

Szelényi István dr.

Az űrhajózás táplálkozási problémái

I. rész

A táplálkozás minden történelmi korszakban messzemenően befolyásolta az expedíciók sikerességét. *Columbus*, *Magellán*, *Vasco de Gama* és társaik felfedező útjának sikere a skorbuttól függött. Egy-egy expedíció legénységének 70—90⁰/₀-a is elpusztult skorbutban. Századunk elején is közrejátszott egy-egy felfedezés sikerességében a táplálkozás. *Scott* és *Amundsen* tragikus versenytúrájában a Déli-sark meghódításáért, a helyes táplálkozás is igen fontos tényező volt. *Scott* életével fizetett, mert nem tudott helyesen táplálkozni a sarkvidéki hidegben.

A *kozmosz táplálkozástudomány* tárgya az asztronauták táplálkozásának megoldása, biztosítása. Napjainkban előbb a Föld körül repült az ember, s ma a Hold, holnap pedig más bolygók felé utazhat. Ezeknek az expedícióknak, űrrepüléseknek a sikeressége is nagymértékben függ a táplálkozástól.

A táplálkozás célja az űrhajó fedélzetén a legénység fizikai és szellemi teljesítőképességének maximális megőrzése. Ennek érdekében ismerni kell az űrpilóták kalóriaszükségletét, amely a bevitel nagyságát meghatározza.

Johnson (1) szerint az emberi szervezet kalóriaszükségletét a következő tényezők határozzák meg:

- a) a nyugalmi anyagcsere fenntartása (alapananyagcsere);
- b) a szövetek újraképzésének nagysága;
- c) az élelmi anyagok specifikus-dinamikus hatása;
- d) a kiürített anyagok mennyisége;
- e) a fizikai aktivitások energiaigénye.

Nem valószínű, hogy az alapananyagcsere csökken súlytalanságban. Esetleg hosszabb, több hónapos űrrepülés során a részleges vagy teljes immobilizáció (különösen akkor, ha nem védekeznek ellene) alapananyagcsere-csökkenést okozhat (2, 3).

A lebontott szövetek, a kiürített anyagok pótlása, a tápanyagok specifikus-dinamikus hatásának ellensúlyozása azonos problémát jelent a Földön és a világűrben egyaránt.

A fizikai aktivitások, a mozgások energiaigénye azonban más az űrhajó fedélzetén, mint a Földön. *Calloway* (3) szerint a mozgások energiaigénye csökken. Figyelembe kell azonban venni, hogy súlytalanságban a mozgások leállításához is energiára van szükség.

Sanborn és *Wortz* (4, 5) súlytalansági szimulátorokban csökkentenek találták a mozgások energiaigényét. *Wortz* (6) azonban úgy véli, hogy ha a pilóták túlnyomásos ruhában vannak, akkor annak nem mindig jó ventilációja megemelheti a mozgások súlytalanságban csökkenő energiaigényét. Ha mindezeket összefoglaljuk és egybevetjük *Balke* (3) adataival, melyeket magassági kamrákban végzett mérései alapján nyert, akkor az űrpilóták

energiaigényét kb. 2500 kcal-nak adhatjuk meg (I. táblázat). Ez a kalóriamennyiség lényegében azonos a földi szükséglettel, amennyiben az űrpilóta napi élettevékenysége ugyanolyan volna, mint a világűrben. Ez a 2500 kcal-ás érték szerepelt a szovjet, a Mercury-, a Gemini- és az Apollo-programban. A tényleges repülések igazolták az előzetes számításokat: Cooper első űrrepülése során az elnyelt CO₂ mennyiségétől kb. 2400 kcal-ás energia-

I. táblázat.

A várható napi kalóriaszükséglet megoszlása a világűrben
A *-gal jelzett adatok Balke magassági kamrában mért eredményei (3).

	Óra	Kalória- felhasználás kal/perc	Szükséglet kal/nap
Alvás	7	1,2	570
Nyugodt ülés vagy állás	12	1,5	1000
Műszeres vizsgálat	2	1,8*	220
Összetett szellemi és fizikai feladat	2	2,6*	310
Fizikai munkavégzés	1	7,0	420
Összesen	24	—	2520

forgalomra következtettek (7). A Gemini—7 utasainak, valamint a Vosztk—1 és —2 utasainak fogyasztása valamivel magasabb: 3000, ill. 2800 kcal volt (8). Az Apollo-programban a holdkomp utasainak magasabb kalóriaellátottságot biztosítanak, mivel ezek hosszabb ideig fognak túlnyomásos ruhájukban aktívan mozogni. Ezt a kalóriamennyiséget 3200 kcal-nak adják meg (II. táblázat) (8).

