

STABILITA KYSELINY *l*-ASKORBOVEJ

ŠTEFAN ŠULC, JUDITA HURAJOVÁ-TIRSCHEROVÁ

Z hľadiska výživy človeka a potravinárskej technológie je kyselina *l*-askorbová veľmi dôležitou látkou. Najviac sa nachádza v rôznych rastlinách, v slezine, obličkách atď. V rastlinnom systéme je kyselina *l*-askorbová v dynamickej rovnováhe s oxydačnými enzymatickými systémami. K porušeniu dynamickej rovnováhy dochádza často napr. pri zbere zeleniny. Pokiaľ je v biologickom materiáli dostatočné množstvo látky, ktorá môže byť donátorom vodíka a akceptorom kyslíka a nedochádza k porušeniu životného cyklu dýchania, množstvo kyseliny *l*-askorbovej sa nemení. Len čo sa zásoba takejto látky vyčerpá, poruší sa prirodzený životný cyklus — nastane pokles kyseliny *l*-askorbovej a iných látok schopných oxydácie, čo sa často spája so zmyslovými zmenami.

Kyselina *l*-askorbová je enolizovaný γ -lakton kyseliny 2 keto — *l*-gulónovej. Má charakter pomerne silnej jednosýtnej kyseliny, nie však pre jej karboxyl, lebo tento je blokovaný γ -laktonom, ale pre endiolové hydroxyly na druhom a treťom uhlíku, ktoré vo vodnom prostredí dobre disociujú.

Prvým oxydačným stupňom kyseliny *l*-askorbovej je reverzibilná kyselina *l*-dehydroaskorbová, ktorá je ešte biologicky účinná (1). Vzniknúcšia kyselina dehydroaskorbová sa však veľmi ľahko oxyduje na irreverzibilnú kyselinu 2,3 diketo-*l*-gulónovú, ktorá sa ďalej oxyduje na kyselinu *l*-treónovú a kyselinu šťavelovú (2).

Aby sa zabránilo nutričným stratám, zmyslovým zmenám atď. študuje sa neustále i v súčasnosti vplyv rôznych faktorov na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej.

Kubli (3) prvý spozoroval, že kyselina *l*-askorbová v cukornom sirupe vydrží dlhší čas, ako vo vodných roztokoch. Klodt a Stieb (4) zistili, že glukóza stabilizovala kyselinu *l*-askorbovú už v koncentrácii 10 %, kým sacharóza mala rovnaký účinok iba vo vyšších koncentráciách. Strohecker, Buchholz (5) mali okrem sacharózy a glukózy vo svojom pokuse ešte fruktózu. Výsledky ukázali, že nízke koncentrácie použitých cukrov až na sacharózu stabilizuje kyselinu *l*-askorbovú približne rovnako. Brjuchanova (6) a Šamraj (7) sledovali stabilizačný účinok glukózy, fruktózy a sacharózy v závislosti od koncentrácie cukrov a pH. Pokusy potvrdili správnosť prác Klodta a Stieba, že glukóza má dobrý stabilizačný účinok už v trojpercentnej koncentrácii, kým sacharóza mala obdobný stabilizačný účinok nad 20 %.

Účinok karamelizovanej a čistej fruktózy študoval Issac (8), ktorý zistil, že strata kyseliny *l*-askorbovej je menšia v roztoku karamelizovanej fruktózy ako v roztoku čistej fruktózy.

Seidemann a Feldheim (9) sledovali stabilizačný účinok glukózy, fruktózy a sacharózy v závislosti od koncentrácie u vzoriek uchovaných na svetle a v tme. U fruktózy dokázali, že so stúpajúcou koncentráciou klesá jej stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú bez ohľadu na to, či vzorky boli uschované v tme alebo na svetle. U roztokov glukózy, uchovaných v tme so stúpajúcou koncentráciou stúpala i stabilizačný účinok glukózy na kyselinu *l*-askorbovú. Sacharóza pri nízkych koncentráciách mala len malý stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú za uvedených podmienok, ktorý sa však zvyšoval so stúpajúcou koncentráciou cukrov.

