

Małgorzata Kaczkan, Agnieszka Bienias, Sylwia Małgorzewicz

Katedra Żywienia Klinicznego, Gdański Uniwersytet Medyczny

# Realizacja założeń diety niskofosforanowej a ukryte źródła fosforu

## Realization of low phosphate diet and hidden sources of phosphorus

### ABSTRACT

Recommended for patients with chronic kidney disease reduction of phosphorus intake is difficult because of the ubiquity of phosphate additives in food products and insufficient labeling on the phosphorus content on product labels. Both high intake of phosphorus, and abnormal ratio of calcium to phosphorus is also a real problem in a healthy people diet. Due to the significant content and a very good

absorption of inorganic phosphate from products with a high degree of processing should minimize their intake in the diet specially in group of patients who should follow the low phosphate diet. Regular education, among other based on “Phosphorus consumption pyramid” is indicated for proper dietary choices.

**Forum Nefrol 2018, vol 11, no 1, 15–23**

**Key words: chronic kidney disease, diet, phosphorus, phosphate additives**

### WSTĘP

Przewlekła choroba nerek (PChN) prowadzi do rozwoju wielu niekorzystnych zmian w układzie sercowo-naczyniowym oraz w tkance kostnej, zwiększając ryzyko zgonu. Jedną z przyczyn tych zaburzeń jest hiperfosfatemia. Istotną rolę w jej leczeniu obok farmakoterapii odgrywa terapia dietetyczna opierająca się na ograniczeniu spożycia fosforanów [1].

W ciągu ostatniej dekady powstało wiele badań wskazujących na wzrastające spożycie fosforanów w populacji ogólnej, przede wszystkim w postaci żywności przetworzonej. Z większą intensywnością zaczęto badać wpływ coraz częściej stosowanych w przemyśle spożywczym dodatków fosforanowych na stężenie fosforanów w surowicy oraz biodostępności fosforu z różnorodnych produktów spożywczych. W praktyce dietetycznej pomocny staje się wskaźnik metryczny, jakim jest stosunek fosforu do białka wraz z wykazem przykładowych produktów spożywczych oraz

piramida spożycia fosforu, która stanowi łatwe w stosowaniu graficzne narzędzie edukacji żywieniowej pacjentów z PChN.

### ZNACZENIE FOSFORU W ORGANIZMIE

Puła fosforu w ludzkim ustroju wynosi około 1% masy ciała. Można przyjąć, że organizm ludzki zawiera około 700 g fosforu. Jednocześnie 85% tego pierwiastka zlokalizowana jest w zębach i szkielecie — jako fosforan wapnia; 6% fosforu znajduje się w mięśniach, natomiast około 9% — w pozostałych tkankach lub narządach. Orientacyjnie 14% fosforu zawiera się w płynie śródkomórkowym, a zaledwie 1% — w płynie pozakomórkowym. Stężenie tego pierwiastka w płynie zewnątrzkomórkowym obrazuje jego rezerwy ogólnoustrojowe w stanie homeostazy. W stanach patologicznych reguła ta może ulec konwersji, a zwiększone stężenie fosforu w osoczu może towarzyszyć niedoborowi ogólnoustrojowemu [2]. Poza tym

### Adres do korespondencji:

dr n. med. Małgorzata Kaczkan  
Katedra Żywienia Klinicznego  
Gdański Uniwersytet Medyczny  
ul. Dębinki 7, 80–211 Gdańsk  
tel./faks: 58 349 27 23  
e-mail: kaczkan@gumed.edu.pl

**Tabela 1.** Mechanizm i przyczyny rozwoju hiperfosfatemii [3, 5]

Przyczyna	Mechanizm rozwoju hiperfosfatemii
Niewydolność nerek (ostra, przewlekła)	Niezdolność nerek do wydalania takiej ilości fosforanów, jaka jest wchłaniania w jelicie
Niedoczynność przytarczyc/rzekoma niedoczynność przytarczyc	Brak fosfaturycznego efektu działania parathormonu
Kwasica (mleczanowa, cukrzycowa, oddechowa)	Wzrost hydrolizy fosforanów organicznych wewnątrz komórek — przesunięcie jonów fosforanowych do płynu pozakomórkowego
Akromegalia	Zwiększenie transportu maksymalnego fosforanów przez insulinopodobny czynnik wzrostu (IGF-1)
Rabdomioliza, hemoliza wewnątrznaczyniowa, leczenie cytostatykami (zespół lizy guza), białaczki, chłoniaki	Uwalnianie fosforanów z rozpadających się komórek
Zatrucie witaminą D3	Wzmoczone wchłanianie fosforanów z przewodu pokarmowego

fosfor można znaleźć w kwasach nukleinowych (DNA, RNA); uczestniczy on w przewodzeniu bodźców nerwowych, bierze udział w przemianach energetycznych (trójfosforan adenyzy — ATP, *adenosine triphosphate*) i pomaga w utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej w organizmie. Dorosły człowiek spożywa około 1,5g fosforu dziennie. Około 2/3 z tego jest wydalane z moczem, a reszta — z kałem [3, 4].

W przewodzie pokarmowym wchłania się około 40–60% fosforanów z diety, jednak ilość ta jest zmienna i zależy od źródła fosforanów. Stężenie nieorganicznych fosforanów w surowicy jest zależne m.in. od: ich spożycia wraz z pokarmem, stopnia wchłaniania z przewodu pokarmowego, metabolizmu tkanki kostnej oraz wydalania przez nerki [5].

W surowicy osób dorosłych prawidłowe stężenie fosforanów powinno wynosić 2,5–5,0 mg/dl (0,81–1,62 mmol/l), co jest rezultatem równowagi, która zachodzi między wchłanianiem jelitowym zależnym od witaminy D, parathormonu (PTH) oraz wydalaniem fosforanów poprzez nerki. Około 45% fosforanów formuje się w niedysocjujące kompleksy, 43% występuje w postaci zjonizowanej, a 12% jest związane z białkami. Wchłanianiu zwrotnemu ulega około 80% fosforanów przesączonych w kłębuszkach nerkowych [6, 7].

## HIPERFOSFATEMIA

Hiperfosfatemia jest najczęściej spotykana w przypadku PChN. Może być również obserwowana u chorych żywionych pozajelitowo i najczęściej wiąże się z nadmierną podażą fosforanów. Inne przyczyny hiperfosfatemii są przedstawione w tabeli 1. Objawia się ona ektopowym odkładaniem soli wapniowo-fosforanowych w spojówkach (zespół czerwonych

oczu), skórze (przewlekły świąd) i naczyniach krwionośnych, powodując przyspieszony rozwój miażdżycy. Zaawansowana hiperfosfatemia prowadzi do hipokalcemii [6].

Podwyższone stężenie fosforu w surowicy może być obserwowane od trzeciego stadium PChN i nasila się wraz z postępem choroby. Jest przyczyną wtórnej nadczynności przytarczyc, jedną z istotnych przyczyn powikłań mineralno-kostnych w tej grupie chorych, a także uznanym czynnikiem ryzyka sercowo-naczyniowego [8].

## FOSFORANY ORGANICZNE — ŹRÓDŁA W DIECIE I ICH BIODOSTĘPNOŚĆ

W żywności fosfor występuje w postaci organicznej i nieorganicznej. Fosforany występują naturalnie w postaci estrów organicznych w wielu grupach produktów spożywczych. Podstawowymi źródłami fosforu organicznego w diecie są produkty pochodzenia zwierzęcego (tab. 2): mięso, ryby i produkty mleczne, oraz pochodzenia roślinnego: orzechy, nasiona suchych roślin strączkowych, pozostałe nasiona, produkty czekoladowe, grzyby, ziemniaki, chleb i pozostałe produkty mączne. Naturalnie występujący w żywności fosfor jest absorbowany z przewodu pokarmowego w 40–60% [9, 10].

Dla prawidłowej gospodarki fosforowo-wapniowej znaczenie ma również odpowiedni stosunek wapnia do fosforu w diecie. Dla osób dorosłych korzystna proporcja to 1:1 lub 1,5:1 [7].

Fosforany znajdujące się w ziarnach zbóż, orzechach i roślinach strączkowych występują głównie w postaci kwasu fitynowego, inaczej zwanego sześciofosforanem inozytolu (IP6). Jest on niedostępny biologicznie dla organizmu ludzkiego, ponieważ organizm człowieka nie wytwarza fitazy, czyli enzymu potrzebnego do

**Tabela 2.** Zawartość fosforu w poszczególnych grupach produktów spożywczych [3]

Grupa produktów	Przeciętna zawartość fosforu [mg/100 g produktu]	Produkty z grupy o najmniejszej zawartości fosforu		Produkty z grupy o największej zawartości fosforu	
		Produkt	Zawartość [mg/100 g produktu]	Produkt	Zawartość [mg/100 g produktu]
Orzechy, nasiona, pestki	330–780	Orzechy i wiórki kokosowe	90–160	Mak niebieski	1022
Mleko w proszku, mleko zagęszczone	210–770	Mleko zagęszczone niesłodzone	202	Mleko odtuszczone w proszku	1010
Sery podpuszczkowe	420–600	Ser typu camembert, brie, rokopól	310–380	Parmezan	810
Sery twarogowe	170–240	Serki typu fromage, homogenizowany pełnotłusty, ziarnisty	120–140	Ser typu feta	360
Kasza, ryż, makaron, płatki	100–380	Płatki kukurydziane, kasza manna, ryż preparowany	30–100	Płatki owsiane, kasza gryczana, zarodki i otręby pszenne	430–1280
Ryby	180–270	Morszczuk, dorsz	140–150	Sardynka, mintaj, śledź	270–340
Mięso wędliny	100–250	Podgardle, flaki, boczek, salceson, parówki, kaszanka	50–100	Nerki, wątroba, mózg, suche kielbasy, kabanosy	250–360
Jaja kurze	204	Białko jaja	17	Żółtko jaja	590
Pieczywo	120–200	Pieczywo jasne, pszenne, półfrancuskie, chleb staropolski	70–120	Chleb żytni, pumpernikiel, chrupki	200–330
Czekolady	190–270	Czekolada nadziewana	142	Czekolada mleczna	302
Mąki	70–130	Skrobia kukurydziana	14	Mąki typ 1400–2000, ziarno	220–330
Warzywa	20–120	Cebula, burak, rzodkiewka	15–20	Czosnek, kiełki i nasiona suche roślin strączkowych	150–740
Mleko, napoje mleczne, śmietana	80–100	Serwatka, śmietany, kefir	40–80	Jogurt naturalny, mleko kozie, mleko owcze	120–160
Ziemniaki	50–60	–	–	–	–
Owoce	10–40	Papaja, arbuz, jabłko	5–10	Suszone owoce, czarne porzeczki	50–130
Tłuszcze	0–1	Oleje roślinne, margaryny, słonina	0–1	Masło, słonina	10–25

oddzielenia fosforu od cząsteczki kwasu fitynowego. Mimo że ziarna zbóż, orzechy i nasiona są bogatym źródłem fosforu (procentowa zawartość kwasu fitynowego w suchej masie ziarna zbóż to około 1–2%, co stanowi około 65–80% całkowitej puli fosforu w ziarnie), wpływ na stężenie tego składnika mineralnego we krwi jest znacznie mniejszy. Brak fitaz w organizmie człowieka sprawia, że biodostępność fosforu z tych grup produktów żywnościowych jest względnie niska i oscyluje na poziomie 10–30% [11].

### FOSFORANY NIEORGANICZNE — ŹRÓDŁA W DIECI I WCHŁANIANIE

Fosforany nieorganiczne (tab. 3) dodaje się do żywności w trakcie jej produkcji oraz przetwarzania. Są to przede wszystkim sole nieorganiczne, które nie wymagają enzymatycznego trawienia i szybko dysocjują w kwaś-

nym środowisku żołądka. W odróżnieniu od źródeł naturalnych nieorganiczne fosforany wchłaniają się szybko z przewodu pokarmowego, a ich absorpcja wynosi 80–100% [12].

Dodatki fosforanowe pełnią szereg ważnych funkcji w przemyśle spożywczym. Do najważniejszych właściwości technologicznych fosforanów w produkcji żywności należą: stabilizacja środowiska pH oraz zdolność buforowania, działanie bakteriobójcze, teksturotwórcze, dyspergujące, emulgujące, antyzbrylające. Zwiększają one również wodochłonność, czyli zdolność wiązania wody przez mięso. Ograniczają utlenianie tłuszczów oraz innych składników, tworząc stabilne kompleksy z jonami metali, które mogłyby wykazywać działanie protleniające [13]. Dodatki fosforanowe, w tym te, które występują w kompleksie z sodem, są powszechnie stosowane w produktach mlecznych, a w szczególności w przetworzonych serach.

**Tabela 3.** Popularne dodatki fosforanowe stosowane w przemyśle spożywczym [21]

Fosforany	Właściwości i zastosowanie	Produkty spożywcze — przykłady
Fosforan dwuwapniowy (E341)	Suplement wapnia i fosforu, polepszacz chleba	Mieszanki piekarnicze, płatki śniadaniowe, mąki, batony, jedzenie dla niemowląt, jogurty
Fosforan dwusodowy (E339b)	Emulgator, stabilizator, zapobiega zbrylaniu, regulator kwasowości, zwiększa chłonność produktu, substancja wiążąca	Płatki śniadaniowe, sery, śmietana, mleko zagęszczone, mleko w proszku, żelatyna, lody, produkty seropodobne, żywność dla niemowląt, masa sernikowa w proszku, budyń w proszku, napoje izotoniczne, makaron, ser topiony, witaminy w kapsułkach, bita śmietana
Fosforan monosodowy (E339a)	Regulator kwasowości, środek buforujący, emulgator, działanie chelatujące, środek spulchniający, modyfikator białka i substancja żelująca, stabilizator	Napoje typu cola, napoje w proszku, żółtka jaj — płynna masa, żelatyna, pudding w proszku, napoje izotoniczne, ser topiony, budyń w proszku, sernik w proszku bez pieczenia i błyskawiczny
Kwas ortofosforowy (E338)	Regulator kwasowości, substancja klarująca, substancja zakwaszająca, środek regulujący pH, środek buforujący, wzmacniacz smaku, środek zapachowy, maskujący, stabilizator, zagęstnik, synergetyk	Napoje typu cola, napoje gazowane i niegazowane
Polifosforan sodu (E451i) Heksametrafosforan sodu (SHMP)	Składnik mieszanki peklującej, wzmacniacz smaku, środek zapachowy, środek pochłaniający wilgoć, maskujący, wykorzystywany przy produkcji suplementów diety, stabilizator, zagęstnik, środek powierzchniowo czynny, synergetyk, teksturyzujący, środek buforujący, emulgator, stabilizator, regulator kwasowości	Mięso, owoce morza, drób, warzywa, śmietana, lody, serwatka, sery topione, jaja, polewy
Trójpolifosforan sodu (STPP) (E451)	Środek regulujący pH, maskujący, emulgator, utrzymuje zasadowy charakter produktu, środek buforujący, koagulant, środek dyspergujący, modyfikator białka, przeciwutleniacz, utwardzacz, wzmacniacz smaku, pochłaniający wilgoć, zagęszczacz, stabilizator, właściwości teksturotwórcze	Produkty mięsne, owoce morza, drób, produkty seropodobne, śmietana, dipy, jogurty, syropy stołowe, bita śmietana, przetwory warzywne, serwatka
Polifosforan tetrasodu (E452)	Środek buforujący, środek regulujący pH, utrzymuje zasadowy charakter produktu, środek dyspergujący, modyfikator białka, koagulant, maskujący, emulgator, stabilizator koloru	Przetworzone mięso, drób, owoce morza, sery topione, przetwory ziemniaczane, lody, mrożone desery
Fosforan trisodowy (E339)	Środek buforujący, emulgator, stabilizator, modyfikator białka, środek regulujący pH, stabilizator koloru	Ser topiony, sery, produkty seropodobne, napoje izotoniczne, gotowe płatki śniadaniowe

►► Spożywanie produktów spożywczych bogatych w dodatki fosforanowe wyraźnie zwiększa dzienną podaż tego pierwiastka i realizacja zalecanego spożycia staje się bardzo trudna ◀◀

Stosowanie ich jest konieczne do wytworzenia homogennej emulsji. Zapobiegają rozdzielaniu się fazy tłuszczowej i wodno-białkowej podczas ogrzewania masy serowej [14].

Największe ilości dodatków fosforanowych, głównie w postaci kwasu ortofosforowego (E338), dