



Наукові основи конструювання харчових продуктів та раціонів

В.І.Смоляр, доктор мед. наук, професор

Інститут екогієни і токсикології ім. Л.І.Медведя, м. Київ

Механізми конструювання харчових продуктів і раціонів й до тепер з наукової точки зору — проблема маловивчена. Разом з тим створення нових продуктів і раціонів дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного призначення залишається найактуальнішою проблемою медицини та харчової технології. Отже, наукове обґрунтування концепції конструювання комбінованих продуктів різного призначення, а також розробка методичних критеріїв їхньої медико-біологічної оцінки є важливим завданням нутриціології.

Розрізняють два способи зміни складу продуктів. По-перше, за допомогою додавання некалорійних компонентів і, по-друге, вар'юванням вмісту макронутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів) (див. рис.). У першому випадку зменшується калорійна насиченість продукту або страви, тобто

всього добового раціону в цілому. У другому випадку змінюється хімічний склад харчового продукту чи страви, а отже, всього раціону, а також змінюється його енергетична ємність. Постає питання: яким чином можна виміряти вплив цих двох типів змін структури продукту чи страви на споживання енергії? Зрозуміло, фізіологічна відповідь на споживання енергії після розведення нутрієнтів та зміни в їхньому складі буде різною.

Один із важливих аспектів, що виникає при зміні енергетичної густини або макронутрієнтного складу — як оцінити сенсорну якість зміненого продукту чи страви? До того ж неясно, як впливають зміни композиції продукту чи страви на споживання енергії людиною. Чи це справжня фізіологічна відповідь організму, чи відповідь на сенсорні відчуття? Дійти висновку з цього питання буває важко.

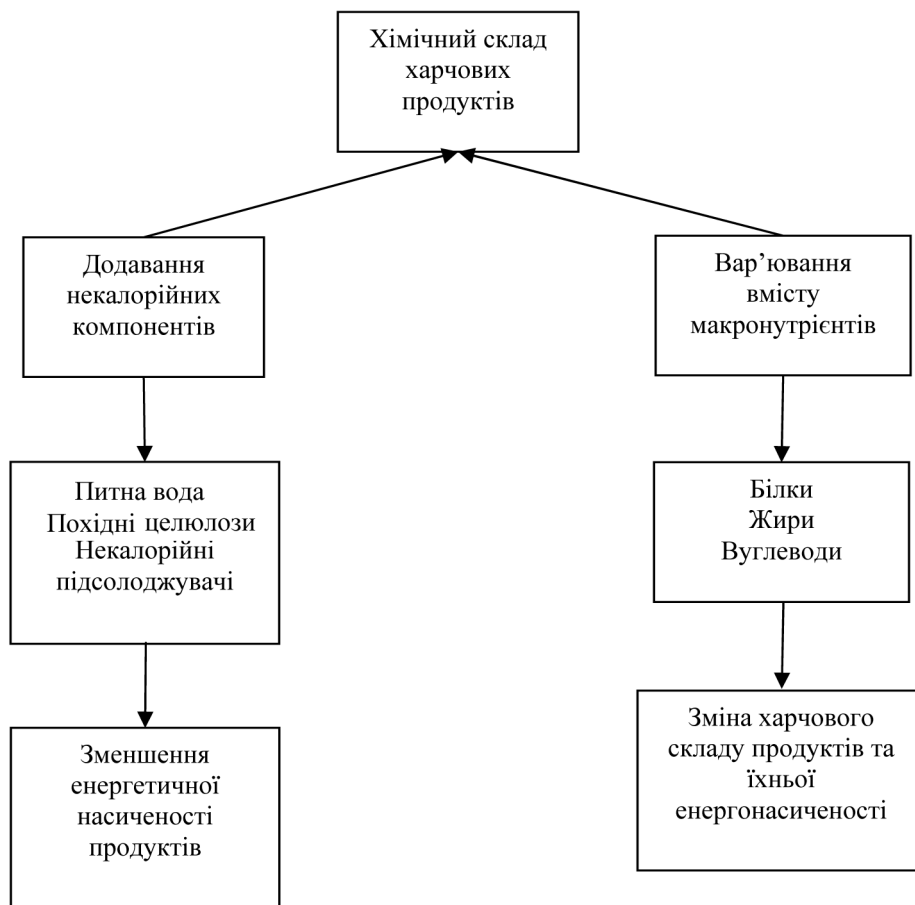


Рис. Зміна хімічного складу харчових продуктів.