Seidemann a Feldheim (10) svoje skúsenosti neskoršie aplikovali v praxi. Pre pokus použili jabĺčkovú, hroznovú, citrónovú a citrusovú šťavu s koncentráciou sacharózy 5 %, 10 %, 40 %, 60 %, kde sa pridala syntetická kyselina *l*-askorbová. Najlepší stabilizačný účinok mal 60-percentný roztok sacharózy. S klesajúcou koncentráciou sacharózy klesal i stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú.

Pri mnohých priemyselných úkonoch kyselina *l*-askorbová často prichádza do styku s rôznymi kovmi, a to hlavne s meďou a železom. Vplyv kovov na kyselinu *l*-askorbovú v prítomnosti rôznych cukrov študovali Joslyn a Miller (11), ktorí zistili, že najväčší stabilizačný účinok za prítomnosti uvedených kovov mala fruktóza, potom maltóza a glukóza. Najmenší stabilizačný účinok mala sacharóza. Oppelt (12) odporúča stabilizovať kyselinu *l*-askorbovú prídavkom látok, ktoré vo svojej molekule obsahujú síru. Napr. diglukosyldisulfit s prídavkom pyrofosfátu sodného, s kyselinou citrónovou a s rôznymi cukrami.

Pokusy

Sledovali sme vplyv glukózy, galaktózy, fruktózy, sacharózy a ramnózy pri rôznych koncentráciách na úchovu kyseliny *l*-askorbovej. Koncentrácia roztokov sacharózy a glukózy bola: 0,5 %, 1 %, 2 %, 15 %, 17,5 %, 20 %, 45 %, 63 %, a 79 %; u fruktózy: 0,5 %, 1 %, 2 %, 15 %, 45 %, 63 %, kým u galaktózy, ramnózy 0,5 %, 1 %, 2 %, 15 %, 17,5 % a 20 %. Použité cukry boli označené ako chemicky najčistejšie.

Príprava modelových vzoriek

V redestilovanej vode sme rozpustili 150 mg kyseliny *l*-askorbovej a príslušné množstvo jednotlivých cukrov. V prípadoch, kde sme použili vysoké koncentrácie cukrov, sme cukry prv rozpustili v redestilovanej vode za tepla, ochladili na 20 °C, potom sme pridali v roztoku rozpustenú kyselinu *l*-askorbovú. Takto pripravené vzorky sme skladovali v termostate pri 20 °C za 10 dní.

Pre porovnanie stabilizačného účinku jednotlivých cukrov a ich koncentrácií sme sledovali tiež úbytok kyseliny *l*-askorbovej v redestilovanej vode za rovnakých podmienok ako u cukrov.

Metodika

Kyselínu *l*-askorbovú sme sledovali chromatograficky (13).
Výsledky sú uvedené v tabuľkách 1. až 6. a grafoch 1–5.

Tabuľka 1. Výsledky vplyvu koncentrácie glukózy na stabilizáciu
kyseliny *l*-askorbovej v %

Konc. cukru %	Hodiny												
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
0,5	100	98,8	98,0	97,1	96,3	92,4	89,0	86,8	84,0	82,3	76,8	74,1	68,5
1,0	100	98,0	97,2	95,8	94,2	91,1	87,2	81,5	78,3	76,1	70,5	67,5	65,5
2,0	100	97,9	97,9	95,1	93,8	90,4	88,3	86,5	82,5	79,2	76,7	76,2	73,0
15,0	100	98,4	96,9	96,1	94,8	93,1	90,2	89,5	86,5	84,4	82,2	80,3	78,1
17,5	100	98,6	97,6	96,3	95,5	93,8	92,6	90,4	88,4	86,2	83,7	81,0	79,1
20,0	100	98,9	98,1	97,6	95,9	95,2	94,4	93,2	92,0	90,2	85,2	82,6	81,2
45,0	100	100	—	99,8	—	—	95,8	—	93,3	—	89,5	—	85,0
63,0	100	100	—	99,0	—	—	97,3	—	95,0	—	90,3	—	86,2
79,0	100	100	—	99,0	—	—	98,3	—	95,0	—	92,0	—	88,0

