

Nietolerancja laktozy

Cukier mleczny

Laktaza – sprawca cełego zamieszania

Typy niedoboru laktozy

Diagnostyka

Spożycie produktów mlecznych w Polsce

Mleko i nie tylko – źródła laktozy w diecie

Produkty o obniżonej zawartości laktozy

Suplementacja enzymem

Cukier mleczny

Laktoza, czyli cukier mleczny, jest organicznym związkiem chemicznym należącym do węglowodanów. Jest disacharydem czyli dwucukrem złożonym z dwóch prostszych cząsteczek: D-galaktozy i D-glukozy połączonych specyficznym wiązaniem chemicznym, tzw. wiązaniem β -1,4-glikozydowym. Laktoza jest głównym cukrem występującym w mleku ssaków, jego zawartość w mleku krowim wynosi ok 5% a w ludzkim ok. 7%. Nie może być jednak bezpośrednio wchłonięta przez organizm z układu pokarmowego. Dlatego musi ulec rozłożeniu do cukrów prostych na skutek działania enzymu laktazy.

Laktaza – sprawca całego zamieszania

Laktaza (E.C. 3.2.1.108) jest enzymem produkowanym przez komórki znajdujące się w rąbku szczoteczki nabłonka jelita cienkiego. Ma aktywność β -galaktozydazy, co oznacza, że jest w stanie (w uproszczeniu) przecinać wspomniane wcześniej wiązanie chemiczne występujące w cząsteczce laktozy. U większości ssaków, w tym również u człowieka, aktywność laktazy zmniejsza się wraz z wiekiem. Aktywność laktazy w jelicie cienkim jest największa w okresie niemowlęcym, kiedy mleko matki jest głównym źródłem pokarmu dziecka. Mleko pozostaje jedynym źródłem pokarmu ssaków stosunkowo krótko. Z czasem, gdy mleko jest stopniowo zastępowane przez inne pokarmy, laktaza zasadniczo nie jest już potrzebna w organizmie dlatego jej aktywność spada wraz z wiekiem do ok. 1/10 wartości początkowej (czasem spadek jest jeszcze większy). Jednak wraz z rozwojem hodowli zwierząt i mleczarstwa mleko zwierzęce weszło na stałe w skład diety człowieka. Przystosowanie do nowej diety zaowocowało w niektórych populacjach pojawieniem się specyficznych mutacji, które umożliwiają produkcję laktazy w organizmie przez cały okres życia człowieka. [1,4]

Wrodzony lub nabyty brak możliwości syntezy laktazy przez organizm człowieka skutkuje nieprzyjemnymi dolegliwościami układu pokarmowego podczas ekspozycji na ten cukier, co objawia się jego tzw. nietolerancją. Jeśli niestrawiona część laktozy przechodzi przez jelito cienkie do jelita grubego, mogą zachodzić różne procesy biochemiczne i fizjologiczne, w których

uczestniczą bakterie jelitowe. Bakterie te fermentują laktozę do kwasów i gazów. Produkty fermentacji bakteryjnej laktozy to przede wszystkim wodór, dwutlenek węgla, metan (odpowiedzialne za wzdęcia, przelewanie i kolki) oraz krótkołańcuchowe kwasy organiczne (kwas mlekowy, octowy, propionowy, masłowy itd.) działające drażniąco na błonę śluzową jelita. W procesach fizjologicznych nagromadzona laktoza powoduje wzrost ciśnienia osmotycznego i przechodzenie wody z tkanek do jelita, co prowadzi do biegunki. Przewlekła biegunka, połączona z podrażnieniem jelit i przyspieszoną perystaltyką może prowadzić do niedożywienia i odwodnienia organizmu. [1,2,3,4,5]

Typy niedoboru laktazy

Wyróżniono trzy rodzaje niedoboru laktazy:

- a) alaktazja – wrodzony niedobór laktozy,
- b) hipolaktazja dorosłych – pierwotny niedobór laktazy, jest to stan naturalny u dużej części ludzkiej populacji,
- c) wtórny niedobór laktazy – nabyty.

