

A háztartásokban végzett élelmiszerfeldolgozás során bekövetkező szubsztanciális változások jellemzése

Bognár Antal és Molnár Pál***

* Szövetségi Táplálkozástudományi Kutató Központ, Karlsruhe

** Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest

Érkezett: 1998. november 12.

Bevezetés

Az élelmiszerfeldolgozás a háztartásban minden olyan intézkedést és eljárást magában foglal, melyeket fogyasztásra kész ételek elkészítéséhez alkalmaznak. Ezek a következő nagy csoportokba sorolhatók: tárolás, feldolgozás, elkészítés és tartósítás. A tárolásnak rövid vagy hosszabb távú készletezés a funkciója. Ezt 4 és 30 °C között végzik hűtőszekrényben, pincében vagy tárolóban, valamint -18 °C-nál a hűtőszekrényben vagy -ládában. Élelmiszerek tárolásánál és feldolgozásánál mindenekelőtt a vitamintartalom változásával kell számolni. Nyers zöldségnél és gyümölcsnél további veszteségek léphetnek fel a fonnyadás és kiszáradás által.

A vitamintartalom megőrzése lényegében a zöldség és gyümölcs belső tulajdonságaitól (a sejtfolnyadék pH-értékétől, az oxidációs enzimek mennyiségétől), az áru külső tulajdonságaitól, a növényi sejtek sértetlenségétől, a tárolási hőmérséklettől, -időtől, a relatív légnedvességtartalomtól és a tároló tér oxigéntartalmától függ.

Az élelmiszerek feldolgozásának legfontosabb lépései: az előkészítés, a puhítás és esetenként a tartósítás. Az élelmiszerek előkészítése puhítás által (főzés, gőzölés, párolás, sütés olajban vagy zsírban stb.) az élelmiszerösszetétel nagyfokú változásához vezet, amelyet elsősorban a hőbehatolás határoz meg. Ezen változások egyik része kívánatos, pl. az étvágygerjesztő aromaanyagok képződése, az enzimek inaktiválása, az állomány javítása, míg más változások nem kívánatosak, pl. a tápanyagok kioldódása és a vitaminok lebomlása. A változások mértéke mindenekelőtt az élelmiszer jellegétől és feldolgozási fokától függ, de függ a alkalmazott kezelési feltételektől (kezelési közeg, hőmérséklet, idő) is.

A háztartásokban tárolásra és ételek elkészítésére ma már - a nyers és feldolgozatlan élelmiszerek mellett - egyre gyakrabban használnak iparilag előfeldolgozott és tartósított élelmiszereket (konyhakész, előfőzött, feldolgozott vagy fogyasztásra alkalmas, ún. kényelmi termékeket). Ezeket

- a tartósítási eljárás szerint - a következő csoportokba sorolhatjuk: hűtött vagy pasztörözött vagy sterilizált áruk (steril konzervek), mélyhűtött termékek és szárítmányok. Ezek nyers, félig előkészített és előkészített állapotban kaphatók. A steril konzervek az intenzív hőkezelés miatt fogyasztásra késznek számítanak. A különböző élelmiszerek tárolásánál és feldolgozásánál fellépő tápanyagváltozásokról a szakirodalom igen sok vizsgálati adattal rendelkezik (1-3, 5-7, 9, 12-16, 22). Ebben a közleményben főként a vitamintartalom változásaival foglalkozunk irodalmi adatok és saját vizsgálati eredményeink alapján, amelyek a zöldség- és gyümölcsfélék tárolásánál és feldolgozásánál fellépnek.

2. Vitaminváltozások a tárolás során

2.1. Gyümölcs- és zöldségfélék

Eddig leggyakrabban a tárolási hőmérséklet és idő, valamint a tárolási atmoszféra relatív nedvességtartalmának hatását vizsgálták a C-vitamin megőrzésére, mivel az aszkorbinsav a zöldség- és gyümölcsfélékben előforduló vitaminok között a legérzékenyebb a tárolás következtében fellépő hatásokkal szemben. Az adatokat az 1-3. táblázat tartalmazza.

Csomagolatlan nyers zöldség- és gyümölcsfélék tárolása során a hűtőszekrényben, a hűtőtérben vagy a pincében alacsony relatív nedvességtartalom mellett (80 % alatt) általában lényegesen nagyobb a C-vitamin veszteség az időegységre vonatkoztatva, mint a polietilén fóliában csomagolt zöldség és gyümölcsfélék tárolásánál (1. táblázat). Az alacsony relatív nedvességtartalom (rF) mellett fellépő gyors lebomlást a zöldség és gyümölcs fonnyadása és kiszáradása által kiváltott fiziológiai stressz magyarázza (2, 3). A felgyorsult anyagcsere folyamatok eredményeképpen a tárolótérben - a zöldség- és gyümölcsfajtától függően - 5-10-szer nagyobb C-vitamin veszteségek keletkeztek, mint 0 és 2 °C között 90-98 % relatív nedvességtartalom mellett.

A lényegesen kisebb C-vitamin veszteségek, amelyek a fehércáposzta, répa, karalábé, zeller és burgonya, valamint almafélék tárolásánál figyelhetők meg, arra engednek következtetni, hogy a külső állapot (zárt levelek, héj) pozitívan hat ki a C-vitamin tartalom megőrzésére (2. és 3. táblázat).

A B₆-vitamin tartalom a csomagolás nélkül tárolt zöldségfélék esetében naponta 0,2-2,9 %-os mértékben közel lineárisan csökkent. Az erőteljesebb fonnyadás miatt a B₆-vitamin lebomlása 1-5 °C között jelentősen gyorsabb, mint 10 °C-nál. A csomagolt fejés saláta és zöldbab esetében a napi veszteségek 0,4-0,5 % között lényegesen kisebbek voltak, mint 10 °C-nál. A csomagolt

petrezselyem és sárgarépa 14 napos tárolás után 1 és 10 °C között gyakorlatilag semmilyen veszteséget nem mutatott fel.

1. táblázat: C-vitamin veszteségek nyers zöldség- és gyümölcsfélék 1-21 napos tárolásánál (2, 3, 21)

Élelmiszer	Veszteség %-ban naponta ¹⁾						
	Hűtőraktár 0 - 2 °C		Hűtőszekrény 4 - 8 °C		Pince 9 - 14 °C		Éléskamra 14 - 24 °C
	rF 80-98 %	rF 50-75 %	rF ≈ 98 %	rF 50-75 %	rF 80-90 % ²⁾	rF 60-76 % ³⁾	rF 50-70%
Karfiol	-	-	-	-	-	-	11,0
Kínai káposzta	0,9	-	-	-	-	-	-
Ediviasaláta	-	-	-	-	-	8,0	-
Takamánykáposzta	0,5	4,4	-	-	-	-	22,0
Fejessaláta	4,8*	9,5	5,5*	15,0	7,0*	15,0	21,0
Hagyma	-	-	-	9,0	10,0	-	-
Petrezselyem	2,2*	4,5	2,2*	6,0	9,5*	-	16,0
Kelbimbó	-	-	-	5,0	-	10,0	22,0
Spárga	-	7,0	-	-	-	-	25,0
Spenót	-	5,0	3,0	12,0	6,0	17,0	26,0
Fehér fejeskáposzta	-	-	-	-	-	-	3,0
Kelkáposzta	-	-	-	5,0	-	12,0	-
Zöldbab	1,9*	7,0	3,0*	15,0	5,0*	17,0	22,0
Zöldborsó ⁴⁾	1,0	2,0	-	4,0	-	6,0	12,0
Zöldborsó ⁵⁾	-	5,5	-	7,0	-	10,0	10,0
Csereesznye	-	-	-	21,0	-	21,0	21,0