II. táblázat

A földi, a tervezett „űrétrend” és az egyes megvalósult űrrepülések napi kalóriaellátása és annak tápanyagok szerinti megoszlása.

	Földi	Calloway	Mercury		Gemini		Apollo		
				Cooper		G—7 Borman— Lovell	Tervezett	Eddigi	
Kalória	2800	2800	2500	2400	2500	3000	2800	2650	3200
Fehérje % (g)	14 (100)	10 (80)		17 (100)	14 (100)	14 (150)	18 (120)		18 (140)
Zsír % (g)	32 (100)	55 (170)		40 (100)	31 (90)	42 (140)	31 (100)		31 (100)
Szénhidrát % (g)	54 (350)	35 (250)		43 (260)	55 (325)	44 (290)	51 (350)		51 (400)

A szükséges kalóriákat tápanyagaink biztosítják.

A *zsirok* jelentős energiaszolgáltatók. Jóllehet a szervezetben folyó oxidációjukhoz több oxigénre van szükségük, ennek ellenére 1000 kcal-ként 124 g-os súlymegtakarítás jelentkezik a zsirok javára. Ez a gondolat (kevesebb élelem, több energia) az űrhajózás kezdetén uralkodóvá vált, s eredményezte, hogy a napi kalóriabevitel több mint 50%-át zsirokból kívánták fedezni (3). Szerepet játszott ebben az is, hogy a 60-as évek elején — amikor az első űrrendeket kidolgozták — a katonai repülőgépek pilótáinak indokolatlanul igen magas volt a napi kalóriabevitelük (9, 10).

Ezt még földi körülmények között is nagyrészt zsiradékok segítségével fedezték, így nem csoda, hogy az űrelemezésben szintén erre gondoltak.

Számos kísérleti és klinikai megfigyelés hatására a *Calloway* által javasolt magas zsírkalória-részesedés nem került megvalósulásra. Már a Mercury-programban is viszonylag mérsékelt volt a zsírbevitel (40%). A Gemini-repülések időpontjában már világszerte elfogadott volt a zsírkalóriák túlzott bevitelének káros hatása. *Arutjunov* és mtsai (9) 1965-ös tervezte már csak 32%-os zsírkalóiarészesedést engedélyez a szovjet katonai pilóták élemezésében. Mint a II. táblázatban látható, az Apollo-program is hasonló zsírkalóriabevitelt ír elő, mint a Gemini-é volt. A Gemini—7 utasainak magasabb zsírfogyasztása egy sajátos kísérletsorozattal és az űrételek viszonylagos fejeletlenségével magyarázható (8, 11).

A zsirok kalórikus részesedésének túlzó fokozódását nemcsak keringéspathophysiológiai okok miatt tartjuk károsnak. *Nöcker* és *Schulz* (12) 3000 kcal napi bevitel esetén annak 25—30%-át biztosítják zsiradékkal. Szerintük a 45%-nál magasabb zsírkalória-részesedés csökkenti a fizikai teljesítőképességet.

A régi repülő-élemezés normáihoz viszonyítva viszonylag gazdag, egyébként a földi viszonyokkal azonos szénhidrát-kalóiarészesedésnek számos előnye van, melyek szintén alátámasztják az alacsonyabb zsírkalóriabevitel indokoltságát.

Mint az előbbieken látható volt, a *szénhidrátokat* kezdetben háttérbe szorították a zsirokkal szemben, hiszen súlyegységre számítva kevesebb energiát szolgáltatnak. Ma már azonban, mint a II. táblázatban látható, a zsír : szénhidrát kalóriák aránya lényegében normalizálódott. A katonai pilóták és az űrhajók legénységének viszonylag szénhidrát-gazdag étrendje több szempontból hasznos. Fokozza kísérleti állatok (egerek) magasságtűrő képességét. Javítja a pilóták látását hypoxiában. Megfigyelték, hogy magassági repülés közben elfogyasztott 80 g szénhidrát (cukor) megszünteti a fáradtságot, az álomságot (10). Közvetve bizonyítják a szénhidrát-gazdagság előnyét saját kísérleteink, melyek szerint a zsirokban gazdag, szénhidrátokban relative szegény étrenden tartott állatok hypoxiatűrőképessége csökkent, s gyakoribbá, súlyosabbá váltak a szívizomban az infarctoid laesiók (13).