Całkowity brak laktazy w organizmie jest nazywany alaktazją i występuje bardzo rzadko. To wrodzony błąd metaboliczny, powodujący różne objawy kliniczne, np. biegunkę występującą od urodzenia u noworodków (niedługo po spożyciu nawet niewielkiej ilości mleka matki). W przypadku tego schorzenia wymagane jest stosowanie diety bezlaktozowej przez całe życie.

Pierwotny niedobór laktazy (hipolaktazja dorosłych) może dotyczyć w Polsce nawet 37% społeczeństwa. [4] Ten rodzaj niedoboru wynika z opisanego wcześniej naturalnego procesu utraty aktywności laktazy wraz z wiekiem.

Do nietolerancji laktozy może doprowadzić także wtórny, czyli nabyty niedobór laktazy. Jest on wynikiem chorób bądź różnych czynników, które doprowadzają do uszkodzenia nabłonka i kosmków jelitowych, produkujących laktazę, np.:

- choroba Leśniowskiego-Crohna (szczególnie w fazie ostrej i w okresie przechodzenia w stan remisji);
- martwicze zapalenie jelita,

- choroba Whipple'a
- zespół krótkiego jelita;
- infekcje żołądkowo-jelitowe, np. ostra lub przewlekła biegunka – wywołana przez bakterie (najczęściej *Escherichia coli* i *Salmonella*) lub wirusy (zwykle rotawirusy i adenowirusy);
- zakażenia pasożytnicze przewodu pokarmowego: lamblioza, gardiaza, tasiemczyca
- celiakia;
- choroba Duhringa (skórna manifestacja nietolerancji glutenu);
- alergia pokarmowa, np. alergia na białko mleka krowiego lub soi;
- mukowiscydoza;
- przyjmowanie leków, takich jak antybiotyki czy kwas acetylosalicylowy

Nietolerancja laktozy

Bez względu na to, jakie podłoże ma niedobór laktazy, objawy nietolerancji laktozy pojawiają się jako wynik tego samego mechanizmu. Nietolerancja laktozy oznacza wystąpienie klinicznych objawów po spożyciu laktozy z powodu braku możliwości jej strawienia i wchłonięcia. Do zaburzeń wchłaniania laktozy dochodzi w wyniku nieprawidłowego, trawienia, ograniczenia powierzchni wchłaniania, zmniejszonego transportu przez błonę komórkową enterocytów (są to komórki jelita cienkiego, budujące nabłonek błony śluzowej) oraz oddziaływania patologicznej flory bakteryjnej jelita. Nietolerancję laktozy należy odróżnić od alergii na mleko.

Alergia pokarmowa to stan chorobowy, w którym dolegliwości uwarunkowane są mechanizmami immunologicznymi. W momencie dostania się alergenu do przewodu pokarmowego organizm wytwarza przeciwciała, starając się go unieszkodliwić, a następnie usunąć z organizmu. W takiej reakcji bierze udział grupa przeciwcia, tzw. immunoglobuliny E (IgE). [2,5].

W przypadku nietolerancji laktozy taka sytuacja nie ma miejsca. Reakcja alergiczna może jednak zostać wywołana np. przez białka występujące w mleku.

Objawy nietolerancji laktozy są niespecyficzne i przypominają objawy wielu chorób przewodu pokarmowego (zwłaszcza zespołu jelita drażliwego). Pojawiają się bowiem:

- biegunki (stolce mają charakterystyczny kwaśny zapach)
- wzdęcia
- bóle brzucha
- „przelewanie” w jamie brzusznej
- oddawanie nadmiernej ilości gazów
- kolki u niemowląt
- nudności i wymioty (u niektórych). [1,2,3,4,5]

Stopień nasilenia tych objawów w głównej mierze zależy od ilości spożytej laktozy (im większa dawka, tym objawy są bardziej nasilone), a także od stopnia niedoboru laktazy i postaci spożytego pokarmu zawierającego laktozę. Należy zaznaczyć, że objawy nietolerancji laktozy pojawiają się najczęściej po kilku lub nawet kilkunastu godzinach od spożycia tego cukru. W związku z tym chorzy często nie widzą związku między dolegliwościami a spożywaniem mleka i jego przetworów.

