

## VITAMÍN A (AXEROFTOL) A KAROTÉNY V SUROVINOVEJ BÁZE SLOVENSKEHO POTRAVINÁRSKEHO PRIEMYSLU

F. VALENTÍN, D. ŽUFFOVÁ, M. ČUNDERLÍKOVÁ

*Výskumný ústav potravinárskeho priemyslu v Bratislave*

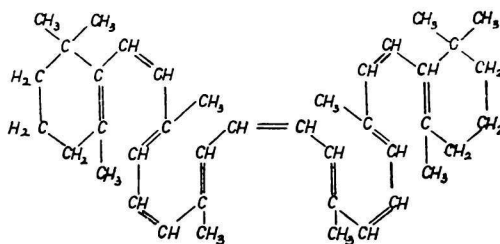
Najdôležitejším zdrojom axeroftolu je olej z pečene morských rýb, najmä tresky (*Hypoglossus*). V pečeni vzniká štiepením  $\beta$ -karoténu pochádzajúceho z rastlín a tu sa súčasne uskladňuje jeho nadbytok. Množstvo axeroftolu v živočíšnom organizme kolíše podľa požitej potravy, životných podmienok, ročného obdobia a pod. Je však prítomný aj v mlieku a mliečnych výrobkoch.

Axeroftol sa vyskytuje v živočíšnom organizme ako voľný alkohol, najčastejšie však ako ester. Je rozpustný v mnohých organických rozpúšťadlách a v oleji. Izoluje sa zo živočíšnych tukov.

V ľudskom organizme má axeroftol veľmi dôležitú úlohu, usmerňuje riadnu funkciu sliznice všetkých orgánov. Jeho nedostatok spôsobuje straty sviežosti a vlhkosti sliznice, vyschnutie a zrohovatenie povrchových buniek. Zvlášť nebezpečne sa prejavuje na očnej rohovke. U detí sa prejavuje aj spomalením rastu zubov, prípadne celého detského organizmu.

Ľudský organizmus získava potrebné množstvo axeroftolu jednak zo živočíšnej, jednak z rastlinnej potravy obsahujúcej  $\beta$ -karotén.  $\beta$ -Karotén sa štiepi v pečeni na dve molekuly vitamínu A. Tento dej však nie je kvantitatívny; závisí od rôznych okolností, do akej miery prebehne.

Tvorba karoténov v listoch je katalyzovaná svetlom [1].  $\beta$ -Karotén je vlastne dimérom axeroftolu, čo je zrejme aj z tohto štruktúrneho vzorca:



Táto konštitúcia  $\beta$ -karoténu bola potvrdená aj priamou syntézou, ktorú vykonal H. H. Inhoffen a spolupracovníci [2].

Straty karoténu pri spracovaní či už v domácnosti alebo v konzervárskom priemysle sa pohybujú podľa rôznych podmienok od 10 do 20% [3]. Organizmus asimiluje karotény z rastlinnej potravy dosť ťažko. Napr. zo špenátu, ktorý je ináč veľmi bohatým zdrojom  $\beta$ -karoténu, resorbuje ľudský organizmus len 4% prítomného karoténu. Podobne je to aj pri iných druhoch rastlinnej potravy. Avšak v našej rastlinnej potrave prijímame také veľké kvantá karo-

térov, že toto plytvanie nespôsobuje v organizme nijaké ťažkosti. Iná je situácia, ak sa karotény pri varení rastlinnej suroviny dostanú do styku s olejom alebo s iným tukom v hojnejšom množstve; tu sa karotény rozpustia v tukoch alebo v oleji a tráviace orgány ich potom omnoho ľahšie môžu resorbovať. V takomto prípade sa zo špenátu zužitkuje až 40% celkového karoténu.

Sušením rastlinného materiálu na vzduchu nastávajú veľké straty na karoténoch spôsobené oxydáciou vzdušným kyslíkom. Straty sa pohybujú až okolo 60—70%. Nevhodné a neodborné pôsobenie kysličníka siričitého na rastlinný materiál je ešte zhubnejšie, lebo karotény sa porušia až na 76—82% [4]. Sušenie rastlinného materiálu je teda hospodárne, keď prebieha v sušiarňi podľa možnosti bez prístupu vzduchu. Inak karotény sú viac šetrené krátkym zahriatím na vyššiu teplotu ako dlhším zahrievaním pri nižšej teplote. Príčinou je to, že vyššia teplota účinnejšie zneškodňuje pôsobenie nepriaznivo účinkujúcich enzýmov.

Zaujímavé práce o vplyve  $\beta$ -karoténu, resp. axeroftolu priniesol dánsky bádateľ Christiansen [5]. Tento autor tvrdí, že detská úmrtnosť je v obrátenom pomere ku konzumu masla. Maslo je totiž výdatným zdrojom  $\beta$ -karoténu, axeroftolu a vitamínu D, teda všetko vitamínov nesmierne dôležitých pre normálny vývoj detského organizmu. Tak sa zistilo, že pravidelný konzum masla môže znížiť detskú úmrtnosť o 30%, výskyt tuberkulózy u detí o 15% a xeroftalmiu (neschopnosť vidieť za šera) o 90%. Bádateľ Wolff [6] skúmal vzťah množstva axeroftolu v krvi k hospodárskym pomerom obyvateľstva. Zistil, že v hospodárskych krízach zle živení pracovníci majú veľmi nízky obsah axeroftolu v krvi, niekedy len  $1\mu\text{g}/10\text{ ml}$ , hoci v záujme dobrého zdravotného stavu má byť najnižšia hranica ca  $5\mu\text{g}$ .