1) Középtértékek; az irodalmi adatok lineáris regressziós analízise alapján számítva (korrelációs együttható > 0,850)
2) Mélypincében agyagtalajjal; 3) Pince félmagas betonpadlóval; 4) hüvelyes
5) hüvely nélkül
- = használható adatok ilyen relatív nedvességtartalom mellett nem állnak rendelkezésre
* = polietilénbe csomagolva, relatív nedvességtartalom: 97% - 99 %

A nyers zöldség- és gyümölcsfélék karotintartalmának csökkenését befolyásoló tárolási követelményekre vonatkozóan a különböző szerzők igen sok vizsgálati adatot közölnek (2, 3, 7). A veszteségek naponta 0,1-22 % között ingadoztak a hőmérséklettől és az áru jellegétől függően. Alacsony tárolási hőmérsékletek kedvező hatással voltak a karotintartalom megtartására. Más növényekben előforduló vitaminok megőrzését befolyásoló tárolási feltételekre vonatkozóan eddig viszonylag kevés vizsgálatokat végeztek. A rendelkezésre álló adatok szerint a B₁- és B₂-vitamin mennyisége zöldbab, zöldborsó, sárgarépa, spenót és piros ribiszke esetében 7-14 napos 1-10 °C közötti tárolás alatt alig vagy csak csekély mértékben csökkent (2, 3).

2. táblázat: C-vitamin veszteségek káposzta, gyökér és gumós zöldségfélék 28-220 napos tárolásánál (2, 3)

Élelmiszer	Veszteség %-ban naponta ¹⁾				
	Hűtőház 0 - 2 °C	Verem	Hűtőszekrény ²⁾ 4 - 8 °C	Pince ³⁾ 4 -14 °C	Pince ³⁾ 7 - 14 °C
	rF 75-90 %		rF 75-90 %	rF 80-90%	rF 60-76 %
Karfiol	0,10	-	3,5	-	-
Fehér fejeskáposzta	0,10	0,1	2,5	0,2	1,6
Sárgarépa	0,05	0,4	1,0	-	1,5
Karalábé	-	0,1	0,2	-	-
Zeller	-	0,3	-	-	-
Burgonya	0,15 ⁴⁾	-	-	0,3	0,4

¹⁾ Az irodalmi adatok lineáris regresszió analízise alapján számítva (korrelációs együtthatók > 0,850)
²⁾ Mélypince agyagtalajjal; ³⁾ pince félmagas kibetonozott talajjal
⁴⁾ Hűtőtér 6 °C-nál és a relatív nedvességtartalom 95-98 %; - = nincs adat

3. táblázat: C-vitamin veszteségek alma és narancs 7 - 180 napos tárolásánál (2, 3)

Tárolási feltételek			Veszteség %-ban naponta ¹⁾			
Hőmérséklet °C	Légkör	Relatív légnedveség	Alma ²⁾		Narancs ³⁾	
			\bar{x}	tól-ig	\bar{x}	tól-ig
0	levegő	86-90	0,27	0,13-0,40	-	-
0	levegő	92-95	-	-	0,87	-
0	CA ⁴⁾	93-96	0,14	0,01-0,27	-	-
2,5-3,5	levegő	86-90	-	-	-	-
2,5-3,5	CA ⁴⁾	93-96	0,25	0,03-0,40	-	-
5	levegő	92-95	-	-	0,40	-
10-15	levegő	92-95	-	-	0,38	0,33-0,43
16-25	levegő	50-70	5,50	3,00-8,00	-	-
20-30	levegő	92-95	-	-	0,63	0,53-0,73

¹⁾ Középtételek (x) és ingadozási intervallum számítva az irodalmi adatok lineáris regresszió analízise felhasználásával (korrelációs együttható > 0,850)
²⁾ Jonagold, Gloster, Idared, Gonden Delicious; ³⁾ Polietilénben csomagolva
⁴⁾ CA: ellenőrzött atmoszféra (3-6% CO₂ + 1-3% O₂ + 91-96% N₂)
- = nincs adat

2.2. Hőkezelt/sterilezett termékek (teljeskonzervek)

Sterilezett élelmiszerek és pasztörözött zöldség- és gyümölcslevek tárolása során mindenekelőtt a C-vitamin és a B₁-vitamin tartalom csökkent (4. táblázat).

4. táblázat: Vitaminveszteségek sterilizált élelmiszerek 6-24 hónapos tárolásánál (5, 15, 22)

Termék-csoport	Tárolási hőmérséklet °C	Veszteség %-ban havonta ¹⁾							
		C-vitamin		B ₁ -vitamin		B ₂ -vitamin		β-karotin	
		\bar{x}	tól-ig	\bar{x}	tól-ig	\bar{x}	tól-ig	\bar{x}	tól-ig
Zöldségfélék ²⁾	12 18-24	0,5 0,8	0,4-0,6 0,6-1,0	0,7 1,3	0,5-1,3 0,7-3,3	0,6 1,3	0,4-0,7 1,0-2,0	0,6 0,8	0,4-1,2 0,3-1,8
Gyümölcsfélék ³⁾	12 18-24	0,4 0,9	0,3-0,5 0,6-1,3	0,3 0,4	0,3-0,4 0,3-0,5	- -	- -	0,5 1,3	0,4-0,5 0,4-2,0
Földieperdzsem	14-16	10	4,0-18,0	0,0	-	28 ⁺	-	4,5*	-
Gyümölcslevek ⁴⁾	12 18-24	0,5 1,7	0,4-0,6 0,4-2,8	- 0,2	- 0,0-1,3	- 0,0	- -	- 1,4*	- 0,0-2,8
Ételek ⁵⁾	12-20	5,1	1,8-7,4	2,5	0,8-5,5	1,4	0,2-2,9	-	-

¹⁾ Közéértékek (\bar{x}) és ingadozási intervallum az irodalmi adatok lineáris regresszióanalízise alapján számolva (korrelációs együttható > 0,850)

²⁾ Zöldbab, zöldborsó, limabab, kukorica, sárgarépa, spárga, spenót, paradicsom

³⁾ Ananász, sárgabarack, őszibarack

⁴⁾ Ananász-, grapefruit-, narancs-, piros ribiszke- és meggylé

⁵⁾ Zöldbab, burgonya, zöldborsó, sárgarépa, zöldkáposzta, piros káposzta, savanyú káposzta, zöldbabfőzelék, almászós, gyümölcsös gríz, pácolt hús szósszal, szárnyasaprólék, sültkolbász

⁺) = emelkedés; ^{*}) = B₆-vitamin; - = nincs adat

Alacsony tárolási hőfokok a vitaminok megőrzésére pozitívan hatottak. 18-24 °C közötti hőmérsékleti intervallumban a tárolás alatt a havonkénti veszteségek dupla olyan nagyok, mint 12 °C-nál. A vitamintartalom megőrzése érdekében a steril konzervek hosszú időtartamú tárolásához lehetőleg hűvös helyiség (pince) ajánlatos.

2.3. Gyorsfagyasztott élelmiszerek

Az 5. táblázatban foglaltuk össze a vitaminok változását jelző adatokat a különböző élelmiszercsoportok mélyhűtött tárolása során. A legnagyobb veszteséget C-vitamin esetében állapították meg (16-18 % havonta), ami a nem előfőzött (blansírozatlan) zöldségfélék esetében lépett fel. Előfőzött (blansírozott) zöldségfélék és főzelékek mélyhűtött tárolásánál a veszteségek 0,5-11 % között ingadoztak. A legnagyobb veszteségeket a nem előfőzött (blansírozatlan) zöldségfélék mutatták, mivel a növényi enzimek alacsony hőmérsékletnél is kifejtik hatásukat.

