

MAGDALENA SKOTNICKA, NATALIA DURAJ

## **ROLA SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH W REGULACJI SYTOŚCI ORGANIZMU**

### **THE ROLE OF NUTRIENTS IN THE REGULATION OF BODY SATIETY**

Zakład Chemii, Ekologii i Towaroznawstwa Żywności,  
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
kierownik: prof. dr hab. Maria Śmiechowska

Celem pracy było przedstawienie roli wybranych składników odżywczych na sytość. W artykule zdefiniowano czym jest sytość i jakie są metody jej pomiaru.

W pracy przedstawiono wpływ poszczególnych składników odżywczych na kształtowanie sytości. Scharakteryzowano rolę białka, jaką odgrywa w krótko i długoterminowym uczuciu sytości. Skupiono się na funkcji błonnika i poszczególnych jego frakcji, ponieważ ilość włókna pokarmowego w najwyższym stopniu decyduje o właściwościach sycących produktów spożywczych. Opisano rolę tłuszczów i węglowodanów w zwiększaniu pojemności sycącej żywności. Wskazano na trudności w metodyce i interpretacji wyników dostępnych badań. Znajomość właściwości sycących poszczególnych składników żywności i produktów spożywczych może pomóc w komponowaniu diet i kontroli masy ciała. Stworzenie tabel sytości produktów spożywczych umożliwiłoby w przyszłości pomoc osobom walczącym z nadwagą, niepotrafiącym przestrzegać restrykcyjnych diet.

Etiopatogeneza otyłości jest wielkoczynnikowa. U podstawy wymienia się czynniki genetyczne, metaboliczne i środowiskowe, w tym żywieniowe. Za podstawowy cel prewencji uważa się wypracowanie ujemnego bilansu energetycznego, który można uzyskać poprzez zmniejszenie podaży energii dzięki wprowadzeniu reżimu dietetycznego w połączeniu ze zwiększeniem jej wydatkowania poprzez aktywność fizyczną. Jednak utrzymanie restrykcyjnej diety i stała kontrola masy ciała, są bardzo trudne do wykonania w praktyce. Często brakuje cierpliwości i motywacji do dalszego leczenia. Z tego powodu poszukuje się alternatywnych metod walki z otyłością. Niewątpliwie jednym z takich sposobów może być wykorzystanie Indeksu Sytości (IS) [8] oraz znajomość wpływu poszczególnych składników odżywczych na poziom sytości organizmu. Znajomość właściwości sycących produktów spożywczych i wykorzystanie ich w praktyce może przyczynić się do redukcji masy ciała, nie rezygnując jednocześnie z posiłków.

## SYTOŚĆ I METODY JEJ OZNACZANIA

Zachowania żywieniowe są złożoną reakcją pomiędzy łaknieniem, apetytem i sytością. Analiza czynników kształtujących zachowania żywieniowe jest kluczowa do zrozumienia tego co jemy i dlaczego. Głód definiowany jest jako fizjologiczna potrzeba jedzenia. Apetyt jest psychologiczną chęcią jedzenia, na którą wpływają wrażenia emocjonalne, społeczne i kulturowe. Odminnym odczuciem apetytu i głodu jest sytość, rozumiana jako stan pełnego nasycenia i przyjemnego uczucia pełności w żołądku.

Wpływ pokarmu na nasycenie i sytość w czasie opisuje „kaskada sytości”. Model definiuje cztery etapy: sensoryczny, poznawczy oraz przed- i poabsorpcyjny. Z początku największą rolę odgrywają oczekiwania co do smaku, zapachu, tekstury oraz wcześniejsze doznania związane z konkretnym posiłkiem. W momencie, gdy pokarm znajduje się w żołądku, na sytość zaczynają działać czynniki przedabsorpcyjne. Dochodzi do rozdęcia żołądka, po czym zostają wysłane sygnały do mózgu inicjujące sytość. W ostatniej fazie poabsorpcyjnej składniki odżywcze są wychwytywane przez receptory rozmieszczone w różnych częściach organizmu, w tym także w mózgu [3].

