

# Štúdium rozpeňovania potravín pre penové sušenie

A. ŠEPITKA, M. KLINDOVÁ

Sušenie vlhkých materiálov je nielen teplototechnický, ale i technologický proces, v ktorom sa menia technologické vlastnosti materiálu. Preto sa zvlášť veľké nároky kladú na dehydratáciu potravín ako ideálnu metódu konzervácie potravín. Pri výbere vhodnej metódy, ktorá vedie k uchovaniu potravinu, rozhodujú mnohé faktory (druh suroviny, ekonomické hľadisko). Ideálne dehydrovaný výrobok by mal s vodou čo najrýchlejšie rekonštituovať, zachovať si svoju akosť, chuť a vôňu tak ako čerstvá potravina.

Jedným zo súčasných spôsobov výroby rýchlorozpustných sušených potravín, tzv. instantov, je penové sušenie. Dnes sa rozpracúvajú rôzne obmeny penového sušenia, ako vákuové penové sušenie, sušenie peny rozprašovaním alebo sušenie peny vo vrstve.

Základom penového sušenia je príprava vhodnej peny, ktorá sa dá pripraviť temer z každej potravinu. Kvapalné potraviny môžu byť speňované priamo, pevné potraviny je nutné previesť na kvapaliny extrakciou vodou, roztieraním, lisovaním, varením vo vode a pod. Tvorbu a stabilitu pien ovplyvňuje celý rad fyzikálno-chemických faktorov, ako je povrchové napätie kvapaliny, nízky tlak jej pár, ale i tvorba pevnej štruktúry, ktorá je podmienená napr. kryštalizáciou, denaturáciou alebo gélovatím kvapalnej fázy. Problematikou rozpeňovania potravín pre penové sušenie sa zaoberal A. Šepitka (1).

Peny, tzv. spumoidné sústavy, zaraďujeme do dvojítých sústav (zmes diformnej a disperznej sústavy), do skupiny, ktorú tvorí diformná sústava s disperznou štruktúrou. Diformnú sústavu tvorí sústava z blán (tenkých filmov kvapaliny), ktoré oddeľujú dispergované bublinky vzduchu. Plyn sa v pene počíta ako disperzná fáza a kvapalina ako disperzné prostredie. Stálosť pien závisí od štruktúry ochranných povrchových filmov, vytvorených z penotvorných látok. Tieto látky znižujú povrchové napätie, zvyšujú viskozitu disperzného prostredia a zaručujú mechanické vlastnosti stabilizujúcich filmov. Peny sú termodynamicky nestále, ako to uvádzajú V. Kollö a A. Tkáč (2).

Pre získanie peny sa používajú dva spôsoby:

1. Dispergovanie vzduchu pretrepávaním nádoby, ktorá je čiastočne zaplnená

kvapalinou, alebo premiešavanie miešadlom, alebo tiež zavádzanie plynu do kvapaliny vhodným spôsobom (prebublávaním);

2. uvoľnenie plynu alebo pary ako novej disperznej fázy pri varení kvapaliny, alebo z presýteného roztoku, napr. v dôsledku reakcie, ktorej jeden z produktov je plyn ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  a pod.).

Peny, určené pre penové sušenie, musia byť schopné vydržať celý rad mechanických operácií. Musia byť dostatočne tekuté, ale i dostatočne pevné. Príliš stabilné peny uzatvárajú v sebe pri sušení veľa vzduchu, čo vedie pri rekonštitúcii k vzniku bublín a opacity.

Mnohé potraviny poskytujú peny i bez prídavku penotvorných látok (vaječný bielok, extrakt z hovädzieho mäsa a pod.). Vo väčšine prípadov musíme znížiť povrchové napätie kvapaliny potraviny prídavkom penotvorných látok a stabilizátorov pien. Dodnes sa vyslovilo niekoľko názorov na vhodnosť použitia stabilizátorov pien a ich dávkovanie. Teória napeňovania sa ešte natoľko nerozpracovala, aby sa mohli na jej základe určiť podmienky napeňovania.

