

VPLYV PODMIENOK SKLADOVANIA NA SUBLIMAČNE SUŠENÉ OVOCIE A ZELENINU

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

Problematika sublimačného sušenia nie je len vo vlastnom sublimačnom sušení, t. j. v technologickom úseku, keď sa potravina nachádza v sušiacej komore a pomocou vákua zbavuje vody, ale aj vo výbere suroviny v jej predbežnej úprave, v skladovaní a pri rekonštitúcii.

V tejto práci budeme sa zaoberať problémami skladovania sublimačne sušeného ovocia a zeleniny a vplyvmi podmienok, ktoré môžu pozmeniť kvalitu takto konzervovaných potravín.

K činiteľom, ktoré podstatne vplývajú na kvalitu sublimačne sušených potravín počas skladovania patria najmä tieto:

- a) zvyšková vlhkosť sublimačne sušeného produktu,
- b) množstvo kyslíka prítomného tak v produkte ako aj v priestore, v ktorom je produkt uložený,
- c) teplota skladovania,
- d) svetlo.

Nakoľko sublimačne sušené potraviny majú zvýšený sklon k absorpcii vlhkosti zo vzduchu, je problém zvyškovej vlhkosti jedným z najdôležitejších problémov súvisiacich so skladovaním sublimačne sušených produktov. S otázkou zvyškovej vlhkosti sme sa aj my podrobnejšie zaoberali a výsledky publikovali (1) takže na tomto mieste uvedieme len v tabuľke 1. vplyv zvyškovej vlhkosti na rýchlostnú konštantu rozkladu kyseliny *l*-askorbovej. Zvyškový obsah vlhkosti nie je jediným kritériom pre stabilitu sublimačne sušených produktov, ale je ním tiež charakter potravín, ktoré sú schopné rôzne reagovať na vlhkosť, čo znamená, že majú rôzne sorpčné izotermy. Tieto práce sú dobre rozvedené Salwinom (2).

Kyslík prítomný v sublimačne sušených produktoch spôsobuje najmä oxydáciu tukov a to už aj pri koncentrácii 0,001 %. Okrem nežiadúcej zmeny v chuti a vône spôsobuje kyslík i farebné zmeny. Z tohoto dôvodu je nutné baliť sublimačne sušené potraviny v atmosfére inertných plynov. Okrem inertnej atmosféry môžu sa používať i antioxydanty, ktorých použitie sa však nestretlo s veľkým úspechom.

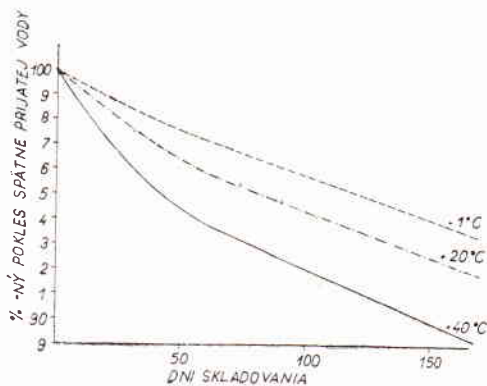
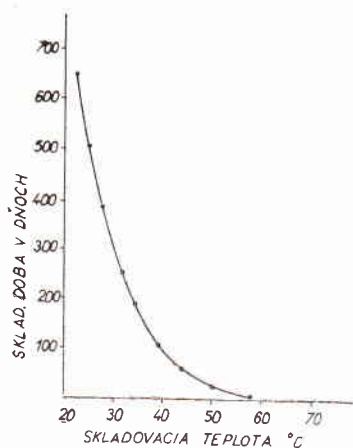
U sublimačne sušených potravín je často spomínaná ako výhoda možnosť skladovania týchto produktov pri normálnej izbovej teplote (18 °C). Je to tiež jeden z faktorov, ktorý z hľadiska ekonomiky má veľký význam. Je pravda, že nie je potrebné sublimačne sušené potraviny skladovať za nízkych teplôt, avšak na druhej strane nemožno teplotu skladovania zanedbať. Vplyv teploty na skladováciu

Tabuľka 1

Zvyšková vlhkosť v %	tg α	rýchlostná konštanta k.b.10 ⁻⁶
1,65	2,0	1,07
1,8	2,09	1,12
2,3	2,86	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

dobu sublimačne sušenej zeleniny vidieť na grafe 1 a podobne na grafe 2, kde je znázornený vplyv skladovacej doby a teploty na rehydratačnú schopnosť karotky skladovanej v atmosfére CO₂ (3).