A fehérje-ellátottság kérdése ma is problematikus. Az aminosav-, a fehérje-ellátás kérdése még vizsgálatra szorul, hiszen az egyéni szükségletek különbözőségről semmit sem tudunk. Ezért mondja *Hegsted* (14), hogy olyan speciális körülmények között, mint az űrhajó mikrovilága, a maximálisan elegendő fehérjebevitel kell biztosítani. A 120—150 g-os fehérjebevitel szükségességét számtalan kísérleti és klinikai adat támasztja alá. Fehérje-gazdag étrend (28,5%) adásakor emelkedett a fizikai teljesítőképesség (12).

Deitrick és mtsai szerint az immobilisatio 6. napjától emelkedik az N-ürítés, s csökken az izomszövet. Az űrhajók fedélzetén nemcsak a viszonylagos immobilisatio, hanem a különleges mikroklíma is oka lehet a fokozott fehérjevesztésnek (2). Saját kísérleteinkben mi is azt tapasztaltuk, hogy az amerikai űrhajókon alkalmazott légköri viszonyok (1/3 atm., 100⁰/_o oxigén) hatására fokozódik az állatok vizeletében ürített aminosav- és más N-tartalmú anyagok mennyisége (15). Sós (16) már 1948-ban rámutatott arra, hogy a csontok kalcium-forgalma az egész táplálkozási rendszer függvénye. Így a fehérjeellátottság jelentősen befolyásolja azt. Sós és mtsai (17) megfigyelték, hogy fehérjehiányos állapotban csökken a csontok kalciumtartalma. Az étrend fehérjegyűzősége viszont elősegíti a kalcium lerakódását a csontokba, így pl. az osteoporosis gyógyulását (18). Az űrrepülések során megfigyelt osteoporotikus elváltozások jogosan tették szükségessé a magasabb, 120—150 g-os fehérjebevitelt.

Az ásványi anyagok bevitelének kérdésében sem egységes a kutatók álláspontja. A III. táblázatban tüntettük fel a jelenlegi és a tervezett földi,

III. táblázat.

Az ásványi anyag bevitel normái a Földön és a világűrben

	Földi bevitel g		Űrbevitel
	Jelenleg	Tervezett	
Nátrium	5—10	2—5	2
Kálium	2—3	5	5
Kalcium	0,5—0,7	1,0	1,2
Magnézium	0,2	0,4	0,4

valamint az űrhajón megvalósuló bevitelleket. Érdekessége ennek a táblázatnak, hogy az űr- és a tervezett földi bevitel értékei majdnem azonosak. Magyarazata az, hogy a tervezett földi bevitel az egészséges táplálkozást hivatott biztosítani, és ezt ma már az űrhajók fedélzetén, a legénység egészsége érdekében, meg kell valósítani. A katonai hajózszemélyzet táplálkozási normatervezetében is szerepel az ásványi anyagok bevitel. Nem érthető viszont, hogy a szovjet Mg-normát miért csökkentették a kifejezetten előnyös 710 mg-os értékről 580 mg-ra, amely viszont csak jó, de nem mindig elegendő (9).

Külön érdekessége van a kalcium-anyagcserének. Részleges vagy teljes immobilizációban fokozott Ca-vesztés van (2). Cockett (19) szerint a súlytalanság, a relatív immobilizáció fokozott Ca-ürítéssel, s ezért fokozott vesekőképződés veszélyével járhat. Birkhead és mtsai (21) immobilizációs vizsgálatai is utalnak a kőképződés lehetőségére. Újabbban, Lamb (20) vizsgálatai nyomán, ezt a feltételezést elvetik. Az azonban kétségtelen, hogy a súlytalanság megzavarja a Ca- és a P-anyagcserét (21, 22, 23). A Gemini—4 (pilótái: McDivitt, White) és —5 (pilótái: Cooper, Conrad) négy-, ill. nyolcnapos repülése alatt a legénységnél a kéz és a láb kis csontjaiban osteopo-

rosisra utaló tünetek alakultak ki. Ezért a Gemini—7 (legénység: Borman, Lovell) étrendi programját módosították. Megemelték a fehérje- és Ca-bevitelt. Az így módosított étrenden tartották a két űrpilótát és tartalékaikat 14 napig a repülés előtt, majd utána is még 4 napig anyagcsere-vizsgálatokat végeztek. Az első, gondosan megtervezett amerikai űrrepülés során kissé, de még mérhetően nőtt a Ca-sűrítés, osteoporosisra utaló tüneteket azonban nem észleltek (8, 11). Ennek magyarázatát a magasabb, 150 g-os fehérje-bevitelben kell keresnünk az 1,2 g-os Ca-bevitel mellett. Ezzel az étrendi módosítással elkerülhetőnek látszanak a hosszabb űrrepülések sikerességét veszélyeztető csontkárosodások.