Proces rozpeňovania určuje väčší počet fyzikálno-chemických a fyzikálno-technických faktorov. Doterajšie experimenty nevedli k uspokojivým výsledkom, lebo nevyčerpávajú všetky rôznorodé individuálne vlastnosti rozpeňujúcich sa potravín. Preto sa snažíme dostatočne charakterizovať rozpeňujúce vlastnosti potraviny pomocou komplexných, hoci i empirických faktorov, ako je rozpeňovateľnosť, stálosť peny, merná hmotnosť peny a pod. Určite nám veľa povedia o vhodnosti pien i také experimenty, ktoré vedú k zisteniu reologických vlastností pien, veľkosti a tvaru bublín, priepustnosti svetla a iných fyzikálnych vlastností týchto sústav. Lenže k tomu máme, žiaľ, nedostatočnú experimentálnu techniku. Štúdium procesu rozpeňovania potravín je o to komplikovanejšie, že tu ide o zložité roztoky, ktoré obsahujú skutočne rozpustné látky, koloidné systémy a hrubo disperzné látky. Akýkoľvek disperzný systém javí kinetickú nestálosť. V kludovom stave nie je rozdelenie disperzných častíc rovnomerné po celej výške. Tieto kineticky nestále častice značne vplyvajú na pevnosť povrchovej vrstvy, čo veľmi vplýva na stálosť peny a jej kvalitu. Preto fyzikálno-chemické charakteristiky musíme uvažovať ako dynamicky premenné veličiny. Vhodnosť peny pre penové sušenie môže sa ukázať len úspešným vykonaním celého procesu penového sušenia.

Podľa A. I. Morgana (3) je pre prípravu stabilnej peny vhodnej pre penové sušenie nutné, aby kvapalina mala dostatok pevných častíc (hustota ako sirup alebo pasta). Preto podľa charakteru kvapaliny ju najprv zahusťujeme odparením vody alebo iným vhodným spôsobom, resp. prídavkom vody znižujeme obsah sušiny.

Taktiež M. R. Hart (4) uvádza, že potraviny, ktoré sa majú sušiť penovým spôsobom, musia sa pripraviť v tekutom stave. Rozmer častíc dužiny musí byť taký, aby prešli otvormi o max. priemere 0,3 cm.

Výber stabilizátorov a penotvorných látok pri potravinách je o to náročnejší, že treba zohľadniť i zdravotné hľadisko. Môže to byť prípravok povrchovo aktívny, alebo hydrofilný koloid, alebo ich zmes — samozrejme všetko zdravotne nezávadné. Najčastejšie prichádzajú do úvahy estery masných kyselín, monoglyceridy vyšších masných kyselín, albumín, vaječný bielok bez glukózy, želatína, metylcelulóza, agar a i.

## Experimentálna časť

V našich pokusoch sme sledovali závislosť mernej hmoty peny od času napeňovania za použitia rôznych penotvorných agensov.

Pre penové sušenie sú najvhodnejšie peny o mernej hmote okolo  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , lebo ťažšie peny stekajú zo sušiacich podložiek a ľahšie peny uzatvárajú v sebe mnoho vzduchu (vznik bublín pri rekonštitúcii, opacita).

Pre rozpeňovanie sme použili kuchynský mixér (ca 600 otáčok za minútu). Lopatky miešadla boli z umelej hmoty. Vlastné napeňovanie sme robili v 800 ml kadinke, do ktorej sme navažovali po 100 g pretlaku (jahodového, sladeného i nesladeného, paradajkového) a pridali príslušné množstvo penotvorného agensu. Stanovenie mernej hmoty sme robili vážením peny v kelímkoch z umelej hmoty (ca 6,9 g) o značných objemoch (ca 100 ml) v jednominútových intervaloch, a po 10 minútach v dvojminútových intervaloch. Penu do kelímka sme opatrne nanášali lyžičkou a zarovnali tyčinkou.

Sušina pretlakov sa pohybovala v rozmedzí 28 až 31 %. Sladený pretlak bol našej výroby, nesladený maďarskej. Obidva pretlaky sme zobrali z Mraziarní v Bratislave. Obsah cukrov bol pri nesladenom 66,7 % (redukujúcich 29,6 %) na sušinu a pri sladenom pretlaku 89,4 % (redukujúcich 26,8 %) na sušinu.