I keď účinok svetla nie je podradný, predsa je pomerne snadno riešiteľný a to tým spôsobom, že sa sublimačne vysušená potravina balí do obalu neprepúšťajúceho svetlo, čím sa zamedzí fotochemickým vplyvom.



Obr. 1. Vplyv teploty na skladovaciu dobu lyofilizovanej zeleniny.

Obr. 2. Vplyv skladovacej doby a teploty na rehydratačnú schopnosť karotky počas skladovania v atmosfére CO₂.

Pri pokusnej práci sme sa zamerali na vplyv skladovacích podmienok na organoleptické vlastnosti, obsah vitamínu C a karoténov počas dlhodobého skladovania u vybraných druhov ovocia a zeleniny pri teplotách $+1^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ a $+40^{\circ}\text{C}$. Sublimačne sušené ovocie a zelenina boli uložené do skleneného obalu a chránené pred účinkom svetla.

Technologické parametre

Tekuté jahody — sorta Senga-Sengana — boli sušené 7 hodín tak, že maximálna teplota povrchu bola 60°C , výška vrstvy 12 mm a zvyšková vlhkosť 1,42 %.

Tekuté čierne ríbezle — sorta Karlštejnské čierne — boli sušené 7 hodín pri maximálnej teplote povrchu 50°C , výške vrstvy 8 mm a zvyškovej vlhkosti 2,6 %.

Tekuté šípky — sorta Rosa Multiflora — boli sušené 7 hodín pri maximálnej teplote povrchu 60°C , výške vrstvy 10 mm a zvyškovej vlhkosti 1,26 %.

Tekuté paradajky — sorta Kecskemét 42 — boli sušené 7 hodín pri maximálnej teplote povrchu 55°C , výške vrstvy 5 mm a zvyškovej vlhkosti 2,7 %. Čas blanširovania 2,5 minúty.

Tekutá karotka — sorta Novošlachtená Kvetoslavov — bola sušená 7 hodín pri maximálnej teplote povrchu 50°C , výška vrstvy 6 mm a zvyškovej vlhkosti 1,1 %. Čas blanširovania 1 minúta.

Karotka krájaná na kocky 6×6 mm, sorta Novošlachtená Kvetoslavov, bola sušená 4 hodiny pri maximálnej teplote povrchu 50°C , zvyškovej vlhkosti 0,65 %. Čas blanširovania 1,5 minúty.

Petržlen krájaný na kocky 6×6 mm, sorta Stupický dlhý, bol sušený 4 hodiny, pri maximálnej teplote povrchu 50°C , zvyškovej vlhkosti 0,45 %. Čas blanširovania 1 minúta.

Zeler krájaný na kocky 6×6 mm, sorta Pražský zeler, bol sušený pri maximálnej teplote povrchu 50°C 4 hodiny a zvyšková vlhkosť bola 0,35 %. Čas blanširovania 45 sekúnd.

Všetky vzorky boli pred sublimačným sušením zmrazené kontaktne v doskovom mrazovači na teplotu -35°C .

Vzorky boli skladované v atmosfére CO_2 a vo vákuu. Organolepticky bol pokusný materiál posudzovaný na farbu, vôňu, chuť, konzistenciu a celkový vzhľad. Každý znak mohol byť hodnotený maximálnym počtom 5 bodov, takže pri splnení všetkých požadovaných kritérií mohla vzorka dostať 25 bodov.

Vitamín C bol stanovený formolovou titráciou a karotény chromatograficky oddelene, kolorimetricky (4).

Výsledky

Výsledky skladovacieho pokusu sublimačne sušeného ovocia a zeleniny uvádzame prehľadne v tabuľke 2 pre ovocie a v tabuľke 3 a 4 pre zeleninu.