A *vitaminellátás* problémáit nem kell okvetlenül étrendileg megoldani, hiszen rendelkezünk vitaminkészítményekkel. A vitaminszükséglet értékei azonban eltérhetnek a földi normáktól. Magassági hypoxiának kitett állatoknál előnyös volt a C-, az E- és a B₁-vitamin fokozott bevétele. Kérdés, hogy az űrkabinban uralkodó viszonyok mellett szükség van-e erre. Tiszta oxigén hatására, még az amerikaiak által alkalmazott alacsonyabb nyomáson is, a vörösvértestek és a fehérvérsejtek egyaránt károsodnak. Az E- és a C-vitamin ezzel a hatással szemben is bizonyos védőeffektust fejthet ki. E két vitamin antioxidáns tulajdonsága miatt az SH-csoportokat tartalmazó anyagokkal együtt védelmet nyújtanak a sugárzási zónában is.

A *vízforgalom* mutatóit is meg kellett határozni. Az Apollo-űrhajók legénységének tervezett vízforgalmát mutatja IV. táblázatunk, melyben azt a földi paraméterekkel hasonlítottuk össze. Ez a tervezetés még távolról sem jelent bizonyosságot, s nagyon valószínű, hogy ezen már eddig is esz-közöltek jelentős változásokat (24). Az űrhajó fékezésekor, vagy a repülés során, a kabinban keletkező hőmérsékletváltozások befolyásolják a folyadék-leadást. Az eddigi űrrepülések tapasztalatai alapján, mint ez a *IV. táblázatból* is látható, a bőrön és a tüdőn át leadott folyadékmennyiség nagyobb, mint a Földön. Ennek oka lehet az űrruhába belépő légáram hőmérsékletének, nedvességtartalmának változása. A vizelet mennyiségének csökkenését magyarázhatjuk a *Webb* (25) által leírt, a súlytalanságban kialakuló megváltozott vérmennyiség-eloszlással.

IV. táblázat.

*A vízfelvétel és -leadás részletezése földi és világrűrbeli körülmények között. A *-gal jelzett folyadék a lyophilizált táplálékok rehidratálásához szükséges*

	Vízfelvétel ml		Vízleadás ml		
	Földön	Űrhajón	Földön	Űrhajón	
Folyadék	1500	1300	1500	800	Vizelet
Táplálék	350	50+ 400*	630 (1050)	(1230)	Izzadás
Oxidációs víz	350	350	420		Légzés
			150	70	Széketlet
	2700	2100	2700	2100	

A kozmikus étrend összeállításánál gondolni kell a gázképző élelmi anyagok mellőzésére is. Ha nem adunk is ilyeneket, akkor is naponta 500—2000 ml gáz keletkezik a belekben, mely főleg nitrogénből, hidrogénből, metánból, széndioxidból, kénhidrogénből, ammóniából áll. A csökkentett nyomású kabinban a gázok kiterjednek a belekben, s azok feszítésével fájdalokat, diszkomfort-érzést okoznak. Ugyanakkor kilelve, vagy más úton távozza kellemetlenek lehetnek egy olyan kis, zárt egységben, mint az űrhajók utasfülkéje.

Az űrpilóták táplálkozását befolyásolja az emésztőrendszer állapota. Az eddigi, viszonylag rövid ideig tartó repülések kedvező tapasztalatokkal jártak. A módosított táplálkozási normák mellett a pilóták étvágya, emésztése nem károsodott. Kérdés, hogyan lesz mindez a hosszabb ideig tartó repülések során (26).

Ha végignézzük a II. táblázat adatait, akaratlanul is felmerül a kérdés: miben különbözik az ember táplálkozása a Földön és a világűrben. A válasz kizárólag ez lehet: mindenütt biztosítani kell az egészség fenntartásához szükséges tápanyagokat. Ezek pedig csak néhány esetben térnek el, amelyek az űr speciális fizikai viszonyaival magyarázhatók. Ma az űrpilóták egészségét táplálkozáselettani szempontból nem fenyegeti veszély. A tudomány fejlődése megoldotta ezt a kérdést. Ma már a hosszabb, 9 hónapos Mars-utazás sem jelentene táplálkozásegészségügyi problémát.