K naváženému rozmrazenému (o laboratórnej teplote) pretlaku sme pridali príslušné množstvo penotvorného agensu.

Ako penotvorné agensy sme preskúšali:

1. metylcelulózu, ktorú nám pripravili na Chemickom ústave SAV;
2. vaječný bielok, sušený sprayovým spôsobom v sušiarňi „Niro“ z čerstvých alebo zo zmrazených bielkov podľa ČSN 572440;
3. vaječný bielok kryštalickej, ktorý bol vysušený na táckach v komorovej sušiarňi. Obidva sušené vaječné bielky sme dostali z Jihomoravských drùbežárskych závodov, Velké Pavlovice;
4. želatínu v plátkoch, zakúpenú v drogérii;
5. agar vláknitý „Kobe“ z Lachemy, Brno;
6. monolauran sacharózy;
7. monopalmítan sacharózy;
8. technický monostearan sacharózy.

Monoestery sacharózy sme dostali ako 100 g vzorky z VÚ tukového priemyslu, pracovisko pre detergenty v Rakovníku.

Monolauran sacharózy je dobre rozpustný vo vode i za laboratórnej teploty. Monopalmítan a technický monostearan sacharózy sú rozpustné vo vode až pri teplote ca  $65^\circ\text{C}$ . Veľmi dobre sa rozpúšťajú v etylalkohole.

Z ďalších penotvorných činidiel, ktoré by prichádzali do úvahy (v množstvách 0,1 až 2 % na sušinu) na rozpeňovanie potravín, sa nám nepodarilo zohnať ani jedno. Z dôvodov úplnosti ich aspoň uvedieme. Sú to: monoglyceridy kyseliny palmitovej, laurovej, myristovej, stearovej, olejovej a soli týchto kyselín; ďalej zlúčeniny týchto kyselín so sorbózou a manózou a polyoxietylén-deriváty uvedených kyselín.

### Príprava použitých penotvorných agensov

1. Z metylcelulózy sme pripravili 2 % vodný roztok. Z pripraveného zásobného roztoku sme odmerali 10, 15, 20 a 25 ml (čo predstavovalo 0,2; 0,3;

0,4 a 0,5 g metylcelulózy) a pridávali na 100 g pretlaku určeného na rozpeňovanie.

2. Z vaječného bielka sušeného sprayovým spôsobom sme pripravovali 5 % vodný roztok, z ktorého sme odmeriavali 15, 20, 25 a 30 ml (čo predstavovalo 0,75; 1,25 a 1,5 g sušeného vaječného bielka) a pridávali na 100 g pretlaku.

3. Podobným spôsobom sme pripravovali zásobný roztok vaječného kryštallického bielka.

4. Zo želatíny sme pripravovali 2 % roztok. Z neho sme pre rozpeňovanie odmeriavali po 15, 20, 25 a 30 ml na 100 g pretlaku (čo je 0,3; 0,4; 0,5 a 0,6 g želatíny). Pre každý pokus rozpeňovania sme pripravovali čerstvý roztok želatíny, lebo počas 24 hodín stuhol.

5. Z agaru sme pripravovali 5 % roztok. 5 g agaru sme rozpúšťali v 95 ml horúcej vody za stáleho miešania. Potom sme zmes krátko povarili. Z teplého roztoku (ca 40 °C) sme urobili jeden pokus s použitím 36 ml agensu na 100 g paradajkového pretlaku (t. j. 1,6 % agensu na sušinu pretlaku). Paradajkový pretlak mal 67,5 % sušiny. Po 10-minútovom napeňovaní v mixéri sa pena takmer netvorila. Okrem toho sme preskúšali aj nižšie dávky agensu, no ani pri nich sa pena netvorila. Preto sme od ďalších pokusov s použitím vodného roztoku agaru ako agensu upustili.

