

# Energia na talerzu. Mechanizmy żywieniowe w utrzymaniu witalności organizmu



## Fitoterapia

Wydajność metaboliczna organizmu jest determinowana przez jakość diety, rytm odżywiania, właściwe nawodnienie oraz optymalny status składników mineralnych. Właściwy poziom witamin z grupy B, żelaza, magnezu, cynku i witaminy C warunkuje w organizmie prawidłową aktywność enzymów uczestniczących w wytwarzaniu energii komórkowej. Zrównoważone spożycie makroskładników, regularność posiłków i odpowiednie nawodnienie sprzyjają stabilności glikemii oraz ograniczają stres oksydacyjny. Mikrobiota jelitowa wspiera biodostępność składników odżywczych i uczestniczy w regulacji metabolizmu. Utrzymanie optymalnego poziomu energii wymaga synergii pomiędzy prawidłowym żywieniem, aktywnością fizyczną i właściwym statusem mikroskładników.

---

## ☰ Spis treści:

- Mechanizmy metaboliczne a jakość diety
- Rytm odżywiania i chrononutrycja
- Mikroskładniki wspierające energię
- Adaptacja metaboliczna i rola aktywności fizycznej
- Gdy mimo diety utrzymuje się zmęczenie
- Podsumowanie

---

Energia organizmu powstaje w wyniku nieustannych przemian biochemicznych zachodzących wewnątrz komórek, których wspólnym mianownikiem jest synteza adenozyntrójfosforanu (ATP) – podstawowego nośnika energii dla tkanek, mięśni i układu nerwowego [1]. O ile podaż energii z pożywienia jest niezbędna, o tyle równie istotne jest to, jak skutecznie organizm tę energię przetwarza i wykorzystuje. Efektywność procesów metabolicznych zależy m.in. od podaży

makroskładników, mikroskładników, równowagi hormonalnej, rytmu dobowego i jakości snu [2]. W praktyce klinicznej coraz częściej obserwuje się zjawisko obniżonej wydolności organizmu mimo prawidłowej podaży kalorycznej. Problem ten ma charakter wieloczynnikowy, ale u jego podstaw często leżą zaburzenia biochemiczne – niedobory witamin z grupy B, magnezu, żelaza, witaminy D lub zaburzenia mikrobioty jelitowej [3].

Dieta, która wspiera energię, to nie tylko kwestia liczby spożywanych kalorii, ale także kompozycji, rytmu i biodostępności składników odżywczych. To właśnie one determinują tempo reakcji enzymatycznych i odporność mitochondriów – głównych centrów energetycznych komórek [3].

### **Mechanizmy metaboliczne a jakość diety**

Energia organizmu jest efektem nieustannych procesów biochemicznych zachodzących w komórkach, których kluczowym rezultatem jest synteza adenosynotrójfosforanu (ATP) – podstawowego nośnika energii dla tkanek, mięśni i układu nerwowego [4].

Wydajność tych reakcji zależy od obecności kofaktorów enzymatycznych, m.in. witamin z grupy B, żelaza, cynku i magnezu, które umożliwiają prawidłowy przebieg przemian redoks. Brak któregośkolwiek z nich powoduje ograniczenie syntezy ATP, wzrost stresu oksydacyjnego i zaburzenia równowagi metabolicznej [5].

Dieta oparta na produktach o wysokiej gęstości odżywczej – pełnoziarnistych zbożach, roślinach strączkowych, orzechach, warzywach i owocach – dostarcza nie tylko energii, ale również składników regulujących metabolizm komórkowy [5].

Z kolei nadmierna konsumpcja cukrów prostych i tłuszczów nasyconych może przyczynić się do rozwoju hiperglikemii, insulinooporności oraz wzrostu stężenia cytokin zapalnych, takich jak IL-6 i TNF- $\alpha$  [6].

Wysokiej jakości dieta stabilizuje również działanie układu nerwowego. Zależna od wielu czynników równowaga pomiędzy makroskładnikami sprzyja utrzymaniu stabilnego poziomu glukozy i minimalizuje uczucie senności po posiłku [7].