Diagnostyka

Diagnostyka nietolerancji laktozy opiera się głównie o analizę wywiadu lekarskiego, dietetycznego i obrazu klinicznego oraz bezpośrednich i pośrednich badaniach diagnostycznych. Najpopularniejszym badaniem sprawdzającym jak trawiona jest laktoza jest pomiar stężenia wodoru w wydychanym powietrzu oraz test tolerancji laktozy z krwi (metody pośrednie). Do tych oznaczeń można dołączyć również badanie pH kału. Pierwotną oraz wrodzoną nietolerancję można potwierdzić wykonując biopsję jelita cienkiego lub badania genetyczne (metody bezpośrednie).

Pomiar stężenia wodoru opiera się na założeniu, że u zdrowego człowieka gaz ten jest niemal nieobecny w wydychanym powietrzu. Natomiast u osób nietolerujących laktazę niestrawiony dwucukier jest fermentowany przez bakterie w jelicie grubym. Na skutek fermentacji powstają gazy, m.in. wodór, który dyfunduje do naczyń krwionośnych a następnie wraz z krwią

dostaje się do płuc skąd jest wydychany. Pacjenci poddawani temu badaniu piją roztwór laktozy a następnie w równych odstępach czasu bada się obecność wodoru w wydychanym powietrzu. Nietolerancję laktozy można stwierdzić przy stężeniu wodoru wynoszącym ponad 20 ppm (liczba części na milion). Niestety u 15-20% chorych wynik jest fałszywie negatywny (to znaczy, że wynik badania błędnie wskazuje w tych przypadkach na to, że pacjent jest zdrowy, mimo że faktycznie cierpi na nietolerancję laktozy), natomiast wynik pozytywny nie daje 100% pewności co do przyczyny [15]. Wpływ na wyniki może mieć bowiem wiele czynników m.in. przyjmowanie antybiotyków i palenie papierosów.

Test tolerancji laktozy z krwi jest uzupełnieniem pomiaru stężenia wodoru. Polega na pomiarze stężenia glukozy we krwi pacjenta po spożyciu laktozy. U zdrowego człowieka laktoza jest trawiona do glukozy i galaktozy, które zostają wchłonięte do krwioobiegu. Następnie wątroba konwertuje galaktozę w glukozę co dodatkowo podwyższa jej poziom we krwi. U osób z nietolerancją laktozy jej spożycie powoduje tylko niewielki wzrost stężenia glukozy we krwi, co daje podstawę do diagnozy. Pomiar stężenia wodoru i test tolerancji dają razem wykrywalność nietolerancji laktozy na poziomie 95%. Dodatkowo, o nieprawidłowym trawieniu i wchłanianiu węglowodanów może świadczyć obniżone pH kału.

Biopsję jelita cienkiego wykonuje się, żeby bezpośrednio zmierzyć aktywność trzech enzymów trawiennych: laktazy (L), cukrazy (S) i maltazy oraz stosunku aktywności laktazy do cukrazy (L/S) w próbkach pochodzących wprost z przewodu pokarmowego pacjenta. Obniżona aktywność laktazy może wskazywać na nietolerancję laktozy. Pomiar stosunku L/S umożliwia rozróżnienie pomiędzy pierwotną a wtórną nietolerancją laktazy. W przypadku wtórnej nietolerancji, będącej wynikiem uszkodzenia błony śluzowej, następuje spadek aktywności wszystkich enzymów wytwarzanych w jelicie cienkim. W przypadku pierwotnej nietolerancji spadek aktywności dotyczy jedynie laktazy [15]. Jest to jedna z najbardziej niezawodnych metod diagnostycznych, jednak jej wadą jest inwazyjność.