Tabuľka 2. Výsledky vplyvu koncentrácie fruktózy na stabilizáciu
kyseliny *l*-askorbovej v %

Konc. cukru %	Hodiny												
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
0,5	100	97,1	96,0	94,0	94,0	93,2	93,2	91,1	89,6	86,1	80,5	76,4	73,7
1,0	100	99,5	96,1	95,0	94,6	93,7	93,4	90,1	88,1	83,5	75,9	74,1	70,6
2,0	100	99,2	98,0	95,1	94,5	92,2	90,9	84,4	83,6	79,1	71,2	68,5	66,4
15,0	100	99,0	97,3	93,0	92,1	91,5	90,8	87,0	81,3	76,1	69,8	62,9	55,2
45,0	100	98,5	—	95,0	—	—	91,2	—	82,3	—	71,4	—	66,3
63,0	100	99,2	—	94,8	—	—	92,0	—	83,5	—	75,5	—	69,1
79,0	100	98,7	—	95,6	—	—	92,8	—	84,2	—	75,8	—	70,2

Štúdium vplyvu rôznych cukrov na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej ukázalo, že nízke koncentrácie cukru v 0,5 %, 1 % a 2 % mali rozdielny vplyv na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej, čo v prvom rade záviselo od použitého cukru. Za 10 dní skladovania najmenej kyseliny *l*-askorbovej sa uchovalo napr. v 0,5 % roztoku sacharózy (51,6 %). Podstatne vyššia úchova kyseliny *l*-askorbovej bola v 0,5 % roztoku fruktózy (73,7 %), ramnózy (77,0 %) a galaktózy (78,8 %).

Tabuľka 3. Výsledky vplyvu koncentrácie sacharózy na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej v %

Konc. cukru %	Hodiny												
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
0,5	100	100	99,3	99,0	98,8	98,2	89,6	89,6	86,4	81,6	75,0	61,3	51,6
1,0	100	98,4	97,6	96,3	94,8	92,6	90,0	87,0	82,3	76,3	68,1	64,0	60,2
2,0	100	98,6	96,9	96,0	93,5	90,0	88,1	84,1	81,2	78,2	72,5	68,5	63,6
15,0	100	97,5	94,9	93,6	92,0	91,5	88,6	84,7	82,3	79,8	75,8	72,3	69,6
17,5	100	98,6	98,3	97,4	96,8	95,6	94,6	90,1	87,0	83,5	80,6	77,2	75,0
20,0	100	99,5	99,1	98,8	98,0	97,5	96,3	94,6	91,6	88,7	86,0	83,6	76,5
45,0	100	99,1	—	98,1	—	—	95,8	—	93,2	—	87,4	—	80,2
63,0	100	98,4	—	98,1	—	—	94,8	—	93,8	—	88,2	—	81,3
79,0	100	99,7	—	97,6	—	—	96,3	—	95,0	—	89,1	—	83,6

Tabuľka 4. Výsledky vplyvu koncentrácie galaktózy na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej v %