Na základe týchto, ako aj ďalších pozorovaní prišlo sa v mnohých štátoch k obohacovaniu najmä umelých pokrmových tukov vitamínmi, a to vitamínom A, prípadne  $\beta$ -karoténom, čím sa dosahuje zlepšenie ich kvality.

Stálosť karoténov, resp.  $\beta$ -karoténu v hotových pokrmoch a konzervách je veľmi dobrá. Prakticky sa nemení po veľmi dlhú dobu — pravda, za predpokladu, že konzervačné procesy sú vedené správne a odborne a najmä ak sa dbá na to, aby sa primeranou teplotou inaktivovali škodlivé enzýmy.

Z uvedeného vyplýva dôležitosť axeroftolu, resp.  $\beta$ -karoténu pre ľudský organizmus. Preto sme i v našom ústave venovali veľa času sledovaniu týchto vitamínov v zelenine a v ovocí, ktoré prichádza na trh. Vychádzali sme pri tom zo stanoviska, že pre posúdenie zeleniny, ktorú bežne konzumuje mestské obyvateľstvo, bude správnejšie brať vzorky zeleniny priamo z predaja. Obyvatelia miest totiž zriedkakedy dostanú zeleninu, resp. ovocie čerstvé, väčšinou dva až tri dni po zobraaní z poľa, prípadne zo stromu alebo kra. Za ten čas nastanú v surovine rôzne biologické zmeny, spojené s vädnutím, čím sa zelenina

znehodnocuje a obsah vitamínov klesá. Ak máme teda vyhodnotiť ten-ktorý druh so zreteľom na uvedené okolnosti, musíme odoberať vzorky priamo z trhu. To má však za následok, že pri jednotlivých druhoch nemôžeme posúdiť odrodu, miesto pestovania, klimatické a pôdne podmienky, prípadne spôsob kultivácie.

Jednotlivé druhy ovocia a zeleniny, odoberané z ústrednej rozdeľovne v Bratislave, boli z bratislavského kraja. Získané údaje sú zostavené v tabuľke.

Obsah  $\beta$ -karoténu v zelenine a ovocí v mg/100 g analyzovanej suroviny

Názov zeleniny (ovocia)	min.	max.	stred.	počet stanovení
1. drienky	—	—	0,984	1
2. melón zelený	1,282	1,517	1,437	5
3. melón červený	1,396	2,051	1,880	3
4. melón žltý	1,309	2,535	1,683	7
5. slivky modré	1,349	2,099	1,619	12
6. slivky biele (ringloty)	1,807	2,085	1,945	2
7. hrozno biele	1,239	2,123	1,443	12
8. hrozno modré	1,476	1,858	1,724	5
9. jablká	—	—	1,684	1
10. hrušky	1,242	1,910	1,640	4
11. marhule	1,377	2,099	1,738	2
12. gaštany	—	—	2,977	1
13. hlávkový šalát jarný	0,468	2,290	1,363	6
14. hlávkový šalát jesenný	1,153	2,061	1,716	6
15. kapusta biela	1,002	1,959	1,382	4
16. kapusta červená	—	—	1,774	1
17. paprika zelená	1,189	1,905	1,480	8
18. paprika rajč. zelená	1,462	2,223	1,885	5
19. paprika rajč. červená	1,514	2,931	2,059	6
20. rajčiny	1,343	2,891	2,055	14
21. rebarbora	1,420	1,932	1,662	3
22. špargľa	1,294	1,995	1,685	7
23. zelená fazuľka	1,334	2,075	1,707	4
24. baklažán	1,652	1,892	1,786	3
25. karotka červená	1,189	2,440	1,930	10
26. kel	1,274	2,089	1,334	4
27. kukurica jedlá mäkká	1,614	2,547	2,017	3
28. petržlen — koreň	—	—	1,845	1
29. petržlen — vňať	3,936	5,821	4,655	5
30. uladá cibulka so zelenými listami	0,899	2,748	2,111	11
31. kaleráb — listy	1,538	2,864	2,289	10
32. špenát	1,901	3,560	2,555	10
33. zeler — listy	2,742	2,911	2,826	2
34. pažitka	2,100	6,560	3,471	4
35. kôpor	1,718	7,889	3,541	6

Nie menej dôležité ako sledovanie obsahu  $\beta$ -karoténu v surovinách potravinárskeho priemyslu je aj voľba najvhodnejšej metódy, aby získané údaje boli porovnateľné s inými údajmi. Všetky metódy stanovenia či už axeroftolu alebo  $\beta$ -karoténu spočívajú na uvoľnení vitamínu alebo provitamínu z väzby s bielkovinami, na prevedení do petroléru, chromatografickom oddeľovaní na kolóne a na kolorimetrickom stanovení; pri  $\beta$ -karoténe priamo na stanovení intenzity žltého zafarbenia v porovnaní buď s čistým  $\beta$ -karoténom, pokiaľ je prístupný, alebo s azobenzénom. Použitie azobenzénu ako štandardu pre kolorimetrické stanovenie má mnoho predností, lebo je stály a vplyvom svetla sa nemení. Štandardný roztok azobenzénu obsahuje 14,5 mg najčistejšieho azobenzénu v 100 ml 96% etylalkoholu (0,796 milimólov/l liter). 1 ml tohto roztoku zodpovedá 0,00235 mg  $\beta$ -karoténu. Connor [7] používal 0,04% alebo 0,02% roztok dvojchrómanu, čo zodpovedá 0 0003% v prvom prípade alebo 0,0001%  $\beta$ -karoténu v druhom prípade.

Na kolorimetrické stanovenie axeroftolu sa najčastejšie používa metóda Carr-Priceova [8], založená na redukcii axeroftolu s chloridom antimoniťým. To predpokladá zásobu čistého axeroftolu na prípravu kalibračnej krivky, ako aj na stálu kontrolu metódy. Preto Kuhn a Brockmann [9] navrhli pre Carr-Priceovu metódu na stanovenie axeroftolu ako štandard tento roztok: 24 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  + 15 ml 2% dusičnanu kobaltnatého sa doplní do 100 ml destilovanou vodou. 1 ml takto pripraveného roztoku zodpovedá 15 L. j. (jednotky podľa Lovibonda); L. j. = 4,6 m. j.; 1 g axeroftolu = 4 500 000 m. j.).

Na stanovenie  $\beta$ -karoténu bola vypracovaná aj polarografická metóda [10]. Stanovenie spočíva na prevedení karoténu na jódovanú zlúčeninu, ktorá spôsobuje na kvapkovej ortufovej elektróde anodickú depolarizáciu. Materiál sa extrahuje metanolom a benzínom a ak extrakt neobsahuje chlorofyl, nemusíme zaviesť chromatografickú adsorpciu. Xantofyl a lykopín stanovenie neovplyvňujú.

Spomenutá metodika je uvedená len v hlavných črtách a nie je ani zďaleka vyčerpaná.

## Súhrn

V práci sa venuje hlavná pozornosť výskytu karoténov v surovinách potravinárskeho priemyslu a ich stratám pri spracovaní konzervárenského materiálu. V závere je zmienka o analytickej metóde axeroftolu a  $\beta$ -karoténu.

**ВИТАМИН А (АКСЕРОФТОЛ) И КАРОТИНЫ В СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ  
СЛОВАЦКОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Ф. ВАЛЕНТИН, Д. ЖУФФОВА, М. ЧУНДЕРЛИКОВА

*Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Братислава*

**Выводы**

Главное внимание уделяется присутствию каротинов в сырье пищевой промышленности. Рассматриваются потери каротиноидов в течение обработки консервируемых пищевых продуктов. Наконец описываются аналитические методы определения аксерофтола и  $\beta$ -каротина.

Получено в редакции 28-го января 1954

**VITAMIN A (AXEROPHTOL) UND CAROTINE IN DER ROHSTOFFGRUNDLAGE  
DER SLOWAKISCHEN NAHRUNGSMITTELINDUSTRIE**

F. VALENTÍN, D. ŽUFFOVÁ, M. ČUNDERLÍKOVÁ

*Forschungsinstitut der Nahrungsmittelindustrie in Bratislava*

**Zusammenfassung**

Diese Arbeit widmet besondere Aufmerksamkeit dem Vorkommen von Carotinen in den Rohstoffen der Nahrungsmittelindustrie und namentlich deren Verlusten in den für die Konservenherstellung bestimmten Materialien.

Zum Abschluss der Arbeit wird die analytische Methodik erwähnt, die für die Bestimmung von Axerophthol und  $\beta$ -Carotin herangezogen wird.

In die Redaktion eingelangt den 28. I. 1954

**LITERATÚRA**

1. Karrer P., Jucker E., *Carotinoide*, Basel 1948.
2. Inhoffen H. H., Bohlmann F., Aldag H. J., Bork S., Liebner G., *Liebigs Ann. Chem.* 573, 1—16 (1951); *C. A.* 46, 3985 (1955).
3. Stroditz N. H., Blumer T. E., *Food Technology* 6, 299—301 (1952).
4. Lunde G., *Vitamine in frischen und konservierten Nahrungsmitteln*, 1943.
5. Christiansen, *Dtsch. med. Wschr.* 1262 (1936).
6. Goth E., *Vitaminok és Hormonok*, Budapest 1943.
7. Connor O., *J. biol. Chem.* 77, 616 (1928).
8. Carr-Price E. A., *Biochem. J.* 20, 498 (1926).
9. Kuhn R., Brockmann H., *Z. physiol. Chem.* 206, 41 (1932).
10. Heyrovský J., Haselbach, *Z. Pflanzenzücht* 25, 443 (1943).

Došlo do redakcie 28. I. 1954