W diagnostyce nietolerancji laktozy można wykorzystać badania genetyczne. W ludzkiej populacji znajdują się grupy ludzi, którzy posiadają nieznaczne różnice w sekwencjach DNA kodujących laktazę lub kontrolujących jej

aktywność. Różnice te nazywa się polimorfizmami i można je powiązać z występowaniem nietolerancji laktozy. Badanie tych sekwencji, podobnie jak biopsja jelita cienkiego, pozwala na odróżnienie pierwotnego niedoboru laktazy od wtórnego niedoboru. Ponadto pozwala na rozróżnienie pomiędzy nietolerancją laktozy a alergią na mleko. Badania genetyczne pozwalają uniknąć obciążania organizmu pacjenta laktozą, co ma miejsce w testach pośrednich. Wartość predykcyjna badań genetycznych wynosi 97%. Badania genetyczne są mało inwazyjne (wystarczy pobrać od pacjenta wymaz z jamy ustnej) ale stosunkowo drogie.

Wymienione metody są wykorzystywane najczęściej w diagnostyce medycznej oraz w badaniach naukowych dotyczących trawienia laktozy. Zaletami badań bezpośrednich jest ich wysoka niezawodność, natomiast omówione metody pośrednie są łatwe do wykonania.

Spożycie produktów mlecznych w Polsce

Według analiz rynkowych z 2013 r. w ówczesnym czasie produkcja mleka w Polsce, wyniosła ok. 12,15 mld l (12,5 mld kg), natomiast spożycie nabiału i masła wyrażone w ekwiwalencie mleka surowego było na poziomie 275 kg/mieszkańca [16]. Większość Polaków niezależnie od wieku i zaburzeń trawienia laktozy spożywa produkty mleczne. Najwyższe spożycie jest u osób poniżej 25 roku życia. Osoby z zaburzeniami spożywają je zazwyczaj, ponieważ są przekonane o ich wysokiej wartości odżywczej (a dawki laktozy do 10-12g w jednym posiłku często nie wywołują poważnych dolegliwości). [7,14] Całkowite wyeliminowanie produktów mlecznych wiąże się z ryzykiem niedobory witaminy D, wapnia i ryboflawiny. Dlatego stosowanie diety ubogiej w laktozę powinno być rekomendowane jedynie w przypadku zdiagnozowanej nietolerancji.

Obecność laktazy jest niezbędnym warunkiem do przyswojenia laktozy z pożywienia. Stężenie laktozy w mleku krowim wynosi 4,7 mg/100 ml, w jogurcie 4,6 mg/100ml. [2,7] Subiektywna obserwacja objawów klinicznych sugeruje, że młodzi dorośli ze zdiagnozowaną nietolerancją laktozy mogą tolerować do 200 ml jogurtu podawanego w jednym posiłku (lub jedną szklankę mleka). Jednak mając na uwadze wyniki przeprowadzonych testów

oddechowych ustalono, że jednorazowa dawka zdecydowanie nie powinna przekraczać 100 ml. [6]

Mleko i nie tylko – źródła laktozy w diecie

O ile produkty na bazie mleka można łatwo skojarzyć z obecnością laktozy tak istnieje szereg produktów, które zawierają laktozę a nie są produkowane z mleka. W procesie produkcji przemysłowej artykułów spożywczych, nawet takich, które wydawać by się mogło, że mleka nie zawierają, dodatek tego cukru podwyższa lepkość artykułu spożywczego, dzięki temu przeżuwaniu towarzyszy przyjemne uczucie. Podczas pieczenia laktoza powoduje brązowe zabarwienie, z tego też powodu stosowana jest jako dodatek przy produkcji np. pieczywa, frytek, krokietów. Laktozę w dużych ilościach stosuje się również w słodyczach, aby zapobiec krystalizacji roztworów cukru; w procesie wytwarzania leków jako nośnik dla właściwej substancji czynnej; składników aromatycznych, substancji słodzących i polepszaczy smaku. Należy też pamiętać, że jest dodawana w wyrobach mięsnych w celu poprawy smaku, zapachu lub konsystencji. Jeśli weźmiemy pod uwagę ogromne rozpowszechnienie laktozy w produktach spożywczych oraz liczbę osób mających objawy po spożyciu laktozy, to problem jest istotny i jest on tematem wielu badań i dyskusji naukowych.