A C-vitamin megőrzése a nyers gyümölcsfélékben az előfőzetlen (blansírozatlan) zöldséghez képest igen kedvező. A nagy gyümölcssav tartalom által kiváltott alacsony pH-értékek egyértelműen megakadályozzák a C-vitamin enzimátikus lebontását.

5. táblázat: Vitaminveszteségek 6-12 hónapos mélyhűtött tárolásnál (-18 és -20 °C között) növényi élelmiszereknél (4, 5, 9, 14-16, 21)

Élelmiszer	Vitamin	Veszteség %-ban havonta ¹⁾	
		x	tól-ig
Zöldség, nyers, nem előfőzött (takarmánykáposzta, spenót, paprika) PE-zacskóba csomagolva	C	17,0	16,0 - 18,0
	B ₁	-	-
	B ₂	+10,0	-
	B ₆	0,4	0,2 - 0,6
Zöldség, nyers, előfőzött (brokoli, karfiol, spenót, zöldbab, zöldborsó, spárga), különböző csomagolásban	C	3,5	0,5 - 5,5
	B ₁	7,0	0,0 - 14,0
	B ₂	7,0	0,0 - 9,5
	B ₆	7,4	6,0 - 8,7
Gyümölcs (földieper, málna, őszibarack) nem előfőzött	C	3,0	0,5 - 4,0
	B ₁	0,0	-
	B ₂	+ 12,0	-
	B ₆	2,0	-
Főzelék (6-7 féle) Csomagolás műanyag vagy alutasak	C	6,0	2,0 - 11,0
	B ₁	1,8	0,0 - 3,8

¹⁾ Középtételek és ingadozási intervallum a rendelkezésre álló irodalmi adatok lineáris regresszióanalízise alapján számolva (korrelációs együttható > 0,850)

A B₁-vitamin veszteségek 0 és 14 % között ingadoztak az élelmiszer típusától függően. A legnagyobb csökkenést (havonta átlagosan 7 %-ot) a nyers zöldségben találtuk. A zöldség- és húsételekben, valamint a főzelékfélékben a veszteségek jelentősen kisebbek voltak és havonta átlagosan 1,8 %-ot tettek ki.

A B₂-vitamin tartalom a mélyhűtött tárolás időtartama alatt csak egyes előfőzött és puhára főtt leveles zöldségféléknél csökkent. Előfőzetlen (blansírozatlan) paprika B₂-vitamin tartalma ezzel szemben növekedést mutatott. Feltételezhető, hogy az utóbb megnevezett zöldségfélében a tárolás során a B₂-vitamin más vegyületekből szabaddá válik.

A B₆-vitamin tárolási veszteségei az élelmiszer típusától függően havonta 0,4 és 8 % között ingadoznak. A zöldség légmentes csomagolása pozitívan befolyásolta a B₆-vitamin megőrzését. Más vitaminok

veszteségeiről a mélyhűtéses tárolás alatt megbízható eredmények nem állnak rendelkezésre.

3. Vitamintartalom-változások az elkészítés során

3.1. Előkészítés

Mechanikus előkészítő műveletek, mint hámozás, pucolás, aprítás, rostálás, préselés és szűrés esetében a vitaminok relatív csekély veszteségeiről vagy feldúsulásról mindig akkor kapunk adatokat, ha az egyes frakciók eltérő vitaminkoncentrációkkal rendelkeznek. Klasszikus példát szolgáltat ehhez a citrusfélék hámozása és kipréselése vagy a gabonafélék héjának és a vitaminban gazdag külső rétegeinek eltávolítása a kiörlés és frakcionálás által. Ekkor vitaminban gazdag és vitaminban szegény frakciókat kaphatunk.

A mechanikus előkészítő műveletek mellett a mosás és aprítás sorolható a zöldség- és gyümölcsfélék legfontosabb előkészítő folyamataihoz. Nyers ép élelmiszerek rövid mosása nem okoz jelentős vitaminvesztést. A nagykonyhákban viszont a zöldség és a burgonya mosása ezzel szemben hosszabb idő után egy erőteljes kilúgozási veszteséghez vezethet különösen a vízoldható vitaminok vonatkozásában. Az aszkorbinsav kilúgozási veszteségei 15 perces mosás után az egyes zöldségféléktől és az aprítási foktól függően 2 és 30 % között ingadozott. 60 perces áztatás esetén a veszteségek ennek csaknem a dupláját tették ki és átlagosan csaknem 20 %-ra emelkedtek (1).

Nyers zöldség vagy gyümölcs aprítása, vágása, lereszelése, széttörése vagy keverése által a C-vitamin enzimatis lebomlása felgyorsul. Így 20 °C mellett a veszteségek közvetlenül a keverés után spenót, fehércáposzta, paradicsom, burgonya és banán esetében 2-10 %-ot tettek ki, de 3 óra állási idő után már 4-34 %-ot (1).

Aprított vöröskáposzta, fehércáposzta és alma esetében a veszteségek 26-62 % között mozogtak 2 órás tárolás után a konyhában (1). Ecet és citromsav hozzáadásával az aszkorbinsav lebomlása jelentősen lelassult. A légmentesen zárt csomagolású termékek tárolása hűtőszekrényben kb. 4 °C mellett javította a C-vitamin tartalom megőrzését.

3.2. Puhítás

Élelmiszerek puhításához a háztartásokban működő konyhában kb. 16 különböző eljárást alkalmaznak, amelyek az energiahordozók jellegében és a hőátvitel formájában különböznek egymástól (1). Élelmiszerek puhításánál

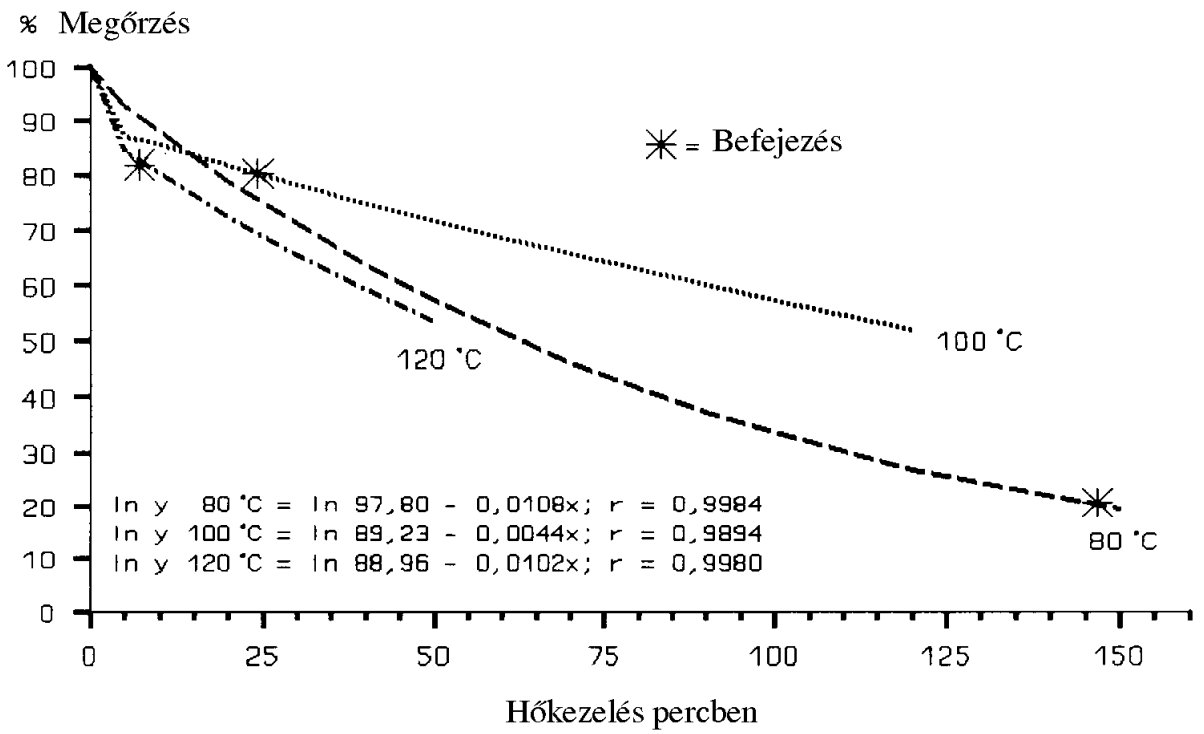
vízben és/vagy gőzben egy funkcionális összefüggés áll fenn a puhítási hőmérséklet és a puhítási idő között, amelyet különböző vizsgálatok pontosan jeleznek. A hőkezelési hőmérséklet növelése lerövidíti a puhulási időt. 10 °C hőmérséklet-különbségre vonatkoztatva a puhulási idő élelmiszerenként általában 1,5-3,5-ére rövidül (6).