IRODALOM

1. Editorial. Discussion of food and nutritional problems in prolonged space travel. *Fed. Proc.* 22, 1451, 1963. — 2. *J. E. Dietrick, G. H. Whedon, E. Shorr*: *Am. J. Med.* 4, 3, 1948. — 3. *D. H. Calloway*: *J. Amer. Diet. Ass.* 44, 347, 1964. — 4. *W. G. Sanborn, E. C. Wortz*: *Aerospace Med.* 38, 380, 1967. — 5. *E. C. Wortz, E. J. Prescott*: *Aerospace Med.* 37, 1217, 1966. — 6. *E. C. Wortz*: *Aerospace Med.* 38, 181, 1967. — 7. Manned space flights. *Nutr. Rec.* 23, 68, 1965. — 8. *J. M. Reid, L. Lutwak, G. D. Whedon*: *J. Amer. Diet. Ass.* 53, 342, 1968. — 9. *G. A. Arutjunov, I. G. Popov, V. A. Petrovüih, J. F. Udalov*: *Medicina Lotnica, spec. szám.* 1965. — 10. *Echter T., Hideg J., Szántó F.*: *Honvédervos, 19, 44, 1967.* — 11. *G. D. Whedon, L. Lutwak, W. F. Neuman, J. M. Reid, H. S. Lipscomb, K. Smith, E. Harris, P. A. LaChance*: 48th Annual Meeting of the Endocrin Society, Chicago, 1966. — 12. *J. Nöcker, F. H. Schulz*: Ernährung und Leistung des Menschen. S. 381. in: *Vergleichende Ernährungslehre des Menschen und seiner Haustiere*. Ed. A. Hock, VEB G. Fischer Verlag, Jena. 1966. — 13. *Szelényi I., Hideg J., Rigó J., Sós J.*: VII. Int. Congress of Asiatic and Space Medicine, Oslo, 1968. — 14. *D. M. Hegsted*: *Fed. Proc.* 22, 1424, 1963. — 15. *Szelényi I., Sós J., Rigó J.*: *Orvosi Hetilap* 109, 821, 1968. — 16. *Sós J.*: *Orvosi Hetilap* 89, 347, 1948. — 17. *Sós J., Kemény T., Rigó J., Budavári I.*: *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 19, 267, 1961. — 18. *Tarján R.*: Kandidátusi disszertáció, Budapest, 1953. — 19. *A. T. K. Cockett*: *J. Urol.* 92, 564, 1964. — 20. *L. E. Lamb*: *Cardiologia* 48, 118, 1966. — 21. *N. C. Birkhead, G. J. Haupt, J. J. Blizzard*: *Fred. Proc.* 23, 413, 1964. — 22. *Russian Space Dogs*. *J. Amer. Diet. Ass.* 50, 125, 1967. — 23. Editorial. Calcium metabolism in space flights. *J. Amer. Diet. Ass.* 48, 100, 1966. — 24. *G. Fruhmann*: *Münch. med. Wschr.* 106, 425, 1964. — 25. *P. Webb*: *Science*, 155, 558, 1967. — 26. *C. J. Preiffer*: *Med. Times* 93, 963, 1965. — 27. Project: Apollo 8. National Aeronautics and Space Administration, Washington, 1968.

И. Селени, д-р:

ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ ВО ВРЕМЯ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ

Часть I.

(Az űrételek fejlődése)

II. rész

Nemcsak a kozmikus táplálkozási normák, de az étrendben alkalmazott ételféleségek is változtak az elmúlt évek során. Az ételek elkészítésére, csomagolására, tárolására kiindulási alapul a légierők magassági repülései közben fogyasztott ételek szolgáltak. Itt a pilóták táplálékai félfolyékony húskombinációk és gyümölcsök voltak, s ezek konzisztenciájukat tekintve megfeleltek a bébi-ételeknek. Összenyomható alumínium-tubusokban helyezték el, s a szájba egy műanyagszívókán keresztül jutott annak tartalma. *Gagarin* és *Glenn* is ilyen ételeket fogyasztottak. *Glenn* pl. a gulyáshoz hasonló ételt és almakompótot evett. Neki ízlettek ezek az ételek. *Gagarin* kenyeret is evett.

Az amerikaiaknál a Mercury-program célja az élelmezés területén az volt, hogy meghatározza: vajon az asztronauták súlytalanságban képesek-e megenni a szilárd vagy félfolyékony ételeket. *Carpenter* volt az amerikai űrhajósok közül az első, aki szilárd falatnagyságú, tehát rágható ételeket is fogyasztott. *Cooper*-ral próbáltatták ki a rehidratálható ételek fogyasztathatóságát. Mindketten kellemetlen élményeket szereztek a helytelen csomagolási mód és a rossz elfogyasztási műveletek miatt. Evéskor a kabin tele lett morzsákkal, vízcseppekkel, s ezek zavarták lélegzésüket.