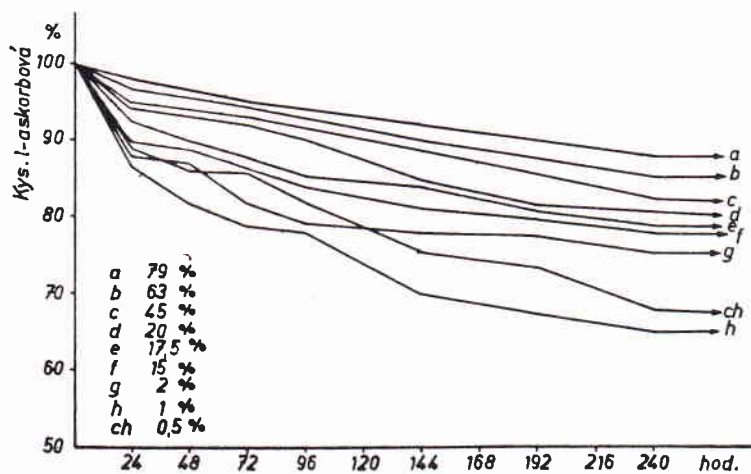
Konc. cukru %	Hodiny												
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
0,5	100	100	99,6	98,5	98,0	97,2	96,7	95,5	94,1	93,2	90,2	82,6	78,8
1	100	99,5	98,8	98,0	97,2	97,8	97,5	97,1	96,1	93,4	86,5	79,4	73,5
2	100	99,2	98,7	98,0	97,5	96,1	93,4	90,0	85,1	83,5	76,8	74,9	73,3
15	100	98,6	98,5	97,6	97,0	96,1	93,4	88,8	85,5	84,0	80,1	78,9	78,8
17,5	100	100	99,8	99,2	97,8	96,9	96,1	94,0	91,5	88,1	86,0	83,9	81,4
20	100	100	99,8	99,2	98,8	98,3	97,4	95,2	94,6	93,5	88,1	85,5	82,6

Tabuľka 5. Výsledky vplyvu koncentrácie ramnózy na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej v %

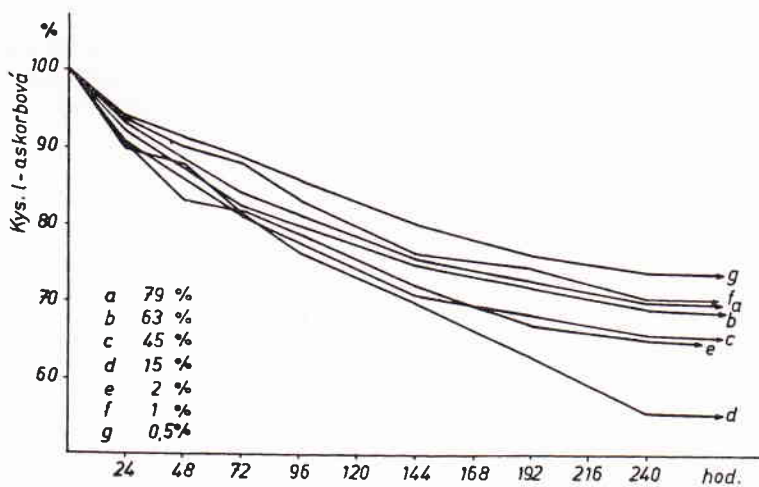
Konc. cukru %	Hodiny												
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
0,5	100	98,3	96,5	95,2	93,5	92,1	90,6	85,9	83,9	83,5	82,5	81,1	77,0
1	100	88,5	97,2	96,5	94,2	93,3	91,1	86,1	86,0	84,5	83,5	81,5	77,5
2	100	100	98,0	97,2	95,1	94,3	93,1	87,8	86,5	85,5	84,5	82,8	78,6
15	100	100	98,6	97,4	97,0	96,6	95,6	93,4	90,6	87,2	86,8	84,0	79,4
17,5	100	100	98,6	97,4	96,1	96,8	95,1	94,0	90,6	87,6	85,5	84,1	80,0
20	100	100	98,7	98,6	97,4	96,9	96,0	93,4	90,8	90,1	89,5	86,6	82,7

Tabuľka 6. Výsledky vplyvu redestilovanej vody na stabilizáciu kyseliny *l*-askorbovej v ‰