A C-vitamin tartalom a legtöbb zöldségféle és a burgonya főzésénél átlagosan 35 %-kal, gőzölésénél 25 %-kal és párolásánál 20 %-kal csökkent. A főzésnél bekövetkezett nagyobb veszteségeket, melyeket a 6. táblázat mutat, főként a víz által okozott kilúgozási veszteségekre vezethetjük vissza. Ennek megfelelően a lebomlási veszteségek főzésnél, gőzölésnél, párolásánál kb. azonos nagyságrendben állapíthatók meg (15-20 %). Káposztafélék és spenót, valamint néhány gyümölcsféle főzésénél vagy párolásánál kétszer-háromszor nagyobb veszteségeket állapítottak meg. Ezek részben a hosszabb puhulási időre, részben a fokozott enzimatis le bomlásra vezethetők vissza (1,6-8). Hőkezelés a nagynyomású főzőedényben és a mikrohullámú sütőben általában nem vezetett jobb C-vitamin megőrzéshez, mint a konvencionális hőkezelés 100 °C mellett (1, 13).

Zöldségfélék C-vitamin tartalmának változását a hőkezelés alatt különböző hőmérsékletek mellett burgonya- és vöröskáposzta-modellen vizsgálták meg alaposabban (6). Mint az 1. és a 2. ábrából kitűnik a C-vitamin a kezdődő hőkezelési fázisban 20 és 120 °C hőmérsékleti tartományban lényegesen gyorsabban bomlik, mint a valóságos puhulási folyamatok során.

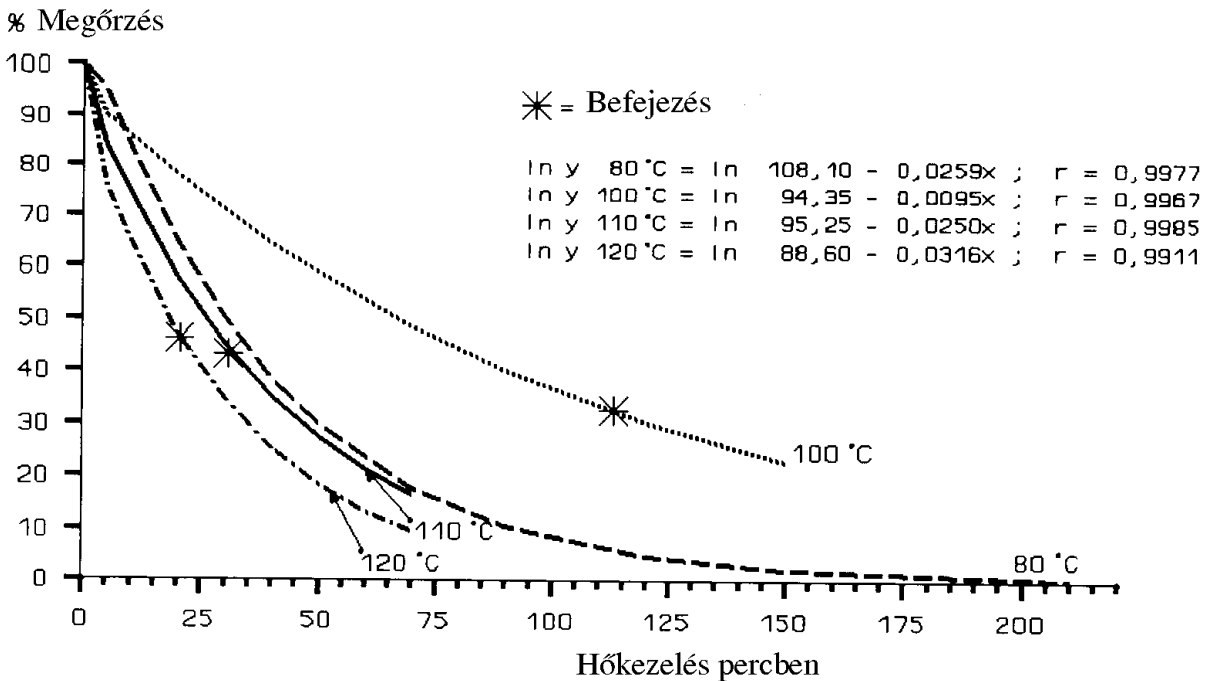
A C-vitamin nagy lebomlási veszteségeit a peroxidáz enzimek okozzák. Ismeretes, hogy a peroxidáz enzim aktivitásának maximuma kb. 40 °C. A lassú inaktiválásra legtöbbször csak a 70 °C fölötti hőmérsékleteknél került sor. Meghatározása 80 °C-ra felhevített burgonya és vöröskáposzta mintákban azt eredményezte, hogy egy teljes körű peroxidáz inaktiválás ennél a hőmérsékletnél csak kb. 150 perc után valósult meg (6).

Ezzel magyarázható, hogy a lebomlás időegységre vonatkoztatva a 80 °C-ra felhevített mintáknál lényegesen nagyobb volt, mint a 100 °C-ra felhevített mintákban. Burgonya újabb vizsgálatai igazolták az enzimhatást a C-vitamin lebomlására. Burgonya olajban sütésénél fellépő csekély C-vitamin veszteségek bizonyára a gyors enzim-inaktiválásra vezethetők vissza, amit a magas olajhőmérsékletek pontosan megmagyaráznak. Az oxidációs enzimek inaktiválása után a C-vitamin lebomlása elsőrendű reakció szerint történt. A puhulási hőmérséklet 10 °C-kal való növelésénél a lebomlás időegységre vonatkoztatva 1,2-2,0 szorosára gyorsult fel.



