho vyplýva, že lisovaný tvaroh má horšiu rehydratačnú schopnosť, avšak pri aplikácii inertného plynu sa podmienky rehydratácie zlepšujú. (6).

Uvedená práca mala za cieľ zistiť vplyvy zmrazovania, teplôt ohrevu, skladovania, rehydratácie a lisovania na kvalitu finálneho produktu — sublimačne sušeného tvarohu. Bolo zistené, že u sublimačne sušeného tvarohu z technologického hľadiska je výhodnejšie samozmrazovanie a že pri sublimačnom sušení môže sa aplikovať teplota ohrevu tak, aby teplota povrchu neprekročila 40 °C. Bolo tiež zistené, že podstatný podiel sublimačne sušeného tvarohu má požadovanú veľkosť (kúsky), t. j. nad veľkosť oka č. 6. Taktiež bola zistená optimálna relatívna vlhkosť pre skladovanie sublimačne sušeného tvarohu.

L i t e r a t ú r a

1. Hořejší V., Sušení potravin sublimací ze zmrazeného stavu. Závěrečná zpráva, 1963.
2. Rey L. R., Bastein M. C., Freeze — Drying of Foods. NAS, Washington, 1962.
3. Behúň M., Stabilita kyseliny l-askorbovej u lyofilizovaných produktov počas skladovania. Bulletin, VÚKP, 1964, 3, č. 1.
4. Behúň M., Rekonstituierung von gefriergetrocknetem Gemüse Die Lebensmittel-Industrie 11 (1964), č. 7.
5. Behúň M., Pálenkár P., Štangová A., Hinterbuchnerová M., Vplyv podmienok skladovania na sublimačne sušené ovocie a zeleninu. Bulletin, VÚKP, 1964, 3, č. 2.
6. Pálenkár P., Štangová A., Komprimácia sublimačne sušených produktov a jej vplyv na rehydratáciu. Bulletin, ÚVÚPP, 1965, 4, č. 4.

Сублимационная сушка творога

Выводы

Целью предложенной работы было определить влияния замораживания, метператур подогрева, хранения, регидратации и прессования на качество конечного продукта — сублимационно сушенного творога. Было определено, что с технической точки зрения является у сублимационно сушенного творога выгоднейшим samozamrazivanie, и что при сублимационной сушке возможно применять температуру подогрева так, чтобы температура поверхности не превысила 40 °C. Было тоже определено, что существенная часть сублимационно сушенного творога имеет требуемую величину (куски), т. е. свыше размера oka № 6. Была определена оптимальная относительная влажность для хранения сублимационно сушенного творога.

Gefriertrocknung von Quark

Zusammenfassung

Die angeführte Arbeit hatte zum Ziel den Einfluss von Tiefkühlung, von Erwärmungstemperaturen, von Lagerung, von Rehydrierung und von Pressen auf die Qualität des Endproduktes- des gefriergetrockneten Quarkes zu bestimmen. Es wurde festgestellt, dass vom technologischen Standpunkt aus beim gefriergetrockneten Quark das Selbstgefrieren vorteilhafter ist und dass man bei der Gefriertrocknung die Erwärmungstemperatur so applizieren kann, dass die Oberflächentemperatur nicht 40 °C übertrifft. Es wurde auch festgestellt, dass der wesentliche Anteil von gefriergetrocknetem Quark die verlangte Grösse hat (Stückchen) d. h. über der Grösse der Sieböffnung N° 6 liegt. Ebenso wurde die optimale relative Feuchtigkeit für die Lagerung des gefriergetrockneten Quarkes bestimmt.