A szilárd ételféleségek megjelenése új szakaszt jelentett az űrtáplálékok fejlődésében. Az első tabletták kakaó- és D-xylose-val dúsított gyümölcs-kockák voltak. Az utóbbiakkal a felszívódási viszonyokat is vizsgálni kívánták. Ma már 20—25 ilyen ételféleség van. A Gemini-programban pl. 4 húskocka szerepel: marhahús, sonka, sonka tojással, csirke. A Gemini-pilóták a sonkát szerették leginkább. Ennek elkészítésekor a megsütött sonkadarabot csak kockákká komprimálták, míg a többit bevonó anyaggal is kezelték, s ezek sok esetben szín- és konzisztencia-változást szenvedtek. Ezért idegenkedtek fogyasztásuktól az űrpilóták.

Újabb formája volt az űrételeknek a rehidratálható ételek megjelenése. Elkészítésük lényege, hogy a kész ételeket lyophilizálják. Így raktározhatók anélkül, hogy az ételek érzékszervileg, tápértékileg károsodnának. Az űrpilótáknak csupán az a feladatuk, hogy ezeket az ételporokat vízzel rehidratálják, és azután elfogyasszák. Eleinte 8 ilyen ételt alakítottak ki, mint pl. marhahús húslében, párolt csirke zöldséggel, hús spagettivel és mártással, stb. Ma már 30—40 körül van az ilyen ételek száma.

A Gemini-űrhajók étrendje viszonylag egyhangú volt, hiszen rövid időtartamú űrutazásokról volt szó. Az ételek vízzel való visszaoldása sem volt tökéletes, mivel csak 26—38 C°-os víz állt a pilóták rendelkezésére.

Az Apollo-program ételsorai az előzőeknél jóval nagyobb változatosságot

biztosítanak. Négyféle menü van, amelyek 4 naponként ismétlődnek (I. táblázat) (10). A rehidratáció problémáját is megoldották, mert az Apollo-űrhajók kabinjában 13—70 C° hőmérsékletű vizet biztosítottak az űrhajósoknak. Így hűvös vizet és meleg ételt egyéni kívánságaiknak megfelelően fogyaszthatnak.

I. táblázat.

Borman, Lovell és Anders étrendje az Apollo-űrhajó fedélzetén

	1., 5., 9. napon	2., 6., 10. napon	3., 7., 11. napon	4., 8., 12. napon
<i>Reggeli</i>	ősziarack sonka-kocka pirított kenyér grapefruit-lé	sonka és almamártás cukorral bevont zabpehely sütemény grapefruit-lé vagy narancslé	gyümölcs-koktél sonka-kocka kakaó narancslé	sonka és almamártás pirított kenyér kakaó narancslé
<i>Ebéd</i>	zabpehely csirke, húslében pirított kenyér édestészta kakaó narancslé	tonhal-saláta csirke zöldséggel pirított kenyér ananász-kocka ananász- és grapefruit-lé	csirkekrémleves sült hús burgonyával pirított kenyér vajás édes-sütemény grapefruit-lé	borsóleves csirke sajt levében sajtos szendvics sonka-kocka grapefruit-lé
<i>Vacsora</i>	húsleves marhahús-szendvics sajtos sós keksz narancs- vagy grapefruit-lé	spagetti húsmártással marhahús- és sonkakocka banánpudding grapefruit-lé	burgonyaleves pulykahús-kocka Graham-kenyér narancslé	Schrimp-koktél vagdalt marhahús pirított kenyér narancs- és grapefruit-lé

A hosszabb ideig tartó Apollo-utazásoknál különös gondot fordítanak a harapható, „falat-méretű” ételek adására, amelyek elősegítik a normális rágási, emésztési funkciókat. Ilyenek pl. a kenyér, a különböző desszertek, édességek, sütemények, amelyeket természetesen kapszulázni lehet és kell. Ezzel védekeznek a morzsolódás, a szabad darabkáknak a kabin légtérébe való kerülése ellen.

Minden folyadék és élelem könnyű, hajlékony műanyag-csomagolásban

van. Ezeket fénytől, kémiai és fizikai ártalmaktól óva, alumínium-fém tartó-
ban helyezik el. Így történik az élelmiszerek tárolása az Apollo-űrhajók
fedélzetén.

Elfogyasztásuk kétféle módon történhet. Ha nem kell vízzel rehidatálni,
akkor a csomag felnyitása után annak nyakát a szájba kell helyezni, s kézzel
a csomag tartalmát benyomkodni. A vízzel oldható ételeket hasonlóképpen
fogyasztják, előbb azonban vízzel rehidatálni kell őket.

Érdekes áttekinteni a Gemini- és Apollo-programban alkalmazott éte-
lelkek szemben támasztott stabilitási követelményeket, azok fejlődését, szig-
gorúbbá válását (II. táblázat) (6). A hosszabb, több veszélyességi faktort
tartalmazó Apollo-űrrepülések sokkal nagyobb biztonságot követelnek az
űrelektől, mint a korábbiak.

II. táblázat.

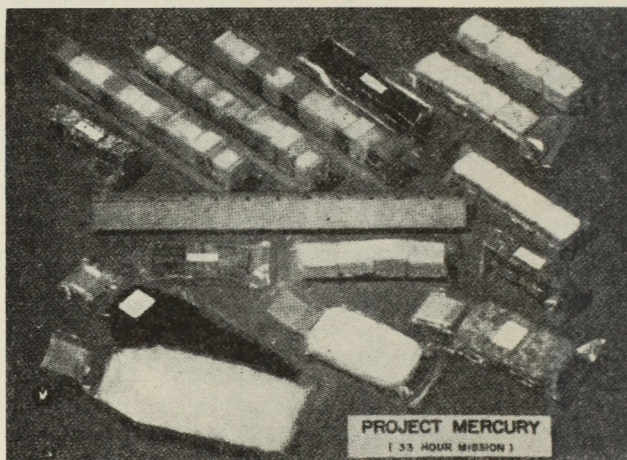
A Gemini- és az Apollo-programban alkalmazott élelmiszerekkel
szemben támasztott stabilitási követelmények összehasonlítása (6).

	Stabilitási követelmények	
	Gemini-űrhajó	Apollo-űrhajó
Hőmérséklet	- 6 C° 3 óra +60 C° 3 óra	+24 C° 400 óra -18 C° — +55 C° 100 óra
Nyomás	10 ⁻⁸ Hgmm 3 óra	10 ⁻⁴ Hgmm 100 óra
Relatív nedvesség	98 ⁰ / ₀ 3 óra	100 ⁰ / ₀ 400 óra
Atmoszféra	100 ⁰ / ₀ O ₂ , 1/3 atm.	95 ⁰ / ₀ O ₂ 1/3 atm.
Gyorsulás (lineáris)	7,25 g 326 sec.	7,25 g 326 sec. 30 g 10—15 millisec-ig (minden irányban)

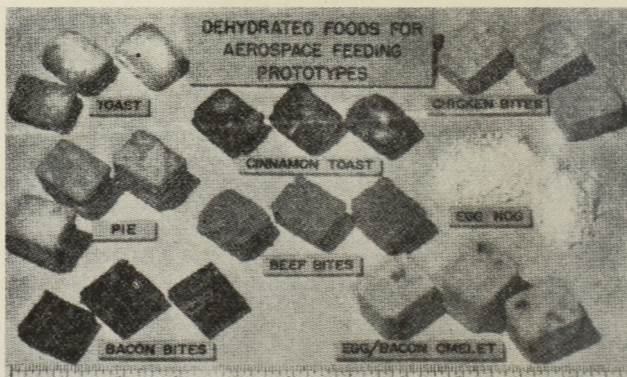
Az élelmezésre fordítandó súly korlátozása is fontos szempont. A Mer-
cury-űrhajókon alkalmazott napi ételek átlagosan 3,1 liter térfogat mellett
2,0 kg súlyt jelentettek. A Gemini-program során az ételek térfogata az
előző értékek felére, súlyuk pedig negyedére csökkent (1,6 liter, 0,5 kg).
Ennek oka az űretelek fejlődésében keresendő. Az Apollo-program napi étel-
adagjai valamivel nagyobbak, 2,0 literes térfogatot jelentenek. Oka valószí-
nűleg a több harapható, ún. „bite-size” étel étrendbe kerülése (irodalom
eddig: 1—11).