Z uvedených výsledkov vyplýva, že optimálna teplota dlhodobého skladovania

Tabuľka 2

Materiál	Skladovacie prostredie	Skladovacia teplota		1 mesiac		3 mesiace		6 mesiacov		9 mesiacov		12 mesiacov	
		organ. hodn.	% vit. C	organ. hodn.	% vit. C	organ. hodn.	% vit. C	organ. hodn.	% vit. C	organ. hodn.	% vit. C	organ. hodn.	% vit. C
JAHODY (tekuté)	Vákuum	+ 1°C	25	5,5	—	21	16	—	21	23	—	19	28,5
		+ 20°C	25	13	—	23	26	—	23	37	—	21	48
		+ 40°C	11	50	—	0	59	—	0	69	—	0	81
		+ 1°C	25	11	—	24	20	—	24	26	—	21	32
		+ 20°C	23	22	—	19	35	—	22	46	—	18	59
JAHODY (tekuté)	CO ₂	+ 40°C	4	55	—	0	65,5	—	0	72	—	0	86
		+ 1°C	25	9	—	25	14	—	25	20	—	21	28
		+ 20°C	25	29	—	25	37	—	25	42	—	21	48
		+ 40°C	13	52	—	2	68	—	0	76	—	0	85
		+ 1°C	25	12	—	25	18	—	25	28	—	21	34
Č. RÍBEZLE (tekuté)	CO ₂	+ 20°C	25	34	—	25	41	—	25	47	—	20	53
		+ 40°C	14	56	—	0	72	—	0	78	—	0	84,5
		+ 1°C	25	9	3	23	17	3	23	23	11	19	35
		+ 20°C	25	15	9	21	21	30	20	28	53	16	41
		+ 40°C	17	40	18	52	58	11	65	75	82	3	83
ŠÍPKY (tekuté)	Vákuum	+ 1°C	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		+ 20°C	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		+ 40°C	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		+ 1°C	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		+ 20°C	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ŠÍPKY (tekuté)	CO ₂	+ 40°C	15	36	53	11	55	69	8	75	80	6	85
		+ 1°C	25	13	30	23	26	33	21	40	38	21	45
		+ 20°C	25	20	33	21	32	49	20	45	60	18	49
		+ 40°C	15	36	53	11	55	69	8	75	80	6	85
		+ 1°C	25	13	30	23	26	33	21	40	38	21	45

Tabuľka 3

Materiál	Skladovacie prostredie	Skladovacia teplota	1 mesiac			3 mesiace			6 mesiacov			9 mesiacov			12 mesiacov		
			organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.
KAROTKA (kocky 6X6 mm)	Vákuum	+ 1°C	24	20	15	22	40	40	19	56	65	16	64	80	16	70	86
		+20°C	25	29	16	22	53	60	19	65	74	16	71	88	16	80	94
		+40°C	11	53	36	10	70	88	7	80	90	7	81	95	5	92	98
	CO ₂	+ 1°C	23	24	19	21	43	56	20	58	76	16	63	85	16	71	90
		+20°C	14	34	30	14	56	70	14	72	82	14	76	92	14	80	0
		+40°C	11	60	45	11	76	93	10	83	97	5	90	98	5	93	—
	Vákuum	+ 1°C	25	27	—	25	37	—	25	44	—	23	48	—	23	52	—
		+20°C	25	39	—	25	62	—	24	67	—	23	66	—	22	69	—
		+40°C	21	55	—	20	74	—	18	77	—	16	80	—	16	82	—
ZELER (kocky 6X6 mm)	Vákuum	+ 1°C	23	29	—	23	39	—	22	47	—	22	51	—	21	53	—
		+20°C	21	41	—	21	64	—	21	68	—	21	70	—	20	71	—
		+40°C	17	56	—	17	77	—	15	81	—	15	83	—	14	84	—
	CO ₂	+ 1°C	25	23	—	25	49	—	22	64	—	21	68	—	21	70	—
		+20°C	25	41	—	25	69	—	22	77	—	21	80	—	21	81	—
		+40°C	19,5	61	—	19	81	—	17	88	—	17	93	—	16	95	—
	Vákuum	+ 1°C	21	35	—	21	52	—	21	65	—	21	68	—	21	73	—
		+20°C	22	42	—	22	70	—	21	77	—	21	79	—	21	84	—
		+40°C	21	63	—	20	80	—	19	87	—	18	93	—	16	97	—
PETRŽLEN (kocky 6X6 mm)	Vákuum	+ 1°C	25	23	—	25	49	—	22	64	—	21	68	—	21	70	—
		+20°C	25	41	—	25	69	—	22	77	—	21	80	—	21	81	—
		+40°C	19,5	61	—	19	81	—	17	88	—	17	93	—	16	95	—
	CO ₂	+ 1°C	21	35	—	21	52	—	21	65	—	21	68	—	21	73	—
		+20°C	22	42	—	22	70	—	21	77	—	21	79	—	21	84	—
		+40°C	21	63	—	20	80	—	19	87	—	18	93	—	16	97	—
	Vákuum	+ 1°C	25	23	—	25	49	—	22	64	—	21	68	—	21	70	—
		+20°C	25	41	—	25	69	—	22	77	—	21	80	—	21	81	—
		+40°C	19,5	61	—	19	81	—	17	88	—	17	93	—	16	95	—
	CO ₂	+ 1°C	21	35	—	21	52	—	21	65	—	21	68	—	21	73	—
		+20°C	22	42	—	22	70	—	21	77	—	21	79	—	21	84	—
		+40°C	21	63	—	20	80	—	19	87	—	18	93	—	16	97	—