Produkty o obniżonej zawartości laktozy

Rynek spożywczy jest pełen różnych przetworów mlecznych, niejednokrotnie cenniejszych od samego mleka. Należą do nich: sery (twarogowe, topione, żółte, pleśniowe) i napoje fermentowane (jogurty, kefir, maślanka) zarówno naturalne, jak i smakowe. Badania przeprowadzone przez Dąbrowską i in. na temat spożycia mlecznych napojów fermentowanych przez osoby z różną tolerancją laktozy pokazują, że spożycie mlecznych napojów fermentowanych jest wysokie, niezależnie od wieku i stopnia tolerancji laktozy, a najbardziej popularnym mlecznym napojem fermentowanym był jogurt.

Jest to o tyle istotne, że mleczne napoje fermentowane zawierają takie same składniki odżywcze co mleko, a ich ilość może być taka sama lub różnić się

nieznacznie. Jednak w wyniku zachodzącej w nich fermentacji mlekowej składniki te stają się bardziej strawne, a ich dostępność dla organizmu jest większa. W wyniku aktywności bakterii fermentacji mlekowej białka mleka ulegają częściowemu rozłożeniu do prostszych, łatwiej przyswajalnych peptydów i wolnych aminokwasów. Laktoza ulega natomiast rozłożeniu do cukrów prostych, kwasu mlekowego i innych składników. Dzięki czemu staje się łatwiej przyswajalna przez osoby, u których nastąpił częściowy zanik lub uszkodzenie wydzielania enzymu laktazy. [6]

Mimo, że spożywanie produktów fermentowalnych jest korzystne dla osób nietolerujących laktozy, wg. badań przeprowadzonych przez Baranowską i in. osoby takie preferują mleko i produkty mleczne o zawartości laktozy obniżonej w procesie produkcyjnym. Odbywa się to najczęściej poprzez enzymatyczną hydrolizę laktozy. Proces ten podwyższa koszt produkcji mleka, co przekłada się na wyższą cenę produktu w sklepie. Do niedawna występował też problem z dostępnością na rynku mleka o obniżonej zawartości laktozy, chociaż obecnie można już kupić je w wielu popularnych sieciach handlowych.

Suplementacja enzymem

Osoby nietolerujące laktozy, ale mające ochotę spróbować produktów z laktozą mogą zastosować doustną suplementację laktazą. Enzymy użyte w takich produktach są pochodzenia mikrobiologicznego. Komercyjnie dostępna laktaza jest produkowana przez specjalnie dobrane szczepy bakterii, drożdży lub pleśni. Najczęściej wykorzystuje się w tym celu pleśń *Aspergillus niger* i *Aspergillus oryzae* oraz drożdże *Kluyveromyces lactis*. Wszystkie preparaty zawierające enzymy produkowane przez mikroorganizmy muszą być poddawane kontroli czystości mikrobiologicznej, dlatego ich użycie jest bezpieczne dla konsumenta. Jednakże każda suplementacja powinna być poprzedzona konsultacją z lekarzem lub dietetykiem.