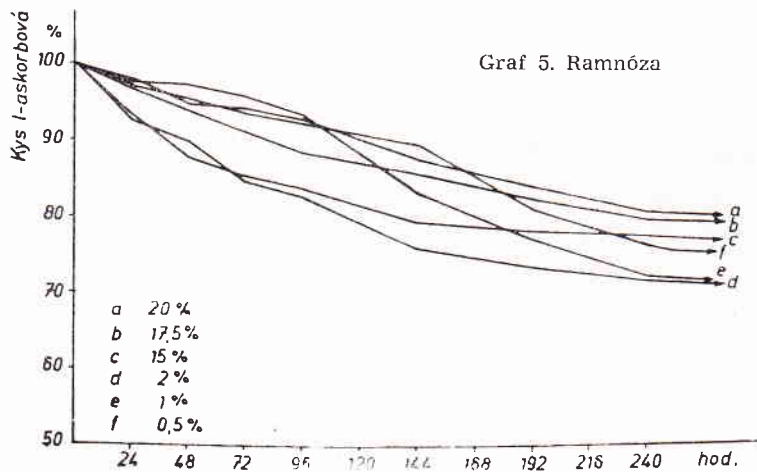
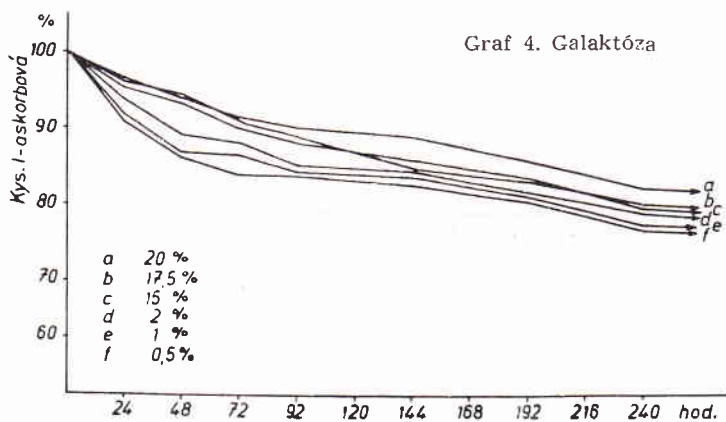
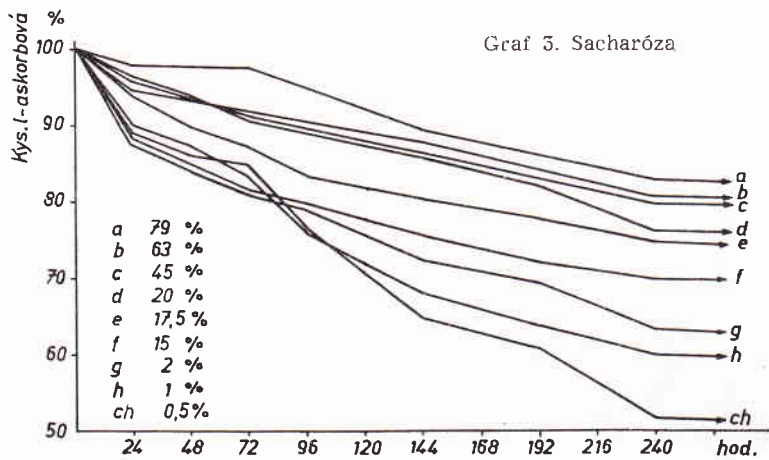
Hodiny													
	0	2	4	6	8	10	24	48	72	96	144	192	240
Kyselina l-askorbová	100	98,7	95,6	92,9	89,4	85,8	78,5	72,0	68,3	65,7	62,1	58,4	53,6



Graf 1. Glukóza



Graf 2. Fruktóza



Cukrové roztoky 15,0 %, 17,5 % a 20 % mali okrem fruktózy vyšší stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú ako nízko-percentné roztoky. Napr. počas 10-dňového skladovania straty kyseliny *l*-askorbovej boli 17,4 % v 20-percentnej galaktóze, kým v jej 2-percentnej koncentrácii straty kyseliny *l*-askorbovej boli 26,7 %. Obdobná úchova kyseliny *l*-askorbovej sa zistila u 20 % ramnózy a glukózy. Zvýšený stabilizačný účinok mala 20 % sacharóza, v ktorej sa uchovalo o 24,9 % viac kyseliny *l*-askorbovej ako v jej 1 % koncentrácii.