Tabuľka 4

Materiál	Skladovacie prostredie	Skladovacia teplota	1 mesiac			3 mesiace			6 mesiacov			9 mesiacov			12 mesiacov		
			organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.	organ. hodn.	% pokl. vit. C	% pokl. karot.
PARADAJKY (tekuté)	Vákuum	+ 1°C	25	8	29	24	17	33	21	25	49	17	33	62	15	42	74
		+20°C	25	19	45	24	28	53	21	40	68	16	48	78	12	50	82
		+40°C	11	40	56	0	64	67	0	73	80	0	76	89	0	79	92
	CO ₂	+ 1°C	25	12	32	20	20	42	17	29	57	16	39	63	15	43	74
		+20°C	18	23	47	17	31	60	17	43	78	15	50	94	13	55	96
		+40°C	10	49	58	0	68	72	0	75	82	0	80	95	0	86	98
	Vákuum	+ 1°C	24	15	38	22	38	50	20	46	69	18	56	79	17	65	89
		+20°C	23	53	56	21	61	65	19	66	76	15	68	83	13	70	96
		+40°C	10	70	78	8	77	83	5	82	90	0	88	93	0	92	0
KAROTKA (tekuté)	Vákuum	+ 1°C	24	15	38	22	38	50	20	46	69	18	56	79	17	65	89
		+20°C	23	53	56	21	61	65	19	66	76	15	68	83	13	70	96
		+40°C	10	70	78	8	77	83	5	82	90	0	88	93	0	92	0
	CO ₂	+ 1°C	23	17	55	23	45	64	21	53	75	17	60	89	16	66	94
		+20°C	24	58	70	21	64	79	19	67	90	15	70	94	15	72	0
		+40°C	10	74	95	8	82	96	4	87	97	0	90	98,5	0	93	0

je od $+1$ do $+20$ °C, nakoľko vyššia teplota — v našom prípade $+40$ °C — veľmi pozmeňuje kvalitu sublimačne sušených produktov.

Skladovanie vo vákuu bolo o poznanie lepšie ako v prostredí CO_2 . Najmarkantnejšie zmeny tak v organoleptických vlastnostiach ako aj v obsahu vitamínu C a karoténov boli v priebehu prvého mesiaca skladovania a k určitému vyrovnaniu došlo v treťom a v štvrtom mesiaci skladovania. Boli zistené priame vzťahy medzi úbytkom karoténov a úbytkom vitamínu C a organoleptickými vlastnosťami. Karotény boli menej stabilné ako vitamín C. Podobne aj farba produktov sa počas skladovania pozmenila viac ako chuť.

S ú h r n

V práci sa riešia problémy skladovania sublimačne sušeného ovocia a zeleniny v prostredí CO_2 a vákuu pri teplotách $+1$ °C, $+20$ °C, $+40$ °C. Počas 12 mesiacov boli sledované organoleptické vlastnosti, vitamín C a karotény.

L i t e r a t ú r a

1. B e h ú ň M., Stabilita kyseliny l-askorbovej u lyofilizovaných produktov počas skladovania. 1964, Bulletin VÚM, 3, č. 1.
2. S a l w i n H., Moisture levels required for stability in dehydrated food 1961, XII, Activities Rep., 13, č. 4.
3. P á l e n k á r P., B e h ú ň M. a spol., Rehydratácia lyofilizovanej zeleniny 1963, 9.—12. VII., XX. Sjazd chemikov, Žilina
4. K n o b l o c h E., Fysikálně chemické metody stanovení vitamínů ČSAV, Praha 1956.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА СУБЛИМАТНО СУШЕННЫЕ ФРУКТЫ И ОВОЩИ

Резюме

В работе рассматриваются проблемы хранения сублимаотно сушеных фруктов и овощей в среде CO_2 и вакууме, при температурах $+1$ °C, $+20$ °C и $+40$ °C. В течение 12 месяцев проводились наблюдения органолептически свойствами, витамином C и каротенами.

DER EINFLUSS VON LAGERUNGSBEDINGUNGEN AUF GEFRIERGETROCKNETES OBST UND GEMÜSE

Zusammenfassung

In der Arbeit werden die Lagerungsprobleme des gefriergetrockneten Obstes und Gemüses im Milieu des Kohlendioxydes und Vakuums bei Temperaturen $+1$ °, $+20$ ° und $+40$ °C gelöst. Es wurden die organoleptischen Eigenschaften, C Vitamin und die Carotene bei den Mustern in 12 Monaten verfolgt.