А. Розведення раціону некалорійними компонентами

Розведення експериментальної дієти водою. R.J.Campbell та ін., вивчаючи споживання їжі худими і людьми з ожирінням за умов, коли енергетична ємність рідкого раціону була змінена з 1,5 ккал/мл до 0,75 ккал/мл, з'ясували, що худі пацієнти пристосовувались шляхом підвищеного споживання їжі, в той час як особи з ожирінням споживали менше енергії на 25%. Обсяг споживання в осіб з ожирінням також не збільшувався, коли їхня дієта була потай розбавлена. Внаслідок меншого споживання їхня маса тіла зменшувалась, але лише протягом перших десяти днів. Автори висловили думку, що особи з ожирінням не реагують на розведену дієту, тому що вони її не полюбляли. Все ж, ці спостереження свідчать про те, що худі люди добре реагують на розбавлення їжі, у той час як особи з ожирінням нездатні цього робити. O.W. Wooley, порівнюючи реакцію осіб з ожирінням і з нормальною масою тіла, так само, як і Campbell із співавторами, дійшов висновку, що обидві групи людей як з ожирінням, так і з нормальною масою тіла, погано компенсують дефіцит калорій. Spiegel, спостерігаючи лише за особами без ознак ожиріння, констатував непогане пристосування до розведеної дієти. В наступних двох спостереженнях вони стабілізували споживання на рівні 50 — 60 % від рівня до періоду дослідження.

Fomon і співавтори, використавши дослідження розведення дієти і виконавши перше спостереження на двох групах дітей з нормальною масою тіла, констатували, що група дітей, яка споживала розбавлену дієту, з'їдала близько 75 — 80 % від кількості, яку споживала контрольна група. Під час іншого спостереження на 30 дівчатках з нормальною масою тіла, коли протягом 41 дня група одержувала розбавлену дієту, вона споживала близько 75 % калорій порівняно з контрольною групою, яка вживала нерозбавлену дієту. Після 41 дня відсоток спожитих калорій у дослідної групи становив всього 85-91 % порівняно з контролем. Попри більшу компенсацію дефіциту калорій, ніж в попередніх спостереженнях, діти, які брали участь в обох експериментах, мали знижену масу тіла наприкінці експериментального періоду (112 дб). Результати виконаних спостережень свідчать про те, що питна вода може бути ефективним регулятором вживання енергії.

Б. Розведення дієти некалорійними підсолоджувачами

Porikos та ін. здійснили більш реальне спостереження, вивчивши вплив на організм натуральної їжі, а не дієтичної формули. Це стало можливим, адже дослідники, по-перше, розширили асортимент вживаних продуктів, які волонтери з ожирінням охоче споживають, щоб підвищити ма-

су тіла. Тим самим були ліквідовані негативні сторони рідкої дієти, зокрема її непереносимість, що могло викликати зменшення її споживання. По-друге, використання некалорійного високоінтенсивного підсолоджувача аспартама дало можливість не розбавляти дієту водою.

