

STABILITA KYSELINY L-ASKORBOVEJ U LYOFILIZOVANÝCH PRODUKTOV POČAS SKLADOVANIA

MIROSLAV BEHŮŇ

Metóda lyofilizácie, ktorá je v súčasnej dobe jednou z najlepších z hľadiska uchovy nutričných látok, sa z hľadiska technologického môže členiť na tieto fázy :

- a) predbežná úprava produktu,
- b) zmrazovanie,
- c) vlastné sublimačné sušenie výmrazom,
- d) balenie a skladovanie,
- e) rekonštitúcia — rehydratácia.

Počas týchto operácií dochádza k stratám na vitamínoch, ktoré sú však podstatne menšie než u iných konzervačných metód.

Pri našich výskumných prácach sme sa už zaoberali stratami vitamínu C počas všetkých fáz lyofilizácie a zistili sme, že najväčšie straty sa objavujú v prvej fáze a to v predbežnej úprave, kedy sa ovocie a zelenina perie, triedi, krája, prípadne blanšuje. V tejto fáze sú straty podľa našich údajov 20 až 25 % u vitamínu C, čo zodpovedá i literárnym údajom, ktoré pripúšťajú straty 35 %. Počas zmrazovania a vlastného sublimačného sušenia výmrazom sú straty 2 až 4 %, čo je v porovnaní s predchádzajúcou fázou temer zanedbateľné. K najväčším stratám na vitamíne C dochádza počas balenia, skladovania a rekonštrukcie a práve preto v našej práci chceme sa zaoberať touto otázkou.

Flosdorf sledoval vplyv sublimačného sušenia na obsah kyseliny l-askorbovej u ovocných štiav. Uvádza, že počas sušenia sa kyselina l-askorbová uchováva bez strát. Skladovaním pri teplotách 5 až 40 °C a obsahu vlhkosti pod 1 % nenastávajú žiadne straty po dobu jedného roku. Pri vyššom obsahu vlhkosti (asi 4 %) sú tieto straty stále malé pri skladovaní v chladničke. Pri 4 % vlhkosti a pri izbovej teplote nastáva 50 % strata v priebehu šiestich mesiacov a pri teplote 40 °C je strata asi 80 %.

Flosdorf uvádza ďalej, že produkt pri vyššom obsahu vlhkosti rovnako stráca svoje charakteristické vlastnosti, pokiaľ ide o rozpustnosť a vlastnosti chuťové. Hovorí preto, že keď je zvyškový obsah vlhkosti pod bodom, v ktorom sa rozpustnosť a chuť uchovávali, uchováva sa dobre aj vitamín C. Podobné výsledky, ako autor uvádza, boli získané i u iných produktov s vysokým obsahom vitamínu C, ako napr. u sušenej šťavy z rajčín.

Z uvedeného vidieť, že z hľadiska strát vitamínu C, hrá podstatnú úlohu predbežná úprava sublimačne sušeného materiálu, t. j. blanširovanie u zeleniny a tiež zvyškový obsah vlhkosti v materiáli pred balením a skladovaním, a že teda vlastný sublimačný proces nemá v tomto smere deštrukčné vplyvy.

K potvrdeniu týchto údajov sme urobili i my skladovací pokus so sublimačne sušeným špenátom.

Materiál a metodiky

Ako pokusný materiál sme si zvolili špenátový pretlak, ku ktorému bola pridaná kyselina l-askorbová a to tak, aby konečná koncentrácia bola 50 mg % a 100 mg %. Špenátový pretlak bol zmrazený na teplotu -30°C . Vlastný lyofilizačný proces trval približne 6 hodín pri maximálnej teplote povrchu 60 až 65°C .

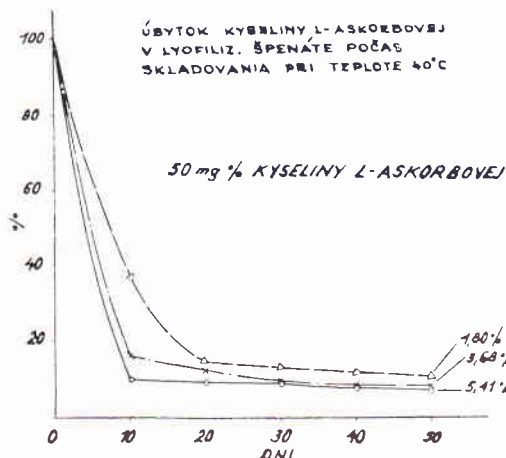
Pokusný materiál bol vyberaný zo sušiacej komory v určitých intervaloch na konci sušiaceho procesu za tým účelom, aby sme získali rôzne zvyškové vlhkosti u sušeného špenátu. U vzorky s obsahom 50 mg % kyseliny l-askorbovej sme dosiahli nasledovné zvyškové vlhkosti: 1,8 %, 3,68 %, 5,41 %. U obsahu 100 mg % kyseliny l-askorbovej v špenátovom pretlaku sme mali zvyškové vlhkosti 1,65 %, 2,3 %, 5,03 % a 11,20 %.

Pokusný materiál bol skladovaný pri teplote $+40^{\circ}\text{C}$ po dobu 50 dní.