So zvyšujúcou sa koncentráciou (45, 63 a 79 %) glukózy a sacharózy stúpala i stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú. Najviac kyseliny *l*-askorbovej sa uchovalo v 63 % a 79 % roztoku glukózy (86,2–88,0 %), kým v uvedených koncentráciách sacharózy 81,3–83,6 % kyseliny *l*-askorbovej.

Diskusia

Študovali sme vplyv glukózy, fruktózy a sacharózy pri nízkych, stredných a vysokých cukorných koncentráciách a vplyv nízkych a stredných koncentrácií galaktózy a ramnózy na úchovu kyseliny *l*-askorbovej za 10 dní. Výsledky našich prác potvrdili správnosť údajov Klodta, Stieba, Brjuchanovej a Šamraja, že nízke koncentrácie glukózy a fruktózy majú vyšší stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú ako sacharóza. Z výsledkov ďalších dvoch sledovaných cukrov (galaktóza a ramnóza) vidieť, že ich nízke cukorné koncentrácie mali mierne vyšší stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú ako fruktóza a glukóza. Napr. v 1 % roztoku ramnózy sa uchovalo 77,5 % kyseliny *l*-askorbovej, kým pri tej istej koncentrácii u glukózy iba 65,5 %. Pri porovnaní stabilizačného účinku 0,5 % sacharózy so stabilizačným účinkom redestilovanej vody vidieť, že uvedená koncentrácia sacharózy iba veľmi málo ovplyvnila úchovu kyseliny *l*-askorbovej. Ostatné skúmané cukry mali však pri 0,5 % koncentrácii väčší vplyv na úchovu kyseliny *l*-askorbovej ako redestilovaná voda.

Podľa očakávania úchova kyseliny *l*-askorbovej bola vyššia v stredných cukorných koncentráciách (okrem fruktózy) ako v nízkych cukrových koncentráciách. Najviac kyseliny *l*-askorbovej bolo v roztokoch ramnózy, a to 79,4 až 82,7 %. Obdobný stabilizačný účinok mali tiež stredné koncentrácie galaktózy a glukózy. Najmenší stabilizačný účinok mala fruktóza, kde sa v jej 15 % roztoku uchovalo iba 55,2 % kyseliny *l*-askorbovej, kým v 1/2 % roztoku až 73,7 %. Pri štúdiu vplyvu stredných cukorných koncentrácií sacharózy na úchovu kyseliny *l*-askorbovej sa ukázalo, že sú to hlavne jej 17,5 % a 20 % koncentrácie, ktoré mali podstatný vplyv na úchovu kyseliny *l*-askorbovej ako redestilovaná voda, alebo 1/2 % roztok sacharózy počas 10 dní skladovania.

Vplyv vysokých cukorných koncentrácií sme sledovali u glukózy, fruktózy a sacharózy, lebo iba tieto sa používajú pri výrobe potravín.

Výsledky pozorovania ukázali, že z uvedených cukrov má najlepšie stabilizačný účinok glukóza, a to v jej 63 % a 79 % koncentrácii, kde sa počas 10 dní uchovalo 86,2 % až 88,8 % kyseliny *l*-askorbovej. V 63 %

a 79 % sacharóze sa uchovalo o 4,4 až 4,9 % menej kyseliny *l*-askorbovej ako v uvedených roztokoch glukózy. Najmenší stabilizačný účinok mali vysoké cukorné koncentrácie fruktózy, kde sa v 63 % a 79 % roztoku uchovalo ešte menej kyseliny *l*-askorbovej ako v jej 1/2 % koncentracii.