Opracowanie „kaskady sytości” pozwoliło ocenić mechanizmy wpływające na sytość organizmu. Funkcje sytości obejmują związek pomiędzy fizjologią obwodową i metabolizmem, który jest zależny od szeregu procesów w mózgu. Najbardziej znaczącą rolę odgrywają neuropeptydy przewodu pokarmowego i hormony peptydowe, uwalniane systematycznie po spożyciu pokarmu.

Regulacja przyjmowania pokarmów ma charakter krótko lub długoterminowy. Regulacja długoterminowa odpowiada za utrzymanie równowagi energetycznej ustroju. Zawiązana jest z mechanizmami determinującymi gospodarkę węglowodanową, aminokwasową i lipidową. Pobudzenie ośrodka sytości, przy jednoczesnym zahamowaniu ośrodka głodu, wiąże się ze wzrostem poziomu glukozy i aminokwasów we krwi oraz poziomem leptyny, której stężenie jest wprost proporcjonalne do ilości tkanki tłuszczowej. Z kolei regulacja krótkoterminowa przyjmowania pokarmu jest bezpośrednio związana z rodzajem i rozmiarem treści pokarmowej, obecnej w przewodzie. Właściwości chemiczne i fizyczne żywności determinują stopień rozciągnięcia ścian przewodu pokarmowego i pobudzenie mechanoreceptorów hamujących głód i promujących uczucie sytości. Jedynym poznanym peptydem pobudzającym apetyt jest grelina, produkowana w żołądku. Bierze ona udział w inicjacji posiłku. Krążąca w krwioobiegu grelina ma najwyższe stężenie bezpośrednio przed posiłkiem i szybko spada w jego trakcie. Sygnały krótkoterminowe odpowiadają za inicjowanie i zakończenie posiłku.

Nasycenie jest to przyjemny stan uczucia pełności po spożyciu posiłku. Określa on moment w którym zaprzestajemy konsumpcji. Sytość jest to uczucie, które towarzyszy człowiekowi po osiągnięciu stanu nasycenia do odczucia głodu. Długość czasu, w którym człowiek jest syty, zależy od ilości i składu spożytego pokarmu i wiąże się z oddziaływaniem czynników hormonalnych, metabolicznych i termicznych na ośrodkowy układ nerwowy. Możliwości pomiaru właściwości sycących produktów są bardzo ograniczone.

Prekursorem ilościowych pomiarów sytości poprzez określenie tzw. wydajności sycącej pożywienia był Kissileff [11]. Celem przeprowadzonych badań było określenie sycącej mocy żywności w zależności od składu substancji odżywczych i wartości energetycznej pożywienia. Na kanwie tych rozważań Holt [8] opracowała indeks produktów sycących (IS), jako wskaźnik, który określa w jakim stopniu konkretny produkt spożywczy jest w stanie zaspokoić odczucie