Az 1950-es évek elején azt hitték, hogy a hosszabb ideig tartó űrutazások
során az űrpilóták táplálkozása csak az algákkal oldható meg. Ma ilyen
ételeket nem adnak az űrhajósoknak. Az elkövetkezendő, hosszabb űrta-
zásokban valószínű szerepük lesz. Az algák zárt rendszerben való alkalma-
zása hasznos, mert gázcsereelő, tápanyagforrás és hulladék eltüntető szerepük

lehet. Stern (12) pl. erre a célra a *Chlorella pyrenoidosa*-t ajánlja. Ez az alga-féleség az ember ürülékében is nő, oxigént fejleszt, képes az összes vitamin szintézisére. A szerzők szerint ha a búzaliszt 25⁰/₀-át ilyen algaliszttel helyettesítették, nem tudtak ízbeli különbséget észlelni a két tésztaféleség között. Az algákkal kapcsolatos vizsgálatok ma még csak gyermekcipőkben járnak.



1. kép. A Mercury-programban használt ételek fényképe



2. kép. A Gemini-űrhajók személyzetének újonnan kifejlesztett, ún. harapható ételei

Az előbbieken említett ételek minden szempontból előnyösebbek. Még súly szempontjából is! Kb. 2–3 kg algasejt képes egy ember számára zárt rendszerben a megfelelő O_2 – CO_2 egyensúlyt biztosítani. Ha a tápanyagszükségleteket is ezúton kívánjuk fedezni, akkor naponta kb. 4 kg algára volna szükség (13).

Érdeklődésre tarthat számot a teljesen szintetikus ételek alkalmazása is. Kétségtelen előnyök ellenére (emellett a legkisebb a széklet mennyisége; az étel teljesen felszívódik, jól és könnyen tárolható) érzékszervileg nem pótolják a komplett ételeket (14).

Az űrételek fejlődése a tudomány mai fejlettségének megfelelően megoldotta a pilóták táplálkozásának kérdését. Ezek az ételek kis helyen tárolhatók, súlyuk csekély, könnyen kezelhetők, érzékszervileg megfelelnek a pilóták ízlésének (a választhatóság tette lehetővé, hogy pl. *White*, aki nem szereti a halat, nem ezeket, hanem más ételeket evett), jelentősen csökkentik a széklet mennyiségét (az Apollo-program étrendje kb. 5 g rostanyagot tartalmaz, s a széklet mennyisége 80—85 g-ra csökken) (10).

A fejlődés azonban ezen a téren sem zárult le. Újabb ételkombinációk megjelenésére számíthatunk, amelyek még tökéletesebben megközelítik a földi viszonyokat.

IRODALOM

1. R. S. Johnston, E. L. Hays, L. F. Dietlein: XIV. Int. Astronautical Congress, Paris. Ed. By E. Brun, I. Hersey, PWN-Polish Scientific Publishers, Warszawa, 1965. — 2. B. Finkelstein, J. J. Symons: J. Amer. Diet. Ass. 44, 353, 1964. — 3. M. V. Klicka: J. Amer. Diet. Ass. 44, 358, 1964. — 4. H. A. Dymsha, G. S. Stoewsand, P. Donovan, F. F. Barrett, P. A. LaChance: Food Technology 20, 109, 1966. — 5. F. E. Staff: Food Engineering 36, 62, 1964. — 6. M. V. Klicka, H. A. Hollender, P. A. LaChance: J. Amer. Diet. Ass. 51, 238, 1967. — 7. K. J. Smith, E. W. Speckmann, P. A. LaChance, D. W. Dunco: Food Technology, 20, 101, 1966. — 8. M. J. O'Hara, R. E. Chapin, N. D. Heidelberg, J. E. Vanderveen: J. Amer. Diet. Ass. 51, 246, 1967. — 9. C. O. Chichester: Fed. Proc. 22, 1447, 1963. — 10. Project: Apollo 8. National Aeronautics and Space Administration, Washington, 1968. — 11. C. Cornelius: What's new in home economics? 30, 101, 1966. — 12. J. A. Stern: J. Amer. Diet. Ass. 44, 382, 1964. — 13. M. E. McDowell, G. A. Leveille: Fed. Proc. 22, 1431, 1963. — 14. M. Winitz, J. Graff, N. Gallagher, A. Narkin, D. A. Seedman: Nature (L) 205, 741, 1965.

И. Селени, д-р:

ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ ВО ВРЕМЯ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ (РАЗВИТИЕ В ИЗГОТОВЛЕНИИ КОСМИЧЕСКИХ БЛЮД)

Часть II.

Dr. I. Szelényi:

ERNÄHRUNGSPROBLEME WÄHREND DER RAUMSCHIFFFAHRT (II. Teil. Entwicklung der Raumspeisen)