Na poziomie molekularnym kluczowe znaczenie mają szlaki AMPK i mTOR – dwa systemy regulujące, czy energia będzie kierowana na regenerację, czy syntezę. W badaniach eksperymentalnych przewlekła nadpodaż energii i nieregularne spożywanie posiłków wiązały się z obniżeniem aktywności AMPK, co może ograniczać adaptacyjność komórek i sprzyjać procesom związanym ze starzeniem metabolicznym. Zależności te wymagają jednak dalszej weryfikacji w badaniach populacyjnych [8].

### **Rytm odżywiania i chrononutrycja**

Nowe badania pokazują, że dla gospodarki energetycznej kluczowe jest nie tylko, co jemy, ale również o jakich porach to robimy [9].

Chrononutrycja, dziedzina łącząca żywienie z rytmem okołodobowym, opisuje, jak synchronizacja posiłków z zegarem biologicznym wpływa na hormony, glikemię i regenerację.

Spożywanie większości kalorii w pierwszej połowie dnia wiąże się z lepszą tolerancją glukozy, niższym stężeniem insuliny i wyższą aktywnością mitochondriów. Efekty te zostały potwierdzone głównie w badaniach krótkoterminowych i średnioterminowych, natomiast długoterminowe dane populacyjne pozostają ograniczone [9].

Spożywanie posiłków w późnych godzinach zaburza rytm dobowy, podnosi poziom kortyzolu i utrudnia zasypianie. W konsekwencji organizm gorzej regeneruje się w nocy, co skutkuje uczuciem porannego znużenia [9].

Wyniki badań klinicznych pokazują, że osoby stosujące model time-restricted eating (TRE), czyli ograniczenie okna żywieniowego do 8–10 godzin dziennie, wykazują lepsze parametry metaboliczne i bardziej stabilny poziom energii. Warto jednak zaznaczyć, że w wielu przypadkach efekty te mogą wynikać z towarzyszącej redukcji podaży energii, a w badaniach izokalorycznych różnice metaboliczne

są mniej wyraźne [10].

Istotna jest również regularność w spożywaniu posiłków. Może to być pomocne w zapobieganiu reaktywnej hipoglikemii, co z kolei może sprzyjać lepszej koncentracji. Nie ma jednak jednej uniwersalnej liczby posiłków optymalnej dla wszystkich – powinna być dobierana indywidualnie, biorąc pod uwagę styl życia, cele metaboliczne, całkowitą podaż kalorii i skład diety.

Ważną, często pomijaną kwestią jest nawodnienie – już utrata ok. 2% masy ciała w postaci wody powoduje zauważalny spadek wydolności fizycznej i poznawczej. Woda umożliwia transport składników odżywczych, utrzymanie ciśnienia osmotycznego oraz efektywną termoregulację. Chociaż mechanizmy tych procesów są dobrze poznane, interwencje dotyczące nawodnienia w populacji ogólnej wciąż wymagają dalszych długoterminowych badań klinicznych [11].

### **Mikroskładniki wspierające energię**

Mikroskładniki pełnią funkcje nie tylko strukturalne, lecz przede wszystkim regulacyjne. Witaminy z grupy B są niezbędne w metabolizmie węglowodanów i aminokwasów, a ich niedobór powoduje spowolnienie przemian energetycznych [12].

Żelazo natomiast bierze udział w transporcie elektronów w łańcuchu oddechowym, a magnez stabilizuje ATP, działając jak „katalizator” reakcji biochemicznych [12].

Cynk, miedź i selen aktywują enzymy antyoksydacyjne, m.in. dysmutazę ponadtlenkową (SOD), zapobiegając kumulacji wolnych rodników. Witamina C natomiast wspiera wchłanianie żelaza [13]. Oprócz klasycznych mikroskładników, coraz większą rolę przypisuje się bioaktywnym związkom roślinnym – flawonoidom, fenolom i adaptogenom. Badania wskazują, że te związki mogą działać synergicznie z mikroelementami, wspierając funkcje mitochondriów (poprzez regulację ROS, homeostazę wapniową, biogenezę mitochondriów) oraz mikrokrążenie. Przykładowo przegląd Kicińskiej i wsp. (2020) opisuje wpływ flawonoidów na mitochondrialne szlaki sygnalizacyjne. Niemniej jednak, chociaż mechanizmy są dobrze poznane, interwencje żywieniowe, koncentrujące się na tych związkach w populacji ogólnej, wymagają dalszych, dobrze zaprojektowanych badań kontrolowanych [14].