Pri porovnaní uchovy kyseliny *l*-askorbovej vo vysokých cukorných koncentráciách glukózy a sacharózy so strednými a nízkymi cukornými roztokmi skúmaných cukrov vidieť, že skutočne vysoké cukorné koncentrácie majú najväčší stabilizačný účinok na kyselinu *l*-askorbovú, kým vysoké koncentrácie fruktózy mali približne iba rovnaký stabilizačný účinok ako nízke cukorné koncentrácie.

S ú h r n

Študovali sme vplyv glukózy, fruktózy, galaktózy, ramnózy a sacharózy pri nízkych a stredných koncentráciách a vplyv vysokých koncentracii glukózy, fruktózy a sacharózy na uchovu kyseliny *l*-askorbovej.

Výsledky ukázali, že uchova kyseliny *l*-askorbovej závisí pri nízkych cukorných koncentráciách (0,5 %, 1 % a 2 % hlavne od použitého cukru a od dĺžky času skladovania. Najviac kyseliny *l*-askorbovej sa uchovalo v roztokoch ramnózy, galaktózy, fruktózy a glukózy, najmenej v roztokoch sacharózy.

Pri stredne vysokých koncentráciách 15,0 %, 17,5 % a 20,0 % najviac kyseliny *l*-askorbovej sa uchovalo v roztoku ramnózy, glukózy a galaktózy. Zvýšený stabilizačný účinok sa zistil o 17,5 % a 20 % sacharózy. Po 10-dňovom skladovaní najmenej kyseliny *l*-askorbovej sa uchovalo v stredných cukorných koncentráciách fruktózy.

Pri vysokých cukorných koncentráciách 45,0 %, 63,0 % a 79,0 % najlepši stabilizačný účinok mala glukóza a sacharóza, kým fruktóza mala najnižší stabilizačný účinok.

DIE STABILITÄT DER *L*-ASKORBINSÄURE

Es wurde der Einfluss von Glukose, Fruktose, Galaktose, Rhamnose und Saccharose bei niedrigen, mittleren und zum Teil bei hohen Konzentrationen auf die Erhaltung der *l*-Ascorbinsäure untersucht.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Erhaltung der *l*-Ascorbinsäure bei niedrigen Zuckerkonzentrationen (0,5 %, 1 % und 2 %) besonders von der verwendeten Zuckerart und der Dauer der Lagerungszeit abhängig ist. Glukose, Galaktose, Fruktose und Rhamnoselösungen erbrachten die höchste, Saccharoselösungen die niedrigste Stabilität der *l*-Ascorbinsäure.

Bei den mittelhohen Konzentrationen (15 %, 17,5 % und 20 %) blieb am meisten die *l*-Ascorbinsäure in der Rhamnose, Glukose und Galaktoselösung erhalten. Eine erhöhte Stabilisierungswirkung konnte bei 17,5 % und 20 % Saccharose festgestellt werden. Nach 10-tägiger Lagerung hat sich die *l*-Ascorbinsäure am wenigsten in den mittleren Zuckerkonzentrationen der Fruktose erhalten.

Bei hohen Zuckerkonzentrationen (45 %, 63 %, und 79 %) zeigte Glukose und Saccharose die beste Stabilisierungswirkung, wobei die niedrigste Stabilisierungswirkung die Fruktose aufwies.