6., 7. a 8. estery sacharózy sme používali pre rozpeňovanie paradajkového pretlaku ako 5 % vodné roztoky pripravené bežným spôsobom. Estery sa ukázali v koncentrácii ca 2 % na sušinu ako veľmi dobré penotvorné agensy. Predpokladáme, že s dávkou sa môže ísť pod 2 %, alebo dokonca pod 1 % prídavku.

Použitie estery neboli najlepšej kvality (nevyhovovali zdravotným predpisom), preto sme od podrobnejších pokusov upustili a nadviažeme spoluprácu s výrobcem týchto esterov za účelom prípravy zdravotne vhodných esterov.

## Výsledky a zhodnotenie rozpeňovania potravín

Množstvo použitého agensu v g na 100 g sušiny pretlaku sme počítali podľa vzorca

$$\frac{100 \cdot \text{g agensu}}{\% \text{ sušiny pretlaku}}$$

Každý použitý penotvorný agens sme preskúšali na jahodovom pretlaku sladenom (sušina 31 %) a nesladenom (sušina 28,3 %).

Výsledky závislosti mernej hmoty peny od času rozpeňovania nesladeného jahodového pretlaku za použitia metylcelulózy ako penotvorného agensu uvádzame na obr. 1 a pre rozpeňovanie sladeného jahodového pretlaku na obr. 2.

Rozpeňovanie sladeného a nesladeného jahodového pretlaku za použitia želatíny ako penotvorného činidla je zobrazené na obr. 3 a 4.

Závislosti mernej hmoty peny sladeného a nesladeného jahodového pretlaku od času napeňovania za použitia penotvorných agensov kryštallického vaječného bielka a vaječného bielka sušeného sprayovým spôsobom sú uvedené na obrázkoch 5, 6, 7 a 8.

Z preskúšaných agensov ako najvhodnejšia pre rozpeňovanie jahodového pretlaku pre penové sušenie sa ukázala metylcelulóza o koncentrácii 0,7 až



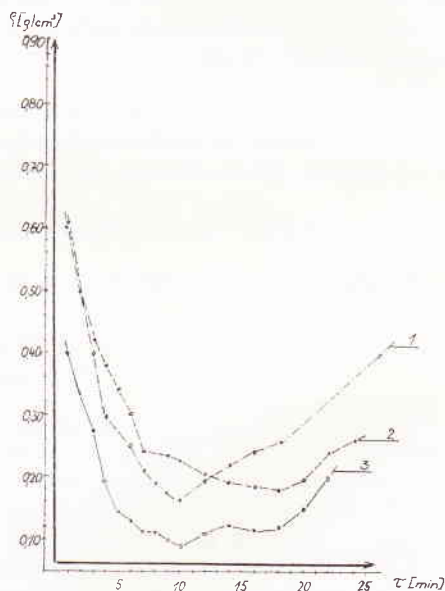
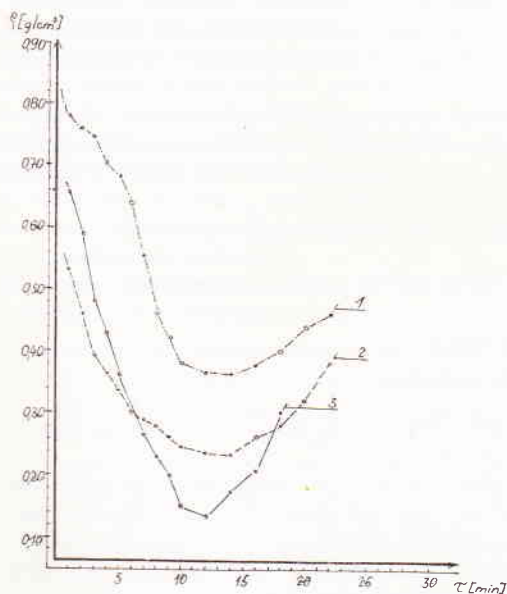
1 g na 100 g sušiny pre nesladený pretlak a o koncentrácii 1 až 1,3 g na 100 g sušiny pre sladený pretlak. Získaná pena pri týchto pokusoch bola rovnomerná s dostatočnou stabilitou, s rýchlosťou opadávania okolo 2 % (t. j. množstvo vody uvoľnené z peny v objemových % pri 70 °C za 100 minút).

