

## Стимулиращо въздействие на българското космическо меню върху работоспособността на космонавтите при продължителни полети

Любка Георгиева, Цветан Цветков

Научноизследователски институт  
по криобиология и лиофилизация, София

При екстремални условия на труд и бит ролята на алиментарния фактор се изразява с повишаване на възможностите на атакуваните от вредните условия на обкръжаващата среда органи и системи да формират структурните основи на адаптацията на организма и неговата реактивоспособност. Количествената и качествената адекватност на храната компенсира бързо изразходваните дефицитни биосъставки на организма.

Храненето е един от най-важните физиологично-хигиенни фактори с определяща роля за поддържане високо ниво на работоспособността, адаптивността и здравословното състояние на космонавтите. Изпитанията, свързани с моделиране на факторите на полета, както и по време на полетите с различна продължителност, доказват, че основните промени в обмяната на веществата и съответно в потребностите на организма от хранителни вещества се дължат на хипокинезията, безтегловността и факторите, предизвикващи нервно-емоционално напрежение.

Нарушенията в организма, възникнали след продължителна и рязка хипокинезия, водят до ограничаване на адаптивността към условията на външната среда и до значително снижаване на работоспособността [1, 3, 11]. При обездвижване в продължение на две денонощия общото количество извършена работа след второто денонощие намалява средно с 43,4%, след десетото — с 42,0%, след деветнадесетото — с 26,0%. Възможността за работа до отказ в последните срокове се намалява съответно с 32,4, 30,6 и 18,2%. Подобни промени в работоспособността са установени и при американските астронавти след 14-дневен полет [2, 4, 8].

Рязкото понижаване на мускулната работоспособност се обуславя не толкова от вегетативните фактори, колкото от понижаната способност на самата

мускулна тъкан да извършва интензивна и продължителна работа. Тези два фактора определят измененията, които настъпват във функционирането на сърдечно-съдовата система и нейната регулация, в калциевата обмяна, в дишането и газовата обмяна, в метаболизма на всички вещества, в кръвния състав и хемокоагулацията, в бъбречната дейност, в нервно-хуморалната регулация, в психичните функции, в преустройството на дейността на вегетативната нервна система, в реактивността и устойчивостта на организма и дори биоенергетиката на митохондриите. Това са изменения, които създават предпоставки за развитието на своеобразно предболестно състояние, начало на явен патологичен процес [1—3, 7, 11].

Приложението на комплексна хранителна профилактика нормализира дейността на организма, поставен при екстремални условия. Установено е, че членовете на екипажите на орбиталните станции „Салют“ и „Скайлъб“, изпълнявали стриктно определения хранителен и двигателен режим по време на продължителния полет, са запазили хранителен статус, близък до предполетния и функционално ниво на физиологичните системи, което е допринесло за сравнително бързата им реадаптация към земните условия.

Видът на космическите храни, комплектовани в хранителните рациони, се определя от продължителността на космическия полет. При непродължителни полети — от няколко дни или седмици, при които използваната храна е под формата на резерв, хранителният модел на екипажа включва обикновена консервирана храна. Този хранителен модел обаче се оказва неудачен. На орбиталната станция „Салют-6“, в резултат на пренатоварване на менюто със стерилизирани консерви (около 80% от състава на менюто), космонавтите от петте основни експедиции към края на втория месец от полета пристъпват с нежелание към тяхната консумация. Това наложи за екипажа на орбиталната станция „Салют-7“ да бъде разработен хранителен рацион със значително подобрен състав, при който около 65% от храните са в лиофилизиран вид. Значителният интерес към лиофилизираните храни, предназначени за продължителни полети, се потвърждава от крупните инвестиции, които НАСА влага за тяхното производство в САЩ.

Леофилизацията се утвърди като един от най-прогресивните технологични методи за дългосрочно консервиране на хранителни продукти. Развитието на производството на лиофилизирани космически храни в световен мащаб е в следните направления:

— запазване качеството на хранителните рациони от лиофилизирани храни за период, по-продължителен от пет години;

— оптимизиране на количествения и качествения състав на космическите храни в съответствие с пластичните и енергийните потребности на организма по време на продължителни полети.

Основоположник на съвременните технологии за производство на лиофилизирани космически храни в Република България е Научноизследователският институт по криобиология и лиофилизация в София.