Forrás: Bognár, A., Plekarski, J. (1986)

1. ábra: A puhulási hőmérséklet és idő befolyása a C-vitamin tartalomra burgonya főzésénél



Forrás: Bognár, A., Plekarski, J. (1986)

2. ábra: A puhulási hőmérséklet és idő befolyása a C-vitamin tartalomra vöröskáposzta párolásánál (ecet hozzáadásával; pH=3,5)

6. táblázat: C-vitamin veszteségek növényi élelmiszerek hőkezelésénél - középértékek és ingadozási tartományok

Élelmiszer	Hőkezelési eljárás	Veszteség %-ban			
		Összesen \bar{x}	tól-ig	Lebomlás \bar{x}	tól-ig
Zöldség A (10-12 fajta)	Főzés	35	20-26	15	10-20
	Gőzölés	25	20-40	17	10-20
	Párolás	20	10-30	20	10-30
	Sütés olajban	10	5-15	10	5-15
Zöldség B (vörös káposzta, fehér fejes kelkáposzta, spenót)	Főzés	60	40-70	45	30-70
	Gőzölés	30	20-50	-	-
	Párolás	42	20-70	42	20-70
Burgonya, hámozatlan	Főzés	15	10-22	-	-
	Sütés	15	10-22	10	20-70
Burgonya, hámozott	Főzés	30	20-40	15	10-20
	Gőzölés	20	10-30	15	10-20
	Párolás	15	10-20	15	10-20
	Sütés zsírban	47	45-55	47	45-55
	Sütés olajban	10	10-20	10	10-20
	Főzés/sütés zsírban	45	40-55	30	20-40
Burgonya-szárítmányok (4 fajta)	Sütés zsírban/olajban	5	0-10	5	0-10
Gyümölcs (bogyós termésűek, meggy)	Főzés	60	50-70	30	20-40
	Párolás	40	20-70	40	20-70
Gyümölcstorta (alma, rebarbara)	Sütés	30	20-40	30	20-4

A B₁-vitamin veszteségek zöldségben és burgonyában átlagosan kb. 35 %-ot tettek ki főzésnél, 20 %-ot gőzölésnél és 10 %-ot párolásánál (7. táblázat). A rosszabb tiamin-megőrzés főzésnél - ugyanúgy, mint a C-vitamin esetében - a nagyobb kilúgozási veszteségekre vezethető vissza, mert a veszteségek főzésnél, gőzölésnél és párolásnál a legtöbb esetben közel azonosak voltak.

A veszteségek az élelmiszerek jellegétől függően 5 és 40 % között ingadoztak, amit tehát elsősorban az eltérő puhulási idő okozott. A sültburgonyában fellépő nagy veszteségeket főként a burgonya előfőzésénél fellépő a kilúgozódás okozta.

A teljes kiőrlésű gabona és hüvelyesek hőkezelésénél a nagy veszteségeket mindenekelőtt a hosszú hőkezelési idő okozta.

7. táblázat: B₁-vitamin veszteségek növényi élelmiszerek hőkezelésénél - középértékek és ingadozási tartományok

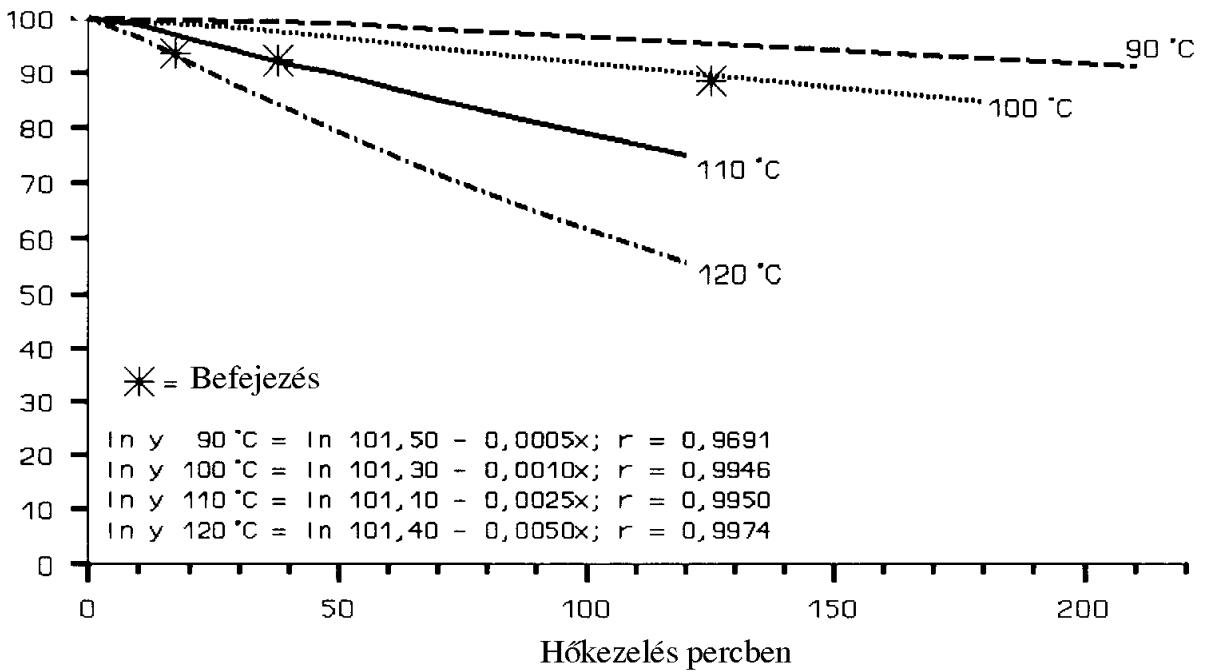
Élelmiszer	Hőkezelési eljárás	Veszteség %-ban			
		Összesen \bar{x}	tól-ig	Lebomlás \bar{x}	tól-ig
Zöldség ¹ (levél, virág, termés, gumó, szár, gyökér)	Főzés	35	25-65	10	2-25
	Gőzölés	20	20-40	10	2-25
	Párolás	10	10-30	10	2-27
	Sütés olajban	10	5-15	10	5-15
Burgonya, hámozatlan					6-18
Burgonya, hámozott	Főzés	27	18-36	12	5-20
	Gőzölés	15	5-18	12	5-18
	Párolás	15	16-20	15	6-20
	Sütés zsírban*	47	44-50	47	44-50
	Sütés olajban	17	15-20	17	15-25
	Főzés/sütés zsírban	35	30-40	20	15-25
Szárítmányok	Sütés zsírban	15	10-20	15	10-20
	Sütés olajban	15	10-20	15	10-20
Gyümölcs (bogyók, meggyek)	Főzés	22	15-30	5	2-10
	Párolás	5	2-10	5	2-10
Gabona ¹ (teljes kiőrlésű rizs, búza, száraztészta, köles, kenyér és sütemény)	Főzés	40	29-50	19	10-25
	Párolás	192	11-23	19	11-23
	Sütés	26	10-40	26	10-40
Hüvelyesek	Főzés	50	40-60	25	20-30
*:burgonyapogácsa; ¹ = a vizsgált fajták száma: 2-13; - = nincs adat Forrás: Bognár, A. (1988) és nem közölt eredmények (1990-1995)					

A hőkezelési hőmérséklet és idő befolyását a B₁-vitamin lebomlására vöröskáposzta párolásánál részletesebben is megvizsgálták (6).

A 80-120 °C-os hőmérséklet eléréséig gyakorlatilag nem következett be tiamin-lebomlás. A további hőkezelés során a vitamintartalom a hőkezelés időtartamával összhangban exponenciálisan csökkent (3. ábra). A rendelkezésre álló eredmények arra mutatnak, hogy a B₁-vitamin zöldségben és bizonyára gabonában is egy elsőrendű reakció szerint bomlik le. A hőkezelési hőmérséklet 10 °C-os növelése 2-3-szor gyorsabb lebomlást eredményezett időegységenként (6). Ez arra enged következtetni, hogy a különböző hőkezeléseknél kb. ugyanilyen B₁-vitamin veszteségekkel kell számolni, ha egy adott élelmiszer a mindenkori hőkezelési hőmérsékletnél ugyanazon állapotig van hevítve. Ezzel magyarázható, hogy az élelmiszerekben fellépő B₁-vitamin változások az átlagos főzőedényben (100 °C), a nagynyomású főzőedényben (110-120 °C)

vagy a mikrohullámú készülékben leginkább azonos nagyságrendben mozogtak (1, 17).