głodu. Produktem referencyjnym było pieczywo pszenne, które w skali Indeksu oznaczało 100% nasycenia. Wszystkie produkty mające >100% właściwości sycących określa się jako bardziej sycące niż białe pieczywo, natomiast <100% mniej sycące. Do określenia stopnia sytości wykorzystano zmodyfikowaną skalę (VAS), która stała się podstawą do stworzenia niestrukturyzowanej skali sytości. Obecnie rzadko wykorzystuje się wersję papierową. Coraz częściej stosuje się *Electronic Appetite Rating Scale* (EARS) i (EARS II), które bezpośrednio skanują dane z urządzenia i wyznaczają Indeks Sytości bardzo szybko, tworząc jednocześnie bazę danych. W 1997 Green [6] opracował (SQ) iloraz sytości, który wskazywał w jakim stopniu dany posiłek zmniejsza chęć do jedzenia. Obliczany jest na podstawie różnicy motywacji przed jedzeniem i po jedzeniu podzielonej przez wagę lub energetyczność spożytego posiłku. Motywację przed i po posiłku wyznaczano za pomocą wizualnych skal analogowych. Metoda ta jednak była obarczona dużym błędem, wynikającym z indywidualnych cech pacjentów. Ostatecznie z tej metody zrezygnowano. Równoległe badania nad wyznaczeniem siły sytnej produktów spożywczych prowadziła Rolls [15]. W szczególności skupiła się nad wpływem konkretnych składników odżywczych na właściwości sycące produktów spożywczych. Dzięki badaniom wyprowadziła wzór, za pomocą którego znając skład odżywczy, można obliczyć przybliżoną wartość współczynnika sytości dla produktów i posiłków. Początkowo Rolls skupiła się nad wpływem wielkości porcji i kaloryczności produktów spożywczych na sytość jaką wywołują. Wyniki wskazywały na to, że wraz ze wzrostem objętości porcji i zawartości wody w posiłku zwiększały się właściwości sycące badanych produktów. Wartość współczynnika sycącego produktów obliczona ze wzoru mieściła się w przedziale 0,5-5. Im wyższa wartość liczbowo, tym produkt posiadał lepsze właściwości sycące. Punktem odniesienia było białe pieczywo, którego siła sycąca wynosiła 1,8. Na podstawie jej wyliczeń stworzono wskaźnik *fullness factor* (FF) jako marker sytości, wykorzystywany w aplikacji *Nutrition Data*. Prace badawcze skupione są również na innych metodach opisujących zjawiska uczucia głodu i sytości, takich jak: pomiar DIT czyli miara utlenienia składników odżywczych w organizmie czy markery CNS (*Central Nervous System*) badane pod kątem odczucia sytości specyficznie sensorycznej SSS (*Sensory-specific satiety*). Sytość sensorycznie specyficzną definiuje się jako postępujący w miarę jedzenia spadek przyjemności odczuwanej w następstwie reagowania na właściwości sensoryczne aktualnie spożywanego pokarmu, przy jednoczesnej gotowości do spożywania produktów o odmiennych cechach sensorycznych. Sytość sensorycznie specyficzną mierzy się spadkiem ochoty na dalsze spożywanie jedzonej żywności, uwidaczniającym się po kilku minutach od rozpoczęcia spożywania posiłku i trwającym do kilku godzin. Wytworzenie sytości sensorycznie specyficznej nie jest powodowane rozciągnięciem ścian żołądka ani czynnikami metabolicznymi czy termicznymi, które decydują o pojawieniu się zwykłego odczucia sytości i zazwyczaj nie jest jednoznaczne z czasem zakończenia posiłku. To pokazuje jak silny wpływ na odczuwanie sytości mają inne elementy o charakterze psychologiczno-behawioralnym.

## WPŁYW SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH NA SYTOŚĆ

Znajomość procesów sterujących uczuciem sytości jest konieczne do zrozumienia wpływu poszczególnych składników odżywczych na zasycenie organizmu. Obecne diety propagowane w celu redukcji masy ciała, skupiają się przede wszystkim na eliminowaniu lub spożywaniu w nadmiarze jednego typu składnika odżywczego. Alternatywą dla restrykcyjnych diet może

być metoda żywienia oparta na Indeksie Sytości posiłków. Znając siłę sycącą produktów spożywczych, można opracować dietę, minimalizującą głód i jednocześnie zmniejszającą spożycie energii. W tym celu niezbędne jest poznanie właściwości sycących podstawowych składników żywności i ich wpływu na organizm człowieka.