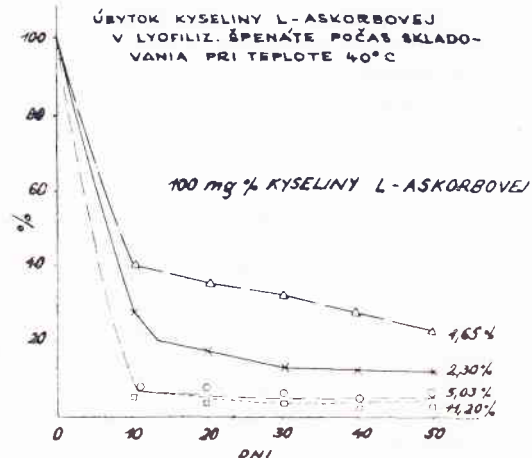
V lyofilizovanom špenátovom pretlaku bol sledovaný obsah vitamínu C, zvyšková vlhkosť a chlorofyl. Vitamín C sme stanovovali podľa Tillmansa, potenciometricky, zvyškovú vlhkosť podľa Karl - Fischer a.

Výsledky

Získané výsledky potvrdili, že deštrukcia vitamínu C je závislá od zvyškovej vlhkosti pokusného materiálu ako aj od prítomného kyslíka, ktorý sa môže nachádzať v prostredí plechovky, prípadne priamo v materiáli. Nakoľko množstvo



Graf 1. Úbytok kyseliny l-askorbovej v lyofilizovanom špenáte počas skladovania pri teplote 40°C .



Graf 2. Úbytok kyseliny l-askorbovej v lyofilizovanom špenáte počas skladovania pri teplote 40°C .

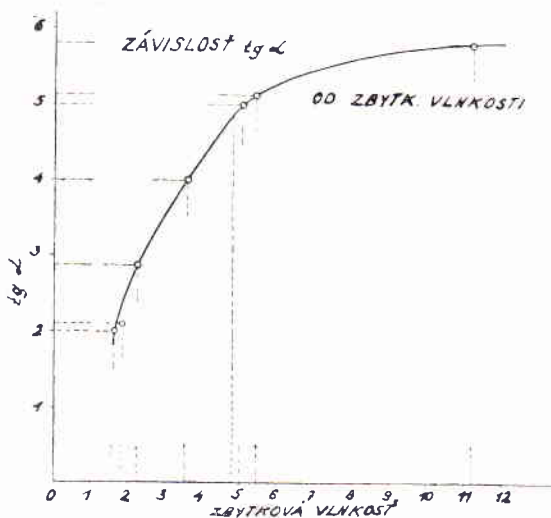
kyslíka sme nestanovovali, predpokladáme, že vo všetkých vzorkách bolo približne rovnaké, nakoľko podmienky manipulácie boli tie isté. Na grafe č. 1 a 2 vidieť priebeh rozkladu vitamínu C v závislosti od času pri rôznych zvyškových vlhkostiach. V prvých desiatich dňoch je pokles vitamínu C najvyšší a to približne 65 % až 90 %, čo možno vysvetliť tým, že teplota +40 °C veľmi napomáhala rozkladu vitamínu C a okrem toho i prítomný kyslík v prostredí spôsoboval deštrukciu vitamínu C. Od desiateho dňa do 50. dňa je pokles podstatne menší a to priemerne asi 5 %.

Pre hlbšie osvetlenie deštrukcie vitamínu C sme vypočítali rýchlostné konštanty rozkladu vitamínu C pre jednotlivé zvyškové vlhkosti a to podľa vzťahu:

$$k = \frac{2,303}{t} \cdot \log \frac{a}{a - x}$$

čo je vlastne rovnica pre monomolekulárnu reakciu, keď berieme do úvahy, že v prostredí bol kyslík v nadbytku.

Rýchlostné konštanty, ktoré boli vypočítané na základe $\text{tg} \alpha$ a ich grafickú závislosť vzhľadom na zvyškovú vlhkosť uvádzame v grafe č. 3. Na grafe č. 3



Graf 3.

vidieť, že rýchlostná konštantka sa zvyšuje so zvyšovaním zvyškovej vlhkosti a pri zvyškovej vlhkosti okolo 5 % rýchlostné konštanty rozkladu vitamínu C majú miernejší priebeh.

Z uvedeného vyplýva, že zvyšková vlhkosť v prostredí veľmi vplýva na stabilitu vitamínu C. So stúpajúcou zvyškovou vlhkosťou aj rozklad vitamínu C je vyšší. Je však potrebné, aby sa tieto zistenia dali do súladu aj s ekonomikou procesu, nakoľko náklady na lyofilizáciu potravín nepomerne stúpajú so znižovaním zvyškovej vlhkosti.

Tabulka č. 1

Zvyšková vlhkost v %	$\operatorname{tg} \alpha$	rýchlostná konstanta k. 10^{-6}
1,65	2,0	1,07
1,8	2,09	1,12
2,3	2,83	1,53
3,68	4,00	2,13
5,03	5,00	2,67
5,41	5,14	2,74
11,20	5,80	3,11