Pre rozpeňovanie sladeného a nesladeného jahodového pretlaku je najmenej vhodná želatína ako penotvorný agens. Z obr. 3 vidieť, že získaná pena je značne mokrá, so značnou opadávosťou. Merná hmota je silne ovplyvňovaná časom napeňovania, čo by neumožňovalo presne určiť potrebný čas napeňovania.

Pri nesladenom jahodovom pretlaku ako optimum prídavku želatíny by prichádzalo do úvahy množstvo okolo 1,5 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

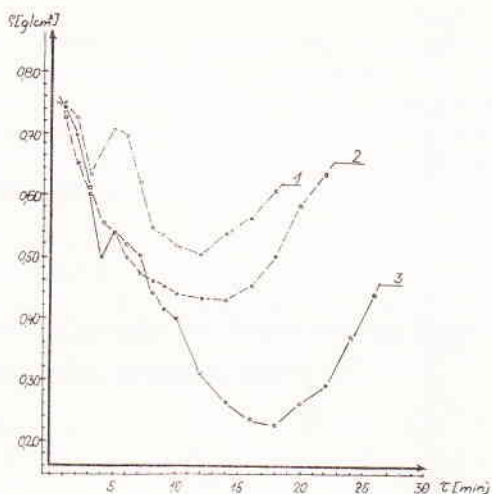
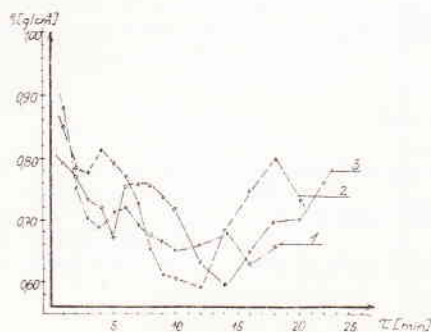
Druhým vhodným agensom pre rozpeňovanie jahodového pretlaku je vaječný bielok, najmä v kryštalickej modifikácii. Roztoky pripravované sprayovým spôsobom sušeného vaječného bielka rýchle podliehali skaze (v dôsledku značnej mikrobiálnej kontaminácie pri sprayovom sušení). Aj samotná pena získaná po pridaní kryštalického vaječného bielka bola lepšej kvality ako pena získaná so sprayovým bielkom.

Pre získanie vhodnej peny treba použiť väčšie množstvá vaječného bielka v porovnaní s metylcelulózou. Vhodná dávka vaječného bielka pre sladený a nesladený jahodový pretlak závisí od modifikácie vaječného bielka a pre



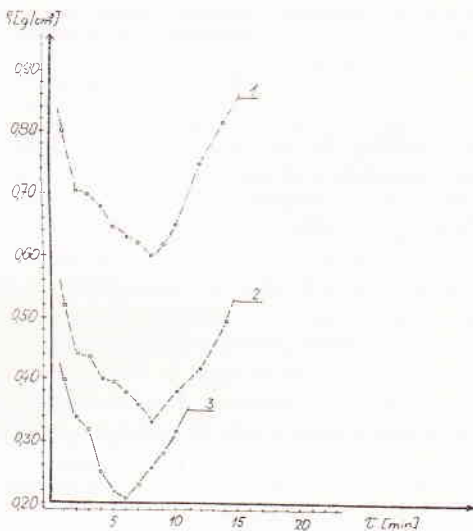
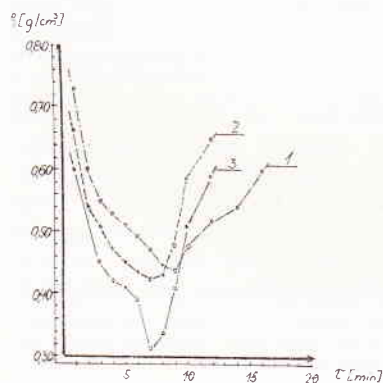
Obr. 1. Závislosť mernej hmoty peny nesladeného jahodového pretlaku (28,3 % sušina) od času napeňovania za použitia metylcelulózy (2 % roztok). 1 — 0,7 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 — 1,0 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 — 1,4 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

Obr. 2. Závislosť mernej hmoty peny sladeného jahodového pretlaku (31 % sušina) od času napeňovania za použitia metylcelulózy (2 1/2 % roztok). 1 — 1,0 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 — 1,3 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 — 1,6 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.