Ekstrakty z pokrzywy, dzikiej róży, kopru włoskiego czy marchwi dostarczają antyoksydantów, które mogą zwiększać odporność oksydacyjną komórek.

Polifenole modulują także ekspresję genów odpowiedzialnych za detoksykację i regenerację tkanek. Ich obecność w diecie sprzyja lepszej biodostępności żelaza i ochronie błon mitochondrialnych [13, 14].

### **Adaptacja metaboliczna i rola aktywności fizycznej**

Aktywność fizyczna jest naturalnym stymulatorem przemian energetycznych. Regularne ćwiczenia zwiększają liczbę mitochondriów w komórkach, poprawiają transport glukozy i zwiększają elastyczność metaboliczną [15].

Wysiłek fizyczny pobudza również syntezę białka PGC-1 $\alpha$  – głównego regulatora biogenezy mitochondriów oraz zwiększa liczbę transporterów GLUT-4 w mięśniach, co poprawia ich zdolność do pobierania glukozy [15].

Odpowiednio dobrany trening działa przeciwzapalnie, obniża poziom markerów zapalnych i poprawia odporność oksydacyjną. Ćwiczenia aerobowe i interwałowe wspierają efektywność wykorzystania substratów energetycznych, a jednocześnie poprawiają funkcje poznawcze i wykonawcze. W połączeniu z dietą bogatą w antyoksydanty aktywność fizyczna stanowi skuteczną strategię profilaktyki metabolicznego starzenia i chronicznego zmęczenia [15].

## **Gdy mimo diety utrzymuje się zmęczenie**

Przewlekłe uczucie zmęczenia, mimo stosowania prawidłowego żywienia, może mieć złożone przyczyny. Jedną z nich są niedobory mikroskładników i zaburzenia mikrobioty jelitowej, które wpływają na przyswajanie składników odżywczych i produkcję energii [3].

Zachwianie równowagi mikrobiologicznej jelit (dysbioza) ogranicza syntezę witamin z grupy B oraz krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych – kluczowych źródeł energii dla komórek nabłonka jelitowego [3].

Najczęściej niedobory obejmują poziom żelaza, magnezu, witamin z grupy B i witaminę D – składniki niezbędne do prawidłowej pracy mitochondriów [5]. Niedostateczna ilość tych składników prowadzi do upośledzenia fosforylacji oksydacyjnej i zmniejszenia produkcji ATP, co objawia się zmęczeniem i pogorszeniem koncentracji [5].

W takich przypadkach konieczna jest diagnostyka laboratoryjna – oznaczenie poziomu ferrytyny, witaminy B12, witaminy D3 i magnezu. W uzasadnionych sytuacjach wskazana jest celowana suplementacja, najlepiej oparta na biodostępnych formach mikroskładników i kontrolowana przez specjalistę [16].

Coraz częściej rekomenduje się preparaty witaminowo-mineralne wzbogacone w ekstrakty roślinne, które wspomagają regenerację mitochondrialną i redukują stres oksydacyjny [14].

Polifenole, flawonoidy i adaptogeny, jak żeń-szeń czy ashwagandha, wykazują działanie adaptacyjne, zwiększając tolerancję na stres metaboliczny. Jednocześnie nadmiar niektórych pierwiastków, np. żelaza, może działać prooksydacyjnie, dlatego suplementacja wymaga indywidualnego podejścia [16].

## **Podsumowanie**

Utrzymanie odpowiedniego poziomu energii w organizmie to proces wielowymiarowy, wymagający harmonijnej współpracy pomiędzy układem metabolicznym, hormonalnym, nerwowym i odpornościowym. Efektywność przemian energetycznych zależy od dostępności nie tylko makroskładników, ale przede wszystkim mikroskładników – witamin i minerałów będących kofaktorami kluczowych enzymów mitochondrialnych. Nawet niewielkie zaburzenia ich podaży mogą prowadzić do dysfunkcji bioenergetycznej, manifestującej się spadkiem wydolności, problemami z koncentracją czy obniżonym nastrojem.