O nas

Instytut Jakości JCI należy do grupy Jagiellońskiego Centrum Innowacji, spółki powołanej w 2004 r. przez Uniwersytet Jagielloński w Krakowie. Jagiellońskie Centrum Innowacji zarządza Life Science Parkiem, a także oferuje komplementarny zestaw usług dla przedsiębiorców i naukowców rozwijających nauki przyrodnicze, w tym m.in. wynajem specjalistycznych powierzchni laboratoryjnych, wsparcie kapitałowe dla innowacyjnych firm, usługi badań kontraktowych i badań klinicznych.

Misją Instytutu Jakości JCI jest promowanie wśród producentów oraz konsumentów wysokiej jakości suplementów diety, kosmetyków i zdrowej żywności. Misja Instytutu Jakości JCI realizowana jest poprzez opiniowanie produktów i wyróżnianie ich Znakiem Jakości JCI, prowadzenie własnych badań rankingowych, a także publikacje artykułów popularnonaukowych.

Literatura:

1. Cielecka K. E., Dereń K. *Nadwrażliwość pokarmowa. Alergia Astma Immunologia*. 2010; 15 (3): S118-S124.
2. Vandenplas Y. *Lactose intolerance. Asia Pacific Journal Clinic Nutrition*. 2015; 24(S1):S9-S13.
3. Ibba I., Gilli A., Boi M. F., Usai P. *Effects of exogenous lactase administration on hydrogen breath excretion and intestinal symptoms in patients presenting lactose malabsorption and intolerance. BioMed Research International*. 2014.
4. Zatwarnicki P. *Nietolerancja laktozy – przyczyny, objawy, diagnostyka. Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne*. 2014;4, 3, S273–S276.
5. Rychlik U., Marszałek A. *Nietolerancja laktozy – współczesny stan wiedzy diagnostyka laboratoryjna. Journal of Laboratory Diagnostics*. 2013; 49(1) S71-S73.
6. Dąbrowska A. Z., Baranowska M., Batyk I. M., Kujawski M., Hryniawska M., Roszkowska B. *Spożycie mlecznych napojów fermentowanych przez osoby z różną tolerancją laktozy. Journal of Health Sciences*. 2014; 4(10): S107-S112.

7. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to lactase enzyme and breaking down lactose (ID 1697, 1818) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006 on request from the European Commission. *EFSA Journal* 2009; 7(9):1236. doi:10.2903/j.efs.a.2009.1236.
8. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B. *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. 2005.
9. REGULATION (EC) No 1332/2008 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 on food enzymes and amending Council Directive 83/417/EEC, Council Regulation (EC) No 1493/1999, Directive 2000/13/EC, Council Directive 2001/112/EC and Regulation (EC) No 258/97
10. General Specifications and Considerations for Enzyme Preparations used in Food Processing. Available on-line: http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/docs/enzymes_en.htm. Dostęp: 12.09.2016
11. Pariza MW, Johnson EA. *Evaluating the safety of microbial enzyme preparations used in food processing: update for a new century*. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2001; 33(2): S173-S86.
12. Bentabol Manzanares A., Hernandez Garcia Z., Rodriguez Galdon B., Rodriguez Rodriguez E., Diaz Romero C. *Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition*. *Food Chemistry*. 2011; 126: S664-S672.
13. O'Fallon J.V., Busboom J.R., Nelson M.L., Gaskins C.T. A direct for fatty acids methyl ester synthesis: *Application to wet meat tissues, oils and feedstuffs*. *Journal of Animal Science*. 2013; 85: S1511-S1521.
14. Baranowska M., Dąbrowska A. Z., Batyk I. M., Kujawski M., Hryniawska M., Roszkowska B. *Ocena dostępności i zapotrzebowania na produkty mleczarskie o obniżonej zawartości laktozy*. *Journal of Health Sciences* 2014; 4(10): S113-S122
15. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); *Scientific Opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia*. *EFSA Journal* 2010;8(9):1777. doi:10.2903/j.efs.a.2010.1777.
16. Zakład Badań Rynkowych IERiGŻ-PIB; *Analizy rynkowe. Rynek mleka, stan i perspektywy*. 2013; 45.