Принципът на оригиналната българска технология за производство на лиофилизирани храни се основава на използването на изкуствения студ в съчетание с вакуума. Съчетани са оптимално два метода на консервиране — замразяване и сушене във вакуум при температури, непревишаващи критичните, при които се нарушава микро- и макроструктурата на продукта. Процесът включва три последователни етапа на обработка на изходния продукт:

— първично сушене, при което образувалите се при замразяване ледени кристали сублимират под влияние на първоначално интензивно, а след това на умерено нагриване в условията на висок вакуум;

— вторично сушене, при което се отделя остатъчната влажност в условията на по-висок вакуум и положителни температури;

— заключителен етап — достигане на крайна остатъчна влажност на продукта и нарушаване вакуума на сублимационната камера със сух инертен газ [5, 6].

Остатъчното влагосъдържание, което е в границите на 2,0 до 5,0% е равномерно разпределено в обема на продукта. В сухо, опаковано състояние, лиофилизираният продукт се съхранява дълготрайно — до пет години, без да влиза в контакт с влагата и кислорода на въздуха. Това го прави подходящ за целите на продължителния космически полет.

Редуцирането на обема на космическите храни бе осъществено чрез гранулиране и последващо пресоване под формата на таблетки. Таблетните форми са удобни за оформяне на хранителни дажбени комплекти, включващи целодневно меню със съответната енергийна стойност, химически състав и оптимална маса — 300—350 грама.

Храната като физиологична потребност на организма изпълнява своето основно предназначение — да поддържа висока работоспособността на космонавтите, когато напълно се усвоява. Степента на усвояемост на храната се определя от нейните качества, консистенция, химически състав, от установения хранителен режим, както и от вкусовите предпочитания на отделния индивид. Ето защо при разработване на състава на българското космическо меню отделните храни бяха изпитвани при обикновени, земни условия и в херметизирани камери, имитиращи космическите условия. При проведеното тренировъчно хранене с бордовите рациони, включващи лиофилизираните храни, в продължение на 12 денонощия, космонавтите, участвали в проекта „Шипка“, придобиха теоретически и практически познания за използване на специализираното хранително звено. Индивидуалните вкусови предпочитания и оценката на съответния дегустиран продукт от членовете на екипажа бяха регистрирани в анкетни карти. Посочените от тях мнения ни дадоха насоки при комплектуване на дневните рациони, предназначени за продължителен полет. Сензорната оценка на дегустираните лиофилизираните храни е висока — 8,9—9,0 по 9-балната Хедонична скала.

Проектираният химически състав и енергийното съдържание на лиофилизираните храни, включени в българското космическо меню, са съобразени с енергоразхода и неблагоприятните метаболитни промени, които възникват при продължителен полет. Както е известно, безтегловността и хипокинезията предизвикват намаляване интензивността на асимилационните процеси в организма при запазване на изходното ниво или при засилване на някои дисимилационни процеси. Въздействието на стреса също засилва катаболитното направление на обмяната.

За преодоляване на негативните процеси в организма на космонавтите, възникнали под влияние на вредните фактори при продължителния полет, и за осигуряване на интензивност, широта и цялостност на храненето е необходимо най-оптимално съчетаване в дневния хранителен космически рацион на храни от различен произход — източници на пластични, енергийни и биологичноактивни вещества.

Българското космическо меню е съставено от 27 вида лиофилизираните храни на месна, месо-зеленчукова и плодово-млечна основа — супи, основни ястия, десерти, плодове, оформени във вид на хапки с пикантния, традиционен вкус на българската национална кухня.

Космическият дневен хранителен рацион от български лиофилизираните храни е с енергийна стойност — 12810 кДж — 13230 кДж (3050—3150 ккал). Ха-

рактиризира се със следния химически състав: белтъчини — 135 г, мазнини — 110 г, и въглехидрати — 380 г. Количеството на микро- и макроелементите в дажбата е, както следва: калций — 0,8 г, фосфор — 1,7 г, магнезий — 0,4 г, калий — 3,0 г, натрий — 4,5 г, желязо — 0,05 г.

Кратността на хранителния режим се определя в зависимост от функционалното състояние на организма, неговата физическа и нервно-психична натовареност. Българското космическо меню е адаптирано за четирикратен хранителен режим (две закуски, обяд и вечеря), с интервал между отделните приеми от три до пет часа. Консумацията на лиофилизираните космически храни се осъществява след рехидратация, при температура от 27 до 65°C, в зависимост от вида на хранителния продукт.

Проведените медико-биологични изследвания върху въздействието на лиофилизираните космически храни, включени в българското космическо меню, доказаха тяхната хранителна и биологична пълноценност. Това се дължи, от една страна, на рационално изградения им състав, а от друга — на приложените оптимални технологични параметри на сублимационното сушене. Групирането на лиофилизираните храни в комплектовани дажби позволи формирането и поддържането на благоприятен модел на хранене за продължителен период от време, без монотонност и с разнообразие на менюто.