Współczesne podejście dietetyczne podkreśla, że energia nie jest wyłącznie wynikiem spożywanego kalorii, ale jakości składników, z których powstaje ATP. Dieta bogata w produkty naturalne, pełnoziarniste, warzywa i owoce, a uboga w cukry proste i tłuszcze trans, wspiera optymalny metabolizm glukozy oraz ogranicza stres oksydacyjny. Kluczowe znaczenie ma także rytm odżywiania zgodny z fizjologicznym rytmem dobowym, który umożliwia efektywne wykorzystanie substratów energetycznych i utrzymanie równowagi hormonalnej.

Z punktu widzenia dietetyki praktycznej warto zwrócić uwagę, że odpowiednio skomponowane posiłki i właściwe nawodnienie są równie ważne, jak pora i jakość ich spożywania.

Ważnym, choć często pomijanym aspektem, jest rola mikrobioty jelitowej. Jej skład wpływa na biodostępność witamin i minerałów oraz na tempo procesów metabolicznych. Dieta bogata w błonnik, fermentowane produkty i związki roślinne o działaniu antyoksydacyjnym może wspierać różnorodność mikrobiologiczną i w ten sposób pośrednio wpływać na poziom energii.

W przypadkach, gdy mimo stosowania zasad zdrowego odżywiania, utrzymuje się przewlekłe zmęczenie, konieczna jest ocena statusu mikroskładników i równowagi metabolicznej. Celowana suplementacja witamin i minerałów, szczególnie żelaza, magnezu, witamin z grupy B i D3 może w takich sytuacjach przynieść istotne korzyści, zwłaszcza gdy towarzyszy jej obecność naturalnych związków roślinnych o działaniu adaptogennym i antyoksydacyjnym.

Podsumowując – witalność organizmu nie wynika z pojedynczych interwencji, lecz z holistycznego

spojrzenia na jakość życia opartego na zasadach świadomego żywienia, w którym każdy element – od wyboru produktów, po rytm dnia – współtworzy środowisko sprzyjające wydajności energetycznej i odporności organizmu.

## **Bibliografia**

1. Tardy A.L., Pouteau E. i wsp. Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition. *Nutrients*, 2020, s. 1–28.
2. Cloetens L., Schwab M. i wsp. Energy – A Scoping Review for the Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, 2023.
3. Grzyb M., Kowalczyk J. i wsp. Gut Microbiota and Energy Regulation. *Nutrients*, 2024.
4. Yamamoto H., Okuda T. i wsp. Mitochondrial Function and Energy Production in Nutrition. *Adv. Physiol. Educ.*, 2022.
5. Kalogerakou T., Tousia D. i wsp. Dietary Antioxidants and Energy Metabolism. *Antioxidants*, 2024.
6. Gombart E., Pierre A. i wsp. Micronutrients and Immune Function in the Context of Energy and Fatigue. *Nutrients*, 2020.
7. Nutrition: Macronutrient Intake, Imbalances, and Interventions. *NCBI Bookshelf*, 2023.
8. Moraes D., Lim K. i wsp. Mitochondrial Dysfunction and Energy Metabolism in Fatigue Syndromes. *BBA – Mol. Basis Dis.*, 2024.
9. Green T., Panda S. i wsp. Meal Timing, Circadian Rhythms and Metabolic Health. *Cell Metab.*, 2024.
10. Chrononutrition and Energy Balance: How Meal Timing Interacts with Circadian Rhythms. *Nutrients*, 2024.
11. Duarte P., Santini A. i wsp. Hydration, Fatigue and Human Performance. *Eur. J. Nutr.*, 2021.
12. Exploring the Relationship Between Micronutrients and Athletic Performance. *Front. Nutr.*, 2023.
13. Zhao L., Han M. i wsp. Antioxidant Phytochemicals and Mitochondrial Bioenergetics. *Nutrients*, 2025.
14. Banach J., Kowalczyk M. i wsp. Plant Extracts and Micronutrients in Energy Metabolism. *Front. Physiol.*, 2023.
15. Carter R., Wilkins A. i wsp. Exercise-Induced Mitochondrial Adaptations and Energy Efficiency. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 2023.
16. Ray P., Chatterjee N. i wsp. Plant Adaptogens and Cellular Energy Regulation: A Review. *Front. Nutr.*, 2023.

Mgr. Agata Filipowicz – Naturopata, dietetyk, fitoterapeuta, pedagog, edukator w cukrzycy, szkoleniowiec