‰ Megőrzés



Forrás: Bognár, A., Pfrekarski, J. (1986)

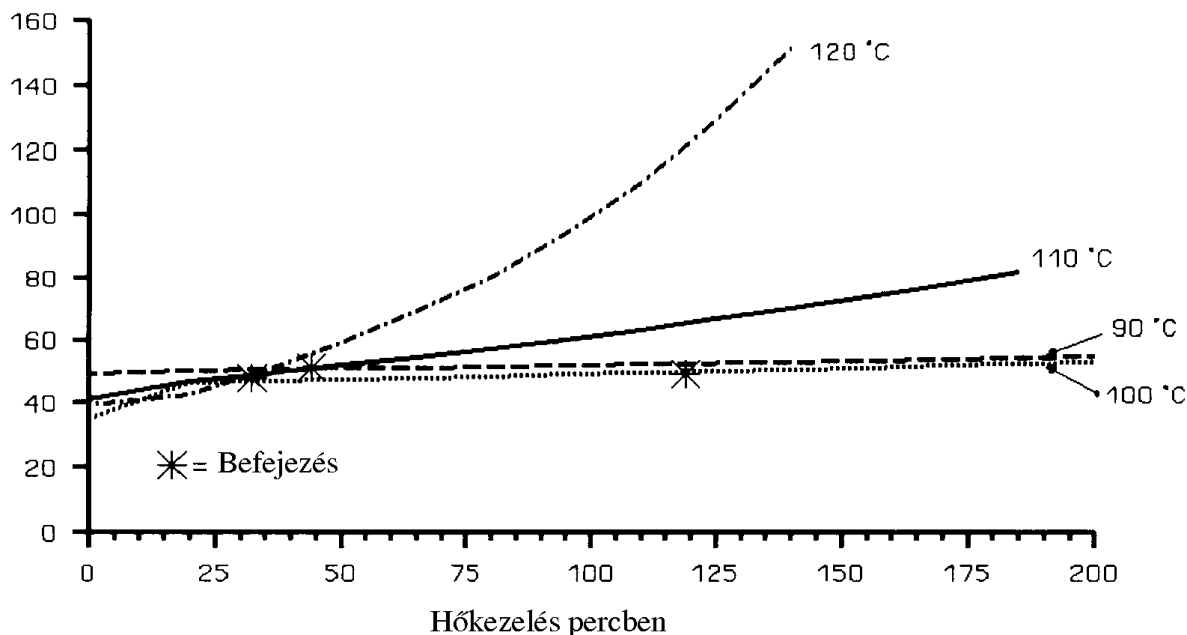
3. ábra: A puhulási hőmérséklet és idő befolyása a B₁-vitamin tartalomra vöröskáposzta párolásánál (ecet hozzáadásával; pH=3,5)

A B₂-vitamin tartalom változása zöldségfélék és gabona hőkezelésénél 35 %-os veszteség és 350 %-os növekedés között ingadozott (8. táblázat). A veszteségeket elsősorban a vízkioldódás okozta. A zöldségfélék főzésénél is átlagosan 35 %-ot tettek ki. Jelentős B₂-vitamin lebomlás sem főzésnél, sem gőzölésnél vagy párolásnál nem volt megállapítható. Néhány zöldségféléknél (pl. karfiolnál, vöröskáposztánál és burgonyánál) ezzel szemben növekedést tapasztaltunk. A hőkezelési hőmérséklet és idő hatásáról a B₂-vitamin tartalom alakulására a 4. ábra vöröskáposzta példája nyújt felvilágosítást. Könnyen felismerhető, hogy a riboflavin-tartalom 100, 110 és 120 °C-nál a hőkezelés folyamán többé-kevésbé erőteljesen növekszik. A koncentráció növekedés a B₂-vitamin kötött formákból való felszabadulásából adódik. Hogy a riboflavin milyen vegyületekből szabadul fel, még nem ismeretes.

B₆-vitamin élelmiszerekben piridoxamin, piridoxál és piridoxin formában vagy szabadon fordul elő. A B₆-vitamin hőkezelésnél részben lebomlik és részben kioldódik (9. táblázat). A lebomlási veszteségek élelmiszerektől függően 3 és 30 % között ingadoztak. A rendelkezésre álló adatok arra

mutatnak, hogy élelmiszerek hőkezelésénél főként a piridoxamin és a piridoxál bomlik le, míg piridoxin messzemenően hőstabil.

μg per 100 g hőkezelt anyag és folyadék



Forrás: Bognár, A. (1995)

4. ábra: A hőkezelési hőmérséklet és idő befolyása a B₂-vitamin tartalmára vöröskáposzta párolásánál (ecet hozzáadásával; pH=3,5)

Folsav-tartalom változásáról élelmiszerek hőkezelésénél mindeddig viszonylag kevés részletes és megbízható adat áll rendelkezésre. Folsavként különböző vegyületeket hasonló alapstruktúrával és biológiai funkcióval jelölnek. Terroil-butaminsav vagy folsav ezen vegyületek alapegysége, melyek analitikai meghatározása még jelenleg is bizonyos nehézséget okoz.

Az összfolvasz közepes veszteségei hőkezelés esetében 25 %-os párolási és 50 %-os főzési veszteségek között ingadoztak (5. ábra). Főzésnél és gőzölésnél fellépő nagyobb veszteségek a pároláshoz viszonyítva hasonlóak, mint más vízoldható vitaminok esetében.

Biotin az élelmiszerekben gyakran a proteinekhez kapcsolódva fordul elő. A kilúgozási veszteségek ezért lényegesen kisebbek más vízoldható vitaminokhoz képest. Stabilitása a termikus befolyással szemben igen jó. Különböző irodalmi adatok szerint a veszteségek mind növényi, mind állati élelmiszerek esetében kisebb, mint 20 %. Újabb vizsgálatok mutatták, hogy a veszteségek hüvelyesek 150 percig tartó hőkezelésénél nem voltak nagyobbak, mint 30 % (6. ábra).

8. táblázat: B₂-vitamin veszteségek növényi élelmiszerek hőkezelésénél - középértékek és ingadozási tartományok

Élelmiszer	Hőkezelési eljárás	Veszteség %-ban			
		Összesen \bar{x}	tól-ig	Lebomlás \bar{x}	tól-ig
Zöldség ¹ (levél, virág, termés, gumó, szár, gyökér)	Főzés	35	20-70	5	±15
	Gőzölés	10	5-15	5	±15
	Párolás	5	±15	5	±17
Burgonya, hámozatlan	Főzés	10	-	-	-
	Sütés	10	-	10	-
Burgonya, hámozott	Főzés	15	7-23	2	±5
	Gőzölés	5	0-10	-	-
	Sütés zsírban*	+200	190-210	+200	190-210
	Sütés olajban	+90	+80-100	+90	+80-100
	Főzés/sütés zsírban	+250	+140-360	+250	140-360
Burgonya szárít- mányok (2. fajta)	Sütés zsírban	6	3-10	6	2-10
	Sütés olajban	6	0-5	2	0-5
Gabona ¹ (teljes kiőrlésű rizs-, búza-, száraztészta, köles, kenyér és sütemény)	Főzés	25	2-30	5	0-10
	Párolás	5	0-10	5	0-10
	Sütés	0	±10	0	±10
Hüvelyesek (3 fajta)	Főzés	25	20-30	n.b.	n.b.