## WŁAŚCIWOŚCI SYCĄCE BIAŁEK

Przeprowadzono wiele badań dotyczących wpływu białka na odczuwanie sytości. Większość z nich dowiodło, że białko ma większy wpływ na sytość w porównaniu z węglowodanami lub tłuszczami. Obecne dane sugerują, że podniesienie spożycia białka odgrywa kluczową rolę we wzroście sytości. Większość badań służących obliczeniu siły sytnej protein wykorzystuje skalę (VAS) do oceny uczucia głodu i sytości. Bayham i wsp. [2] prowadzili badania na grupie pacjentów z nadwagą, podając im dwa rodzaje śniadań przez 7 dni. W pierwszym przypadku danie oparte było na jajach, a w drugim na produktach zbożowych. Oba zestawy charakteryzowały się tą samą gęstością energetyczną (1,36 kcal/g) i tą samą zawartością białka (19,8%). Jedyna różnica wynikała z różnych wartości PDCAAS (wskaźnik strawności aminokwasów białek). W przypadku śniadań opartych na jajach wartość wskaźnika PCCASS była dwukrotnie wyższa. Uzyskane wyniki sugerowały, że spożycie dań wysokobiałkowych kształtuje szczególnie sytość długoterminową. Jednak uczucie sytości w przypadku produktów zbożowych trwało dłużej, co prawdopodobnie związane było ze zwiększoną zawartością błonnika w stosunku do śniadania złożonego z produktów zwierzęcych. Badania nad sytością produktów wysokobiałkowych na śniadanie prowadzili również Meinert i wsp [13]. Studentom serwowano wieprzowinę na pierwszy posiłek. Spożycie mięsa obniżyło uczucie głodu po 4 h po spożyciu i obniżyło chęć spożycia lunchu w stosunku do próby kontrolnej, niezawierającej dania z wieprzowiny. Następstwem tego był lunch o obniżonej energetyczności. Powyższe badania potwierdziły tezę o roli białka w długoterminowym uczuciu sytości. Nawiązując to do badań Indeksu Sytości (IS) zaproponowanej przez Holt [8]. Czas badania sytości w tym doświadczeniu (120 min) jest zazwyczaj zbyt krótki, aby jednoznacznie ocenić siłę sycącą produktów białkowych. Potwierdzają to badania prowadzone w wielu ośrodkach, gdzie właściwości sycące produktów wysokobiałkowych w krótkim czasie były na niskim poziomie. Karalus i wsp. [9] prowadzili doświadczenia podając pacjentom izokaloryczne śniadania (240 kcal) o zróżnicowanej zawartości białka i różnych źródłach ich pochodzenia. Wyniki badań potwierdziły, że wysokobiałkowe śniadania oparte na jajach i kielbaskach zapewniają lepszą kontrolę apetytu w stosunku do śniadań o niskiej zawartości białka. W innych badaniach [6] mierzono uczucie sytości po spożyciu białka wołowy, kurczaka i ryb. Produkty rybne okazały się najbardziej sycące. Może wynikać to z różnic w zawartości i składzie aminokwasów, objętości posiłku i zawartości wody.

Wiele publikacji poświęcono wzbogacaniu żywności w białka, w celu osiągnięcia wyższej siły sycącej produktów spożywczych. Prowadzono doświadczenia nad wpływem białka serwatki i kazeiny na zasycenie organizmu. Jednak wyniki badań wielu autorów dowiodły, że dodatek białek serwatki nie powoduje utraty wagi, ani nie zwiększa sytości. Potwierdzają to analizy autorów, którzy oprócz serwatki badali również wpływ glikomakropeptydu (GMP) na sytość. W przypadku dodatku GMP do napoju bogatego w węglowodany nie zanotowano istotnych różnic, natomiast wzbogacenie napoju wysokobiałkowego w GMP podniosło siłę sycącą w

badanym produkcie w stosunku do produktu referencyjnego. Podobne wyniki sugeruje Poppit i wsp [14]. Analiza opierała się na testowaniu napojów bogatych w serwatkę przez otyłe kobiety. Podawane napoje znacząco podniosły krótkoterminowe uczucie sytości, jednak nie dały takich samych efektów po 2 godzinach. Próba określenia wpływu białek na sytość do chwili obecnej jest tematem nie do końca poznany. Kwestią dyskusyjną są stosowane metody badawcze i wynikające z tego problemy związane z interpretacją wyników. Spożywanie wielu rodzajów białek jednocześnie, w połączeniu z innymi komponentami pożywienia utrudnia jednoznaczne określenie roli białka w kształtowaniu uczucia sytości.