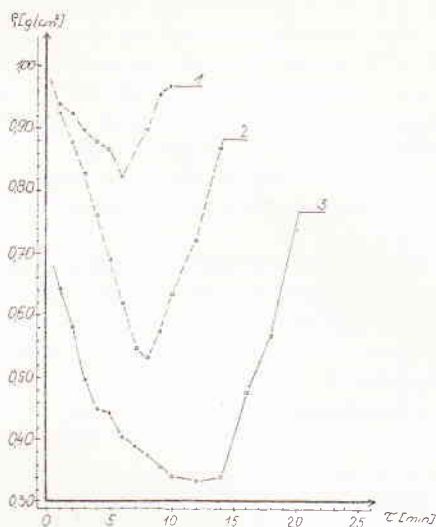
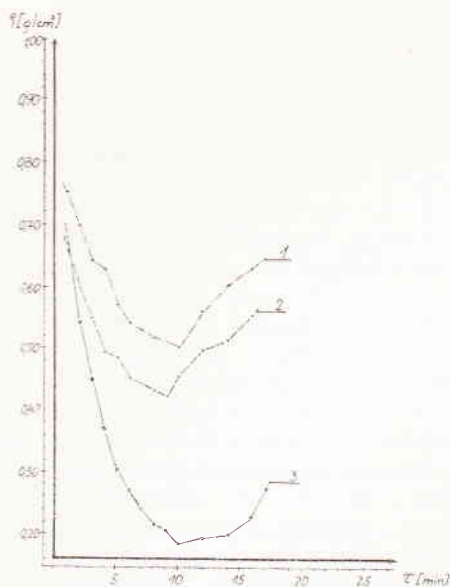
Obr. 3. Závislosť mernej hmoty peny sladeného jahodového pretlaku (31 % sušina) od času napeňovania za použitia želatíny (2 % roztok). 1 – 1,0 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 – 1,3 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 – 1,6 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

Obr. 4. Závislosť mernej hmoty peny nesladeného jahodového pretlaku (sušina 28,3 %) od času napeňovania za použitia želatíny (2 % roztok). 1 – 1 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 – 1,5 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 – 2 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.



Obr. 5. Závislosť mernej hmoty peny sladeného jahodového pretlaku (sušina 31 %) od času napeňovania za použitia kryštalického vaječného bielka (5 % roztok). 1 – 3,2 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 – 4,0 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 – 4,8 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

Obr. 6. Závislosť mernej hmoty peny nesladeného jahodového pretlaku (sušina 28,3 %) od času napeňovania za použitia kryštalického vaječného bielka (5 % roztok). 1 – 3,5 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 – 4,4 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 – 5,3 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.



Obr. 7. Závislosť mernej hmoty peny sladeného jahodového pretlaku (sušina 31 %) od času napeňovania za použitia vaječného bielka sprayove sušeného (5 % roztok). 1 — 2,4 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 — 3,2 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 — 4,0 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

Obr. 8. Závislosť mernej hmoty peny nesladeného jahodového pretlaku (sušina 28,3 %) od času napeňovania za použitia kryštalického vaječného bielka (5 % roztok). 1 — 3,5 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 2 — 4,4 g agensu na 100 g sušiny pretlaku; 3 — 5,3 g agensu na 100 g sušiny pretlaku.

kryštalický bielok prídavok činí okolo 4 g agensu na 100 g sušiny pretlaku. Pre sprayový vaječný bielok treba dávky zvýšiť pri nesladenom jahodovom pretlaku. Je otázne, aký vplyv by takéto množstvo vaječného bielka malo na chuť vysušeného jahodového pretlaku.