Zur *l*-Ascorbinsäurestabilisation ist am geeignetesten Glukose anzuwenden, deren Stabilisierungswirkung in allen untersuchten Konzentrationen die Beste war. Saccharose hat eine gute Stabilisierungswirkung bei Konzentrationen von 17,5 % aufwärts. Haben

Galaktose und Rhamnose eine analoge Stabilisationswirkung wie Glukose in den untersuchten Konzentrationen aufgewiesen, doch ist ihre Anwendung nur bei niedriger Konzentration zur Stabilisation der *l*-Askorbinsäure in Lebensmitteln anzuwenden, da bei höheren Konzentrationen der Geschmack beeinflusst wird.

Literatúra

1. Ricca B., Calabrob, Ind. Conserve 29. (1954)
2. Gažo M., Zborník o vitamínoch (1955)
3. Kuhli M., Barel E., Festschrift Basel (1936)
4. Klodt W., Stieb B., Phatol. Pharmakol. 190 (1938)
5. Strohecker R., Buchholz E., Z. Leb.—Unters. u. Forsch. 8 b (1942)
6. Brjuchanová N. A., Gigena i sanitarija 10 (1941)
7. Šamraj E. E., Voprosy pitanija 10 (1941)
8. Issac W. E., Nature 154 (1944)
9. Seidemann J., Feldheim W., Die Fruchtsoft Industrie 3 (1958)
10. Seidemann J., Feldheim W., Die Fruchtsoft Industrie 4, č. 6 1959
11. Joslyn M. A., Miller J., Food Res. 14 (1949)
12. Opplt J., Chem. Zentralblatt 124 (1953)
13. Hais, Macek, Procházka, Papirová chromat. (1959)

ZÁZNAMY ZO ZAHRANIČNEJ LITERATÚRY

Chrissement P.

Rozvoj techniky chladiarenskej izolácie
(Evolution des techniques d'isolation frigorifique)

Štúdia o vedení pary cez izolované steny a vplyv konvekcie v izolátore. Problémy izolácie pri nízkych teplotách, najmä pri doprave a skladovaní plynu v tekutom stave. Merania difúzie vodnej pary v izolovaných stenách, teplota a vodivosť. Obr. 15, tab. 3. — 1962, Rev. gén. du Froid 39, č. 4, s. 447–466.

Marcellin P.

Používanie obalov z plastických filmov na predĺženie skladovateľnosti ovocia

(L'emploi des emballage constitués de minces pellicules de matière plastique pour favoriser la conservation des pommes)

Ovocie možno skladovať aj pri teplotách blízkejších obvyklej teplote, ak je balené v tenkých vrecúškach z plastických filmov. Výsledky skúšobného skladovania dlhšieho ako 5 mesiacov u jablák Golden Delicious pri 12 a 14 °C. Podmienky: výber plastického filmu, veľkosť vrecúška, zrelosť ovocia, sklad. — 1962, Rev. gén. Froid, 39, č. 4, s. 507–510.

Fournet M.

Chladiace dosky na Peltierov efekt
(Les plaquettes réfrigérantes par effet Peltier)

Opisované dosky využívajú Peltierov efekt a sú zhotovené z polovodičového termomateriálu. Umožňujú napríklad zhotovenie chladiacich alebo termostaticky kontrolovaných komôr a jednotlivých chladičov. 1961, Onde électr. č. 407, s. 140–141. — 1961, Bull. Institut int. Froid, 41, č. 6, s. 1671.

Leopold K. F.

Chladienie a kryštalizácia plastických hmôt v chemickom a potravinárskom priemysle

(Kühlen und kristallisieren plastischer Massen in der chemischen und der Nahrungsmittelindustrie)

Na chladienie a kryštalizáciu plastických hmôt sa veľmi dobre hodí prístroj s vonkajším dvojitém plášťovým chladením. Skrutkovým dopravníkom sa prepravuje materiál cez prstencovú štrbinu. Pomocou tohto prístroja sa môže kontinuálne vyrábať maslo a margarín, ako aj použiť kontinuálne chladienie plastických hmôt (foto. 3, obr. 4, graf. 2). — 1961, Kälte-technik, 13, č. 5, s. 188–192.