*=burgonyapogácsa; ¹= a vizsgált fajták száma: 3-13; - = nincs adat;
+=növekedés

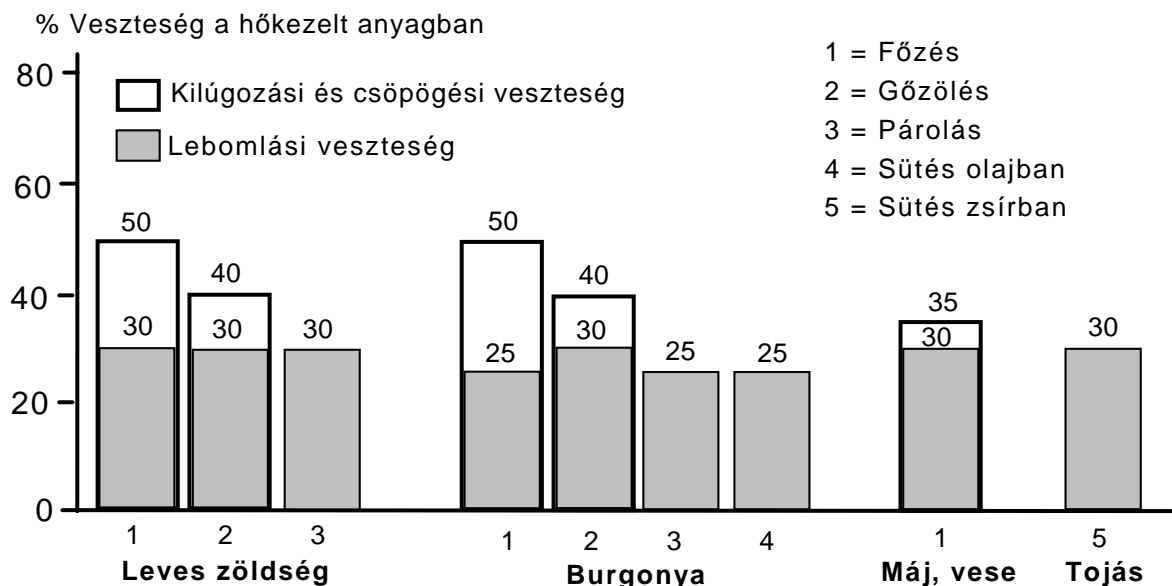
Forrás: Bognár, A. (1988) és nem publikált eredmények (1990-1995)

Pantoténsav élelmiszerekben szintén szabad és kötött formában fordul elő. A két forma viszonya az élelmiszerekben igen különböző. A rendelkezésre álló vizsgálati eredmények alapján az a következtetés vonható le, hogy a hőkezelési veszteségek nagy része a kilúgozási veszteségekre vezethető vissza (6. ábra). A pantoténsav veszteségek hüvelyesek hőkezelésénél ingadoztak 9-56 % között aszerint, hogy az áztató víz felhasználásra került-e. További következtetések a pantoténsav hőkezelésnél mutatott viselkedéséről - a vizsgálati eredmények csekély száma miatt - jelenleg nem vonhatók le.

Niacin az élelmiszerekben nikotinamid és nikotinsav formájában található. Mindkét forma a jelenlegi eredmények szerint az oxidációval és a hőhatással szemben igen stabil, ugyanakkor viszont jól vízzoldható. A jelenlegi megállapítások szerint zöldségfélék és gabona főzésénél és gőzölésénél a kilúgozási veszteségek 10 és 30 % között mozogtak (12). A lebomlási veszteségek átlagosan kereken 10 %-ot tettek ki (1,12).

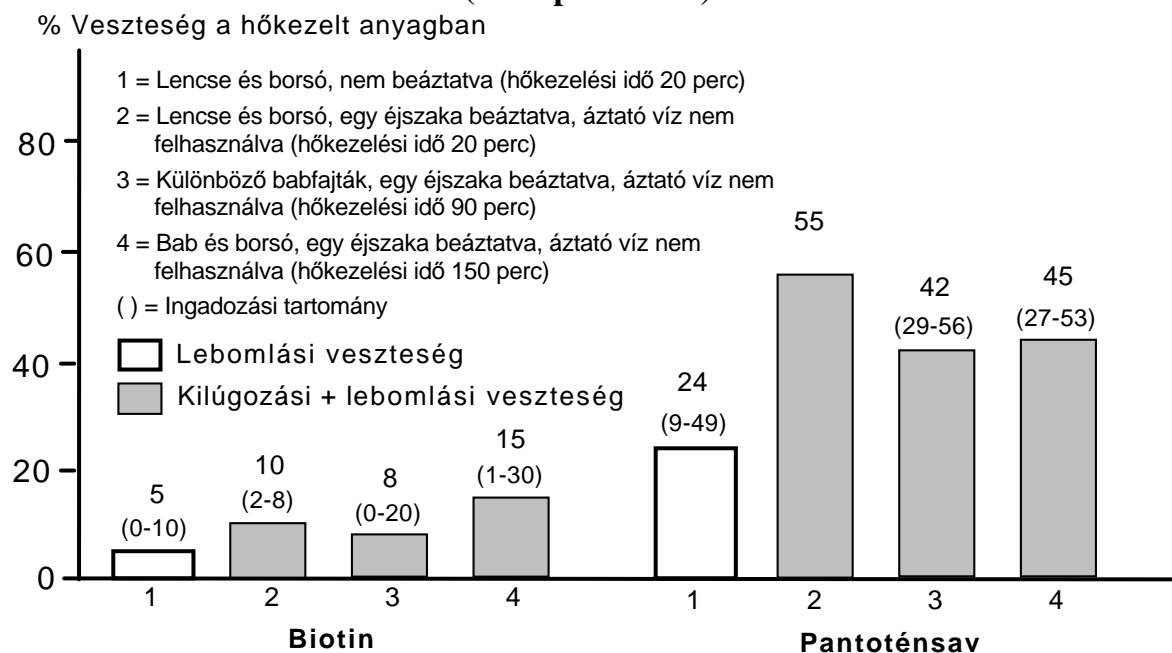
A B₁₂-vitamin élelmiszerek hőkezelésénél fellépő hőbehatásokkal szemben ugyancsak stabilabbnak tűnik, mint a B₁- és a C-vitamin. A

B₁₂-vitamin hőkezelési veszteségéről közölt irodalmi adatok 10-40 % között ingadoznak (18).



Forrás: Selman, J.D. (1994); McCance and Widdowson (1991); Hawkes, J.G., Villota, R. (1992)

5. ábra: Összfolsav veszteségei élelmiszerek hőkezelésénél (középtértékek)



Forrás: Hopper, K. and Lampi, B. (1993)

6. ábra: Biotin és pantoténsav veszteségek hüvelyesek főzésénél

A zsírolható K- és E-vitaminok, valamint a β -karotin növényi élelmiszerek hőkezelésénél fellépő változásáról csak kevés adat áll rendelkezésre (6, 11-12, 20). Sárgarépa hőkezelésénél a β -karotin vesztesége kerekén 35 % volt, függetlenül attól, hogy a zöldséget főzték, gőzölték vagy párolták (6).

Az E-vitamin, illetve a tokoferolok lebomlása csak a tokoferol-tartalmú zsirok hosszú hőkezelésénél volt megfigyelhető (11,20). 32 400 g-os burgonya-adag sütése után a sütőolajban (szója- és repceolajból összeállított keverék) kereken 50 %-os veszteséget állapítottak meg α - és δ - tokoferol, valamint 75 %-os veszteséget γ -tokoferol esetében. A hőkezelés teljes időtartama kereken 10 órát tett ki.