Белтъчната компонента на изследваните лиофилизираните храни се отличава с висока биологична стойност, която се определя от съдържанието на млечни и растителни протеини, богати на незаменими аминокиселини. От друга страна, съчетанието на протеини от различен произход допринася за добрата балансираност на аминокиселинния състав на белтъчната съставка, без наличие в нея на лимитиращи аминокиселини.

Масният компонент в българското космическо меню е оптимално дозиран, като е взета под внимание изключително важната физиологична роля на липидите — енергийна, пластична, регулаторна и транспортна, в общия метаболизъм на организма.

Високият относителен дял на плодовете в българското космическо меню го обогатява с целулоза, пектинови вещества, органични киселини, витамини, микро- и макроелементи. Плодовата съставка съдейства за образуване на широк спектър от взаимно допълващи се потенциращи действието си хранителни фактори. Те оказват благоприятно въздействие върху алкално-киселинното равновесие в организма, неутрализират редица отрицателни влияния на космическия полет върху обмяната, адаптивността, издръжливостта и работоспособността на космонавтите.

Положителен ефект върху организма оказва включването в състава на десертните космически храни на два вида млечнокисели бактериални шамове — *Lactobacillus bulgaricum* и *Lactobacillus acidophilus*. Проучванията върху гастроинтестиналната микрофлора на човека, поставен в условия на нервно-емоционален стрес, на безтегловност и хипокинезия, наложиха преоценката на някои микробиологични критерии за качество на космическото меню. Проведените изследвания потвърдиха целесъобразността от включване в хранителния рацион на космонавтите на храни, в които е налице активна бифидо- или лактофлора [9 10]. По този начин се повишиха биологичната ценност, определена от детоксикиращата роля на млечнокиселите бактерии и физиологичното въздействие, свързано с подобряване на чревната микрофлора чрез стабилизиране на микробиоценозите на гастроинтестиналния тракт и подобряване на неговото функционално състояние.

Известно е, че при екстремални условия потребностите на организма от витамини значително се увеличават. Така например при мъже доброволци със

70-денонощно обездвижване екскрецията на 4-пиридоксिनвата киселина, която е краен продукт на обмяната на витамин В<sub>6</sub> се понижава с 23%. Недостатъчното постъпване на този витамин при имобилизиране на организма води до влошаване на белтъчния метаболизъм. За алиментарното компенсирание на витаминния дефицит в хранителния рацион на космонавтите допълнително бе включен разработеният в Научноизследователския институт по криобиология и лиофилизация поливитаминен препарат — „Витатон“, при дозировка до три капсули дневно.

Проведените медико-биологични изследвания доказаха, че под влияние на приложеното алиментарно въздействие с включване в бордовите рациони на български лиофилизирани космически храни значително се подобрява морфологичното и функционалното състояние на организма (телесна маса, телесен състав, биохимични показатели, индекс на физическата работоспособност и т. н.) в условията на продължителен полет.

В заключение следва да обобщим, че българското космическо меню от лиофилизирани храни отговаря на съвременните нутриологични изисквания за хранене при продължителен космически полет. То обезпечава необходимите за поставения в екстремални условия организъм енергийни и пластични вещества за поддържане на висока работоспособност, имунорезистентност и адаптивност при имобилизация, съчетана с останалите негативни фактори на работната среда.

## Л и т е р а т у р а

1. А б и д и н, Б., В. Б е л к и н и др. — Космическая биология и медицина, 1975, № 2, с. 86.
2. А л е й н и к о в а, Л., М. Д е н и с ю к. — Клиническая медицина, 1972, № 8, с. 49.
3. Г а п а н, А. Я. — В: Двигательная активность человека при гипокинезия. Новосибирск, 1972, с. 46.
4. М а р и н, Л. П. Стрес и его патогенетические механизмы. Кишинев, 1973, с. 160.
5. Ц в е т к о в, Цв. Криобиология и лиофилизация. С., Земиздат, 1979.
6. Ц в е т к о в, Цв., Е. Р а л ч о в с к а и др. Сублимационно сушене на хранителните продукти. С., Земиздат, 1985.
7. Н е г м а н, Р. — In: Muscular Distrophy in Man and Animals. Basel, 1963, p. 407.
8. L a w t o n, R. W. — Astronaut Sci. Rev., 1962, No 1, 11.
9. L i z k o, N. V., V. G. S i l o v — Suruch. Die Nahrung, 28, 1987 No 6/7, 599—605.
10. L i z k o, N. V. — Die Nahrung, 31, 1987, p. 516.
11. M i l l e r, P. B. — Aerospace medicine, 1965, No 11, p. 1077.
12. T o m a s, B. Microbioloski aspekti liofilizacije namirnica. — RIM, 1971, 3—4, 3—10.

Постъпила на 12. XI. 1994 г.