Ako sme uviedli v úvode, na samotné rozpeňovanie má vplyv mnoho mechanických a fyzikálno-chemických faktorov. Aj samotné prerušovanie napeňovania za účelom určenia mernej hmoty peny môže nepriaznivo ovplyvniť štruktúru peny získanú ďalším napeňovaním. Preto v budúcnosti bude treba vylúčiť tento nedostatok a hodnotiť kvalitu peny, použitého množstva agensu aj s pokusmi sušenia a hodnotenia produktu. Ďalšie pokusy budeme orientovať v tomto smere, len čo získame vhodnú sušiareň pre samotné penové sušenie.

### S ú h r n

V práci sme študovali vplyv niektorých rozpeňovacích činidiel na rozpeňovanie jahodového pretlaku sladeného a nesladeného, ako aj na paradajkový pretlak. Ako penotvorné činidlá sme preskúšali: metylcelulózu, vaječný bielok sušený sprayovým spôsobom a kryštalický vaječný bielok, želatínu, agar a technické monoestery sacharózy s kyselinou laurovou, stearovou a palmitovou.

Výsledky rozpeňovania sme nanášali do grafov ako závislosť mernej hmoty peny od času rozpeňovania.

Z preskúšaných agensov ako najvhodnejšie pre rozpeňovanie jahodového pretlaku pre penové sušenie sa ukázala metylcelulóza o koncentrácii 0,7 až 1 g na 100 g sušiny pre nesladený pretlak a o koncentrácii 1 až 1,3 g na 100 g sušiny pre sladený pretlak. Získaná pena bola rovnomerná s dostatočnou stabilitou, s rýchlosťou opadávania okolo 2 %. Najmenej vhodná pre rozpeňovanie jahodového pretlaku je želatína. Získaná pena je značne mokrá, so značnou opadavosťou.

#### Literatúra

1. Šepitka A., Problematika rozpeňovania potravín pre penové sušenie, Bulletin SPA — VÚP, IX/1-1970, 52.
2. Keilö V., Tkáč A., Fyzikálna chémia, SVTL, Bratislava, 1969.
3. Patent USA 2, 981 629
4. Food Technol., 17, 1963, č. 10, s. 90—92

## Изучение распенивания пищевых продуктов для пенистой сушки

### Выводы

Мы изучали влияние некоторых распевающих реактивов на распеивание пюре из клубники подслащенного и неподслащенного, и также на томатпюре. Мы проверили следующие реактивы образующие пену: метиловую целлюлозу, яичный белок сушеный спреевым образом и кристаллически яичный белок, желатин, агар и технические моноэстеры сахарозы с кислотами лавровой, стеаровой и пальмитовой.

Результаты распенивания мы наносили на графики как зависимости удельной материи пены от времени распенивания.

Из проверенных реактивов самым подходящим для распенения пюре из клубники для пенистой сушки оказалось метиловая целлюлоза с концентрацией 0,7 до 1 г на 100 г сухого вещества для неподслащенного пюре и с концентрацией 1 до 1,32 г на 100 г сухого вещества для подслащенного пюре. Приобретенная пена была равномерной с достаточной стабильностью, с быстротой падения около 2 %. Наиболее подходящим для распенивания пюре из клубники является желатин. Приобретенная пена значительно мокрая с значительным падением.

## Study of foam making of food for foam drying

### Summary

The influence of some foam making reagents on foam making of sweetened and unsweetened strawberry paste and also on tomato paste was studied in this work. As foam making reagents were examined: methyl cellulose, egg white dried by spraying and crystalline egg white, gelatin, agar and technical monoesters of saccharose with lauric acid, stearic acid and palmitic acid. The results of foam making were piled up in graphs as dependencies of specific weight of foam time of foam making. From examined reagents as most convenient for foam making of strawberry paste of foam drying appeared methyl cellulose with concentration of 0,7 till 1 g for 100 g of dry matter at unsweetened paste and with concentration of 1 till 1,3 g for 100 g of dry matter at sweetened paste. The obtained foam was equable with sufficient stability, with the rate of dropping about 2 %. Gelatin is least convenient for foam making of strawberry paste. Obtained foam is considerably wet with substantial dropping.