На сніданок і вечерю волонтери отримували їжу в порціях, що у 3 — 4 рази перевищувала кількість їжі, яку може з'їсти людина. У такий спосіб досягалось вільне задоволення потреб у їжі. Крім того, у спеціальних приміщеннях, велось цілодобове спостереження за споживанням енергії. Добровольці під час спостережень перебували як хворі у стаціонарі в лікарняних палатах і тому споживання ними їжі непомітно контролювалось. Замість цукру волонтери одержували інтенсивний підсолоджувач аспартам. Його додавали в напої, желе, десерти. Автори виконали три види різних спостережень. У першому 15-денному спостереженні 8 добровольців з ожирінням (6 жінок і 2 чоловіки) віком від 31 до 63 років і масою тіла, яка становила 124 — 134 % від нормальної, одержували основну дієту протягом 1 — 3 та 10 — 15 днів. На 4 — 9 дні вони одержували калорійно розбавлену їжу з аспартамом. Результати спостережень показали, що волонтери споживали в середньому 2667 ккал/добу, якщо одержували дієту з аспартамом, і 3413 ккал/добу, якщо дієта була з цукром. Отже, волонтери дослідної групи одержували на 23 % енергії менше, ніж контрольна група.

Результати усіх трьох спостережень були подібні. Як худі добровольці, так і з ожирінням стабілізували споживання їжі на рівні 85 % від основної дієти. Ці дані свідчать, що люди не в змозі точно регулювати споживання, якщо дієта так розбавлена, що її калорійність є меншою, ніж енергетичні потреби.

В. Розведення раціону харчовими волокнами

Спостереження, виконані ще в середині XX ст., показали, що при додаванні до раціону шурів харчових волокон виникає збільшення поїдання їжі. Енергетична компенсація відбувалася також при додаванні целюлози до раціону. Разом з тим, у 70-х роках XX ст. була помічена неадекватна компенсація енергії в ожирілих шурів. Отже, вивчення впливу розбавлення раціону харчовими волокнами на споживання енергії залишилось нез'ясованим.

До вивчення цієї проблеми вчені повернулись у 80-х роках XX ст. В цей період були проведені спостереження на 51 добровольці чоловічої статі з нормальною масою тіла і з ожирінням, яким до їжі додавали 5,2 або 0,2 г сирової клітковини. Було встановлено, що особи з ожирінням з'їдали значно менше їжі після вживання 5,2 г сирової клітковини, ніж після 0,2 г. Разом з тим, не було констатовано різниці в споживанні їжі у добровольців з нормаль-

ною масою тіла. Ці спостереження свідчать про те, що раціон з високим вмістом клітковини може сприяти втраті маси тіла у людей з ожирінням.

Зміна споживання енергії при збагаченні раціону харчовими волокнами супроводжувалась:

- зміною засвоювання нутрієнтів;
- збільшеною потребою в жуванні, що впливає на процес всмоктування;
- певним зменшенням абсорбції в тонкому кишечнику.

Дослідники Evans та Miller помітили, що особи, які вживали по 10 г метилцелюлози або по 9 г гуарової камеді із склянкою води за 30 хвилин до двох прийомів їжі (ланч та обід), втрачали масу тіла.

Потрібно зауважити, що в XX ст. сталася зміна в харчуванні населення Європи та США, а саме: із збільшенням споживання цукру та жиру зменшилось вживання крохмалю. Так, у раціоні жителів США вживання крохмалю зменшилось на 40 %. З 1889 по 1961 рр. загальне споживання вуглеводів зменшилось майже на 28 %, у той час як різниця у споживанні між загальною кількістю вуглеводів і простими вуглеводами в раціоні жителів США знизилась у понад 3 рази. Ці дослідження свідчать про те, що поширення ожиріння, не зважаючи на зменшення споживання їжі, є результатом значного зниження енергетичних витрат завдяки фізичній активності, але збільшення калорійної густини раціону також може відігравати певну роль. Отже, констатовано, що присутність харчових волокон у харчовому раціоні, зменшуючи калорійну густину, може зменшувати споживання енергії. Разом з тим для остаточного вирішення цього питання ще необхідні суворо контрольовані довготермінові спостереження.