9. táblázat: B₆-vitamin veszteségek növényi élelmiszerek hőkezelésénél - középértékek és ingadozási tartományok

Élelmiszer	Hőkezelési eljárás	Veszteség %-ban			
		Összesen \bar{x}	tól-ig	Lebomlás \bar{x}	tól-ig
Zöldség ¹ (levél, virág, termés, gumó, szár, gyökér)	Főzés	40	20-60	7	5-12
	Gőzölés	15	7-20	7	5-12
	Párolás	7	3-10	7	3-10
Burgonya, hámozatlan	Főzés	15	-	-	-
	Sütés	10	-	-	-
Burgonya, hámozott	Főzés	30	20-40	17	15-20
	Gőzölés	18	10-25	13	15-20
	Párolás	10	8-12	10	8-12
	Sütés zsírban*	8	4-12	8	4-12
	Sütés olajban	7	3-10	7	3-10
	Főzés/sütés zsírban	33	25-40	20	18-22
Burgonya szárít- mányok (3 fajta)	Sütés zsírban	5	0-15	5	0-15
	Sütés olajban	10	5-15	10	5-15
Gabona ¹ (teljes kiőrlésű rizs-, búza-, száraztészta, köles, kenyér és sütemény)	Főzés	30	23-45	12	1-20
	Párolás	12	1-20	12	1-20
	Sütés	10	5-25	10	5-25
Hüvelyesek (3 fajta)	Főzés	30	20-40	20	10-30

*=burgonyapogácsa; ¹= a vizsgált típusok száma; - = nincs adat;
 Forrás: Bognár, A. (1988) és publikálatlan eredmények (1990-1995)

4. Következtetések

Összefoglalóan az állapítható meg, hogy az élelmiszerekben található vitaminok mennyisége tárolásnál és feldolgozásnál az oxidáció, a hő, az oxigén és a fény hatására, valamint a kioldódás által általában csökken. Egy bizonyos veszteség még a legkedvezőbb tárolási, illetve feldolgozási eljárások alkalmazása esetén sem akadályozható meg. Ezeket a veszteségeket a napi vitamin-igény fedezésénél figyelembe kell venni.

A vitaminokat kímélő tárolási és feldolgozási műveletek vonatkozásában a rendelkezésre álló adatok alapján a következő ajánlások tehetők:

- Friss zöldség- és gyümölcsfélétet 0 és 2 °C között nagy légnedvesség-tartalom és fény kizárása mellett kell tárolni.

- Hőérzékeny élelmiszerek esetében (burgonya, uborka, déligyümölcsök, paradicsom) az 5 és 10 °C között végzett tárolás bizonyul megfelelőnek.
- A zöldségféléket először mosni, azután aprítani kell és nem szabad áztatni.
- Aprított zöldségféléket célszerű mielőbb ecettel vagy citromsavval kezelni.
- Zöldségféléket legjobb párolni vagy gőzölni.
- Főzést csak akkor célszerű alkalmazni, ha a lé levesek vagy szószok elkészítéséhez felhasználható.
- Magas hőmérsékletnél ajánlatos a hőkezelést kezdeni.
- A nagynyomású főzőedényben vagy mikrohullámú készülékben elvégzett hőkezelés nem őrzi meg jobban a vitaminokat, mint a hagyományos hőkezelés 100 °C-nál.
- Minél magasabb a hőkezelés hőmérséklete, annál pontosabban kell betartani a hőkezelés időtartamát.
- A burgonya és zöldségfélék olajban sütése valamivel jobb vitaminmegőrzést eredményez, mint a főzés vagy gőzölés.

Irodalom

1. Bognár, A. (1988): Nährstoffverluste bei der haushaltsmäßigen Zubereitung von Lebensmitteln. AID-Verbraucherdienst, Sonderdruck 1988
2. Bognár, A., Bohling, H., Fort, H. (1990): Nutrient Retention in Chilled Foods. In: Chilled Foods, The State of the Art. ed. T.R. Gormley Elsevier Appl. Sci., London, New York, 305-336
3. Bognár, A., Knaus, C. (1989): Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und Verpackung auf den Genuß- und Nährwert von frischem Gemüse und Obst bei der Lagerung im Kühlschrank. Ernährungs-Umschau 36, 254-263
4. Bognár, A., Grünauer, A., Doll, D. (1987): Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß von Mikrowellenblanchieren und konventionellem Blanchieren auf den Genuß- und Nährwert von Gemüse. Ernährungs-Umschau 34, 168-176
5. Bognár, A. (1990): Einfluß der haushaltsmäßigen Haltbarmachung durch Gefrieren und Sterilisieren auf die Qualität von Obst und Gemüse. AID-Verbraucherdienst 35, 143-153
6. Bognár, A., Piekarski, J. (1986): Einfluß der Gartemperatur auf die Garzeit und Qualität von Lebensmitteln - Garen im Wasser und Wasserdampf. Hauswirtschaft und Wiss. 34, 301-319
7. Bognár, A. (1993): Vitaminverluste bei der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln. Ernährung/Nutrition 19, 411-416, 478-483, 551-554

8. Burg, P. , Fraile, P. (1995): Vitamin C destruction during the cooking of a potatoe dish. *Lebensm. Wiss. u. -Technol.*, 28, 506-514
9. Fennema, O. (1987): Effects of Freeze Preservation on Nutrients. In: *Nutritional Evaluation of Food Processing*. Ed. Karmas, F.; Harris, R.S., New York, 269-317
10. Hoppner, K. , Lampi, B. (1993): Folate Retention in Dried Legumes after Different Methods of Meal Preparation. *Food Research International* 26, 45-48
11. Miyagawa, K., Hirai, K., Takczoe, R. (1991): Tocopherole and Fluorescence Levels in Deep-Frying Oil and their Measurement for Oil Assessment. *JOAC* 68, 163-166
12. McCance and Widowson's (1991): *The Composition of Foods*. 5. Ed. Cambridge
13. Ryley, J., Kajda, P. (1994): Vitamins in thermal processing. *Food Chemistry* 49, 119-129
14. Selmann, J.D. (1994): Vitamin Retention during Blanching of Vegetables. *Food Chemistry* 49, 137-147 15.
15. Seymour, G. (1987): Stability of Nutrient during Storage of Processed Foods. In: *Nutritional Evaluation of Food Processing*. Ed. Karmas, E; Harris, R.S., New York, 491-501
16. Spieß, W.E.L. (1985): Veränderung von Inhaltstoffen während der Herstellung und der Lagerung von tiefgefrorenen Lebensmitteln - Eine Literaturübersicht -. *ZFL*, 8 (1984), 625-634 und 9, 10-14
17. Steiner, J., Hruschka, G., Washuttl, J., Kroyer, G. (1993): Ausgewählte Vitamine des B-Komplexes in verschiedenen Lebensmitteln nach konventioneller Zubereitung und nach Mikrowellenbehandlung. *Ernährung/Nutrition* 17, 221-225
18. Steiner, J., Ehya, N., Majlesi, Y., Washuttl, J. (1993): Vitamin B₁₂ Gehalte mikrowellenbehandelter Lebensmittel. *Ernährung/Nutrition* 17, 666-668
19. Vidal-Valverde, C., Redu, A. (1991): Available niacin content in processed legumes. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 193, 436-440
20. Yoshida, H. , Tatsumi, H. , Kajimoto, G. (1992): Influence of Fatty Acid on the Tocopherole Stability in Vegetable Oils during Microwave Heating. *J. of AOAC* 69, 119-125
21. Zacharias, R., Bognár, A. (1996): Vorratshaltung im privaten Haushalt 280-313. In: *Haushalte an der Schwelle zum nächsten Jahrtausend*. Hrsg. U. Oltersdorf, T. Preuß, Compus Verl., Frankfurt/New York
22. Zacharias, R., Bognár, A. (1977): Qualität von sterilisierten Speisen. In: *Schulverpflegung mit sterilisierten Speisen*. Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten/Bundesforschungsanstalt für Ernährung Stuttg., 41-93