## WŁAŚCIWOŚCI SYCĄCE WĘGLOWODANÓW

Ze względu na procesy trawienne węglowodany dzielimy na przyswajalne i nieprzyswajalne. Do przyswajalnych, z których organizm czerpie energię, zalicza się jednocukry, dwucukry oraz wielocukry, zwłaszcza skrobię i glikogen. Sacharydy przyswajalne są rozkładane przez enzymy trawienne przewodu pokarmowego do cukrów prostych. Mono- i disacharydy, ze względu na szybkość trawienia, wpływają gwałtownie na podniesienie stężenia glukozy we krwi, co w krótkim czasie może dać uczucie sytości, które jednak szybko jest tłumione. Przebadano liczne cukry w kontekście ich wpływu na odczuwanie sytości. Przegląd badań dotyczących skutków spożycia rafinowanych cukrów na sytość i nastrój pokazuje, że trudno określić związek pomiędzy nimi. Dzieje się tak dlatego, że cukry mają duży wpływ na (SSS) sytość sensorycznie specyficzną oraz ze względu na hedonistyczne znaczenie słodkości [7]. Wiele badań na temat węglowodanów i sytości skupiło się na wpływie Indeksu Sytości i Ładunku Glikemicznego oraz wzajemnej korelacji między nimi. Oddziaływanie IG i ŁG na sytość jest skomplikowaną interakcją wielu składników odżywczych. Prowadzono badania, których celem była ocena związku pomiędzy odpowiedzią glikemiczną organizmu i jej wpływem na uczucie sytości i kontrolę wagi. Stwierdzono, że żywność o niskim IG dawała większe efekty sycące niż żywność o wysokim IG. Z kolei w badaniu, w którym uczestnicy stosowali dietę o wysokim lub niskim IG przez okres 8 dni, nie stwierdzono wpływu IG na sytość ani na ilość spożywanej energii [4]. Większość doświadczeń wskazujących na właściwości sycące węglowodanów skupia się na ich nieprzyswajalnej formie, o czym będzie mowa w następnej części.

## WŁAŚCIWOŚCI SYCĄCE BŁONNIKA

Wpływ diety bogatej w błonnik w terapii leczenia otyłości jest znany od wielu lat. Jej korzystne działanie potwierdzają liczne badania. Tucker i Thomas badali pacjentki, którym zwiększono dzienne spożycie błonnika. Spadek wagi, który odnotowano związany był z obniżeniem tłuszczowej masy ciała [16]. Z kolei Keenan sugerował, że włókna roślinne mogą obniżać masę ciała, ale wówczas, gdy są podane w odpowiednich proporcjach. Z drugiej strony stawia się tezę, że spożycie produktów wysokobłonnikowych podnosi sytość i obniża uczucie głodu [10]. W wielu badaniach udowodniono, że produkty pełnoziarniste (zawierające wyższe ilości błonnika) wzmagają uczucie sytości (zawłaszcza długotrwałej). W innych doświadczeniach oceniono wpływ diet o wysokiej i niskiej gęstości energetycznej na odczuwanie sytości. Dieta o wysokiej gęstości energetycznej opierała się na produktach bogatych w tłuszcz i cukier,

uboga była w błonnik. Natomiast dieta o niskiej gęstości energetycznej była bogata w błonnik, a uboga w tłuszcz. Wykazano, że czas spożywania posiłków o niskiej gęstości energetycznej był dłuższy o 33%.

Późniejsze badania z wykorzystaniem szpinaku i marchwi potwierdziły tezę, że żywność przetworzona ma mniejszy efekt sycający, głównie ze względu na uboższą zawartość włókna pokarmowego. Na wartość sytną błonnika wpływają także inne czynniki takie jak stopień przetworzenia, rozdrobnienia żywności oraz gęstość energetyczna produktu. Badania nad włóknami pokarmowymi wskazują, że im wyższa jego zawartość w posiłku (zalecane powyżej 10 g) lub dawka dzienna wyższa niż 30 g, tym większy wpływ na sytość. Włókna bardziej lepkie jak pektyny czy guma guar są najbardziej skuteczne w zwiększaniu odczuwania sytości. Tego rodzaju włókna wydłużają pasaż jelitowy i absorpcję składników odżywczych, przez co stymulują mechanizmy sytości już przed ich absorpcją, jak i po absorpcji. Wypełniający efekt działania błonnika powoduje wydłużenie procesów żucia i zwiększa rozżucie ścian żołądka, co dodatkowo stymuluje uczucie sytości. Wykazano, że włókna nie fermentujące posiadają większą pojemność sycącą, podobnie jak i włókna lepkie (guma guar, psyllium, ksantan).

Tematem wielu badań są nowe włókna pokarmowe, które w wyniku reakcji z kwasem żołądkowym tworzą żel w żołądku. Testuje się je pod względem ich wpływu na odczuwanie sytości i spożycie energii. Stosowanie diet wysokobłonnikowych zmniejsza uczucie głodu i późniejszy pobór energii, jednocześnie poprawiając glikemię u osób z cukrzycą typu 2. Włókno pokarmowe obniża frakcję LDL cholesterolu oraz przyczynia się do długoterminowej kontroli masy ciała. Coraz częściej analizy skupiają się nad wpływem poszczególnych frakcji błonnika na poziom sytości. W kontekście tych rozważań włókno rozpuszczalne wydaje się być ważniejszym elementem, determinującym sytość niż błonniki nierozpuszczalne. Jego mechanizm działania został lepiej zbadany w licznych publikacjach [1]. Frakcja ta ma zdolność wiązania wody. W związku z tym zwiększa się objętość posiłku. W pierwszej kolejności następuje mechaniczne rozciąganie ścian żołądka, co powoduje wysyłanie informacji o przyjęciu pokarmu do podwzgórza, ale także wzrost wydzielania leptyny.

Prawdopodobnie błonnik jest jednym z najważniejszych komponentów żywności, determinujących i wpływających na sytość, przy jednoczesnym udziale wody.

## WŁAŚCIWOŚCI SYCĄCE TŁUSZCZÓW

Tłuszcze wpływają na sytość poprzez opóźnianie opróżniania żołądka, stymulowanie hormonów jelitowych i supresję działania greliny. Jednak sugeruje się, że wpływ tłuszczów na odczuwanie sytości jest mniejszy niż białek i węglowodanów [7]. Pogląd ten nie jest potwierdzony we wszystkich badaniach. Finlayson i wsp. badali właściwości sycące w izokalorycznych porcjach po spożyciu *ad libitum* posiłków o różnej zawartości tłuszczu i węglowodanów, wśród osób z nadwagą i otyłych. Badania potwierdziły, że produkty HFLC dawały słabsze odczucie sytości niż LFHC, przy spożyciu *ad libitum*. Natomiast przy kontrolowanym poborze tłuszczu i węglowodanów również posiłek LFHC powodował wyższe uczucie pełności w żołądku w stosunku do HFLC [15]. W dalszych badaniach, porównywano wpływ trzech rodzajów śniadań na apetyt i spożycie energii podczas obiadu, 5 godzin później i aż do godziny 23.00. Śniadania dzieliły się na bogate w białko, w węglowodany i w tłuszcz. Wszystkie zaproponowane kompozycje charakteryzowały się tą samą gęstością energetyczną. Wykazano, że śniadania



bogate w tłuszcze przyczyniały się do skrócenia czasu chęci spożycia kolejnego posiłku i wystąpienia szybszego uczucia głodu.

Z kolei Kozimor [12] przeprowadziła badania mające na celu ocenę poszczególnych rodzajów tłuszczów i ich wpływu na stan głodu i sytości. Porównano jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) i nasycone kwasy tłuszczowe (SFA) na poziom hormonu (PYY) i subiektywne uczucie pełności w żołądku. Poposiłkowa odpowiedź (PYY) była zdecydowanie niższa dla posiłków skomponowanych na bazie (MUFA), natomiast produkty bogate w SFA uzyskały największe odczucie zasycenia w porównaniu z (MUFA) i (PUFA) kolejno. Jedynie istotną korelację zaobserwowano między poziomem (PYY) a sytością obliczoną za pomocą skali (VAS) w przypadku śniadań bogatych w kwasy tłuszczowe nasycone (SFA).

Porównania jakościowe różnych kwasów tłuszczowych i ich roli w kształtowaniu sytości i poposiłkowej termogenezy dokonali Casas i wsp. Analizie poddano trzy rodzaje posiłków w izokalorycznych porcjach. Dania opierały się na wielonienasyconych kwasach tłuszczowych pozyskanych z orzecha włoskiego, jednonienasyconych kwasach tłuszczowych oliwy z oliwek i nasyconych kwasach tłuszczowych pochodzących z nabiału. Wyniki sugerowały, że jakość tłuszczu determinuje termogenezę, jednak wyniki dotyczące wpływu tłuszczy pochodzących z różnych źródeł na sytość są niejednoznaczne. Długość łańcucha kwasów tłuszczowych, a także ich stopień nasycenia wpływa na wchłanianie i metabolizowanie tłuszczów w organizmie. Szczególnie średnio i krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe mogą promować zwiększenie uczucia sytości [14]. Dodatkowo wysoka smakowość żywności bogatej w tłuszcz może przyczynić się do nadkonsumpcji tego rodzaju produktów. Sugeruje się także, że może mieć to wpływ na odczuwanie sytości.

## PODSUMOWANIE

Badania sytości produktów spożywczych skupiają się na skutkach metabolicznych różnych składników odżywczych w układzie pokarmowym. Występowanie uczucia sytości zależy od wielu czynników i ma charakter indywidualny. Na podstawie literatury można uznać, że najbardziej sycące są produkty bogate w błonnik rozpuszczalny w wodzie, który pobudza mechanizmy generujące uczucie sytości. Wśród makroskładników, uznaje się że najbardziej sycące są produkty zawierające białko zwierzęce. Wykorzystanie takich produktów daje długotrwałe uczucie pełności i zmniejsza pobór energii przy następnym posiłku.

Wśród licznych publikacji skupiano się na scharakteryzowaniu wpływu poszczególnych składników na uczucie sytości. Niemniej jednak metody dotychczas zaproponowane są obarczone błędem. Opierają się jedynie na składzie chemicznym produktów spożywczych i subiektywnej ocenie badających, nie uwzględniając cech fizycznych takich jak: lepkość, konsystencja, objętość czy temperatura podania. Określenie siły sycącej poszczególnych składników jest bowiem bardzo skomplikowane i złożone. Dodatkowo większość publikacji oparta jest na badaniach produktów jednoskładnikowych. Wyznaczenie Indeksu Sytości dla żywności wieloskładnikowej i wysokoprzetworzonej jest szczególnie utrudnione. Żywność wygodna, która jest taka popularna wśród konsumentów zawiera liczne dodatki do żywności tj. glutaminian sodu, inozylian disodowy czy substancje wypełniające, które mogą fałszować uczucie nasycenia. Natomiast substancje smakowo-zapachowe dodawane do żywności mogą opóźniać

czas zakończenia posiłku i zwiększając jednorazowe porcje spożycia. Metoda zaproponowana przez Holt i późniejsze jej modyfikacje nie uwzględniają indywidualnych preferencji i awersji pokarmowych. Z tego powodu wyznaczenie poziomu sytości w oparciu tylko o dane podstawowych składników odżywczych jest niewystarczające. Konieczne jest poszukiwanie takiego modelu matematycznego, który uwzględniałby wszystkie krytyczne parametry decydujące o sytości i jednocześnie mogłyby być wykorzystywane w praktyce jako narzędzie pomocnicze w walce z otyłością.

Często tradycyjne metody leczenia otyłości są nieskuteczne, ponieważ utrzymanie reżimu dietetycznego, dożywnotnej kontroli masy ciała i samodyscypliny przez długi czas stanowi zazwyczaj wielkie wyzwanie. Pacjenci rezygnują z kuracji i powracają do dawnego stylu odżywiania. Obecnie coraz częściej specjaliści skupiają się na opracowaniu metod utraty i kontroli masy ciała, która byłaby lepiej tolerowana przez pacjentów i umożliwiałaby zmniejszenie odczuwania głodu. Znajomość wpływu poszczególnych składników żywności kształtujących sytość i stworzenie tabel sytości mogłoby w dużym stopniu ułatwić praktyczne planowanie diety i układanie jadłospisów.

## PIŚMIENNICTWO

1. Adam C. L., Thomson L. M., Williams P. A., Ross A. W.: Soluble dietary fibre (pectin) increases satiety and decreases adiposity in fat rats on a high fat diet. *Proc. Nutr. Soc.* 2015, 74 (OCE1), E140.
2. Bayham B. E., Greenway F. L., Johnson W. D., Dhurandhar N. V.: A randomized trial to manipulate the quality instead of quantity of dietary proteins to influence the markers of satiety. *J. Diabetes Complicat.* 2014, 28, 4, 547.
3. Bellisle F., Blundell J. E.: Satiety, satiety: concepts and organization of behavior. W: *Satiety, satiety and the control of food intake: theory and practice*. Ed. J. E. Blundell, F. Bellisle. Oxford: Woodhead Publishing, 2013, 8-10.
4. Bornet F. R. J., Jardy-Gennetier A. E., Jacquet N., Stowell J.: Glycemic response to foods: impact on satiety and long-term weight regulation. *Appetite* 2007, 49, 3, 53.
5. Finlayson G., Gibbons C. H., Cauwell P., Hopkins M., Blundell J. E.: Differential effect of fat and carbohydrate composition meals on food hedonics, satiety and satiety. *Appetite* 2015, 91, 439.
6. Green S. M., Delargy H. J., Joanes D., Blundell J. E.: A satiety quotient: a formulation to assess the satiating effect of food. *Appetite* 1997, 29, 3, 291.
7. Hammersley R., Reid M., Duffy M.: How may refined carbohydrates affect satiety and mood? *Nutr. Bull.* 2007, 32, suppl. 1, 61.
8. Holt, S. H. Miller J. C., Petocz P., Farmakalidis E.: A satiety index of common foods. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1995, 49, 9, 675.
9. Karalus M., Braisas L., Zaripheh S.: The effect of commercially prepared breakfast meals with varying levels of protein on acute satiety in non-restrained woman. *Meat Sci.* 2015, 101, 105.
10. Keenan H. A., Doria A., Aiello L. P., King G. L.: Positivity of C-peptide, GADA, and IA2 antibodies in type 1 diabetic patients with extreme duration. *Diabetes* 2006, 55, suppl. 1, A65.
11. Kissileff H. R.: Satiating efficiency and strategy for conducting food loading experiments. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 1984, 8, 1, 129.
12. Kozimor A., Chang H., Cooper J. A.: Effects of dietary fatty acid composition from a high fat meal on satiety. *Appetite* 2013, 69, 39.
13. Meinert L., Kehlet U., Aaslyng M. D.: Consuming pork proteins at breakfast reduces the feeling of hunger before lunch. *Appetite* 2012, 59, 2, 201.
14. Poppitt S. D., Strik C. M., MacGibbon A. K. H., McArdle B. H., Budgett S. C., McGill A.-T.: Fatty acid chain length, postprandial satiety and food intake in lean men. *Physiol. Behav.* 2010, 101, 1, 161.
15. Rolls B. J.: The role of energy density in the overconsumption of fat. *J. Nutr.* 2000, 130, 2S suppl., 268S.
16. Tucker L. A., Thomas K. S.: Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *J. Nutr.* 2009, 139, 3, 576.



M. Skotnicka, N. Duraj

## THE ROLE OF NUTRIENTS IN THE REGULATION OF BODY SATIETY

### Summary

The objective of this study was determining the influence of selected nutrients on satiety. Satiety and methods of satiety measurement were defined.

The study showed the influence of the selected nutrients on the level of satiety. Characterized the role of protein in short-term and long-term effect on satiety. The article focuses on functions of fiber and its various fractions. The amount of dietary fiber in the products in the highest degree determines properties of satiety in food. The role of fats and carbohydrates in increasing the power of satiety was described in this article. They showed many problems in methodology and interpretation of results of available examinations.

The awareness of satiating properties of each food product may help in diet composition and body weight control. Nutrients Satiety Index tables may serve people fighting obesity and failing to follow a strict diet in the future.

Adres: dr inż. Magdalena Skotnicka

Zakład Chemii, Ekologii i Towaroznawstwa Żywności GUMed

ul. Powstania Styczniowego 9b, 81-519 Gdynia

e-mail: skotnicka@gumed.edu.pl