Г. Зміна макронутрієнтного складу раціону

Сахароза. Значна кількість досліджень присвячена виникненню ожиріння при додаванні до раціону щурів сахарози. Але ожиріння у щурів не виникало в разі додавання сахарози до сухого раціону. Так, Laube та ін. згодовували щурам раціони, що містили 20, 50 і 70 % цукру, і не спостерігали зміни у масі тіла. Naim та ін., які згодовували щурам раціон, який містив 25 % цукру, також не спостерігали збільшення споживання їжі та маси тіла. A.M. Cohen та ін. використали раціон, який містив 67 % цукру, щоб відмітити статистично вірогідне збільшення маси тіла. Отже, щоб досягти гіперфагії та одержати збільшення маси тіла при додаванні цукру до сухого раціону, щури повинні споживати набагато вищі рівні цукру, ніж ті, які присутні в звичайному раціоні піддослідних щурів або людей.

Разом з тим доведено, що розчини цукру мають сильний вплив на приріст маси тіла. Щурі намагались з'їсти більшу кількість цукру, якщо він був розчинений у воді.

Запропоновано кілька гіпотез стосовно ме-

ханізму збільшення споживання енергії при додаванні сахарози до раціону. Згідно з однією з них, збільшене споживання сахарози призводить до гіперінсулінемії, яка, в свою чергу, сприяє підвищенню всмоктування вуглеводів. Але рівень глюкози в крові в цих дослідженнях споживання сахарози не досліджувався. Крім того, не було з'ясовано, чи підвищення рівня інсуліну в крові є необхідним для гіперфагії. Так, Geisemann спостерігав гіперфагію при споживанні високофруктозного раціону, хоча рівень інсуліну в крові при цьому не підвищувався.

Дослідники спостерігали підвищення маси тіла при споживанні сахарози, крохмалю або їжі, не дивлячись на те, що всі три групи щоденно споживали еквівалентну кількість енергії. Ці дані свідчать про вплив на організм на рівні обміну речовин. Vaselli та ін. довели, що не вид вуглеводів, а зменшення їх всмоктування призводять до зменшення ожиріння. Показано, що для гіперфагії необхідний стимул з боку головного мозку на синтез інсуліну в підшлунковій залозі.

Яке відношення мають ці дослідження до кількості цукру в раціонах людей? Треба зауважити, що не дивлячись на значну варіабельність в споживанні цукру населенням, максимальна його кількість у раціоні набагато менша, ніж та, яку споживали щури в експериментальних дослідженнях, хоча рівень його споживання коливався від 4 до 70 %. Дослідження, виконані у Великій Британії, показали, що раціон англійців містить 18 — 24 % сахарози. Ці дані свідчать про те, що експериментальні дані можна екстраполювати на людей, для яких характерним є широка варіабельність у їжі. Дослідження, виконані Kratz та Levinsky, показали, що якщо щурам пропонували різноманітність в їжі, включаючи сахарозу, то гіперфагія не виникала і не було надлишку в масі тіла. Отже, різноманітність їжі є дуже важливим чинником у процесі вивчення впливу сахарози на споживання енергії та масу тіла у людей. Але це питання залишається ще не дослідженим. Було б цікаво знати, чи виникають відмінності у споживанні енергії та масі тіла, якщо сахарозу споживають як окремий харчовий продукт, наприклад, у розчині, або її вживають разом з іншими харчовими продуктами. Проблема полягає в усвідомленні чинників, які б свідчили, як щури та люди конструюють свій раціон за умов, коли вони мають різний вибір. До цих пір ми не маємо чітких уявлень з цього питання. Неможливо звинуватити сахарозу в сучасному західному раціоні як чинника, відповідального за збільшення споживання енергії і значного поширення ожиріння, перш за все через відсутні відповідні експериментальні дані, а також тому, що кількість жиру в західних раціонах збільшена, а зменшення фізичної активності стає нормою.

Інші цукри. Результати експериментальних

досліджень показали, що коли до сухого раціону додавали дисахариди (мальтозу або сахарозу), то це викликало більш значне підвищення маси тіла, ніж додавання моносахаридів (глюкози, фруктози). Але якщо моно- і дисахариди розчиняли у воді, то результати від вживання глюкози і сахарози давали майже ідентичні результати відносно споживання енергії та підвищення маси тіла.

Комплекс вуглеводів. Дослідження, виконані Scrafani, показали, що щури, які знаходились на висококрохмальному раціоні, з'їдали більше їжі та мали більшу масу тіла. Автор також встановив, що цукор або крохмаль у розчині або у вигляді гелю більше сприяли збільшенню споживання їжі, ніж якщо вони були сухими і інкорпорованими в раціоні. Отже, коли щури мали можливість відчува-

Таблиця

Вплив розбавлення дієти на енергетичну цінність раціону (поглинання енергії)

Спостереження	Кількість	Тривалість, доби	Вік, роки	Стать		Маса тіла, % норми	Енергетична цінність раціону, ккал		% зменшення енергетичної цінності раціону	Результат
				чол.	жін.		основний	експерим. з аспартамом		
Додавання аспартamu замість цукру		15	31-63	2	6	124-134	3413		23	
Додавання аспартamu замість цукру	8 дорослих худих, 5 з ожирінням	15	21-50				3419 4131		26 21	
Додавання аспартamu замість цукру	12 худих		24-50	6	-		3632		24	
Додавання полієфіру сахарози							2163		23	Втрата маси тіла (0,42 кг)
Розведення водою	Дорослі худі Добровольці з ожирінням	10 10							25 35-50	
Розведення водою	Дорослі худі								35-50	
Розведення водою	22 (діти)	112	інфанти				133 ккал/дл	67 ккал/дл	20-25	Втрата маси тіла
Розведення водою	30 діти дівчатка інфанти	112	інфанти	30			100 ккал/дл	54 ккал/дл	25	Втрата маси тіла

ти запах полісахариду, тоді виникала зміна процесів його всмоктування. Подібні дані щодо спостережень на людях відсутні. Разом з тим, епідеміологічні дані свідчать, що в географічних зонах, де люди харчуються раціонами, які містять комплекс вуглеводів, ожиріння не є загально поширеним явищем. Навіть тоді, коли використовують багато інших варіантів, ці епідеміологічні дані не спричиняють ефекту крохмалю у збільшенні споживання їжі та не призводять до ожиріння у людей.

Жири. Результати експериментальних досліджень довели, що високожирові раціони викликають ожиріння у щурів та інших лабораторних тварин. Механізм виникнення ожиріння при поїданні високожирових раціонів полягає в тому, що тварини щоденно з'їдають більше їжі і більш ефективно засвоюють жир порівняно з іншими харчовими макронутрієнтами. Можна зауважити, що лабораторні тварини не здатні регулювати споживання енергії за умов вживання високожирових раціонів. Справа в тому, що високий вміст жиру в раціонах змінює їхній смак і текстуру і це задово-

лення сприяє споживанню більшої кількості калорій. Більша енергетична ефективність високожирової їжі доведена в експериментах, у яких щури, щоденно одержуючи однакову кількість калорій, більше збільшували свою масу тіла за умов споживання високожирового раціону. Підвищена енергетична ефективність високожирових раціонів є статистично достовірною порівняно з вуглеводними раціонами частково за рахунок меншої потреби в енергії при перетворенні жиру в процесах всмоктування, частково за рахунок процесів синтезу і відкладення жиру в організмі тварин порівняно із всмоктуванням вуглеводів та білків.

Тип жиру є важливим в накопиченні маси тіла. Твердий жир — більш ефективний у накопиченні маси тіла, ніж рідкі олії, а стать - не відіграє значної ролі. Ожиріння у тварин, викликане високожировим раціоном, є зворотним, якщо тварини в подальшому знову споживали низькожировий раціон. Що стосується людей, то здійснити подібні спостереження є важливим завданням науки про харчування.

Надійшла до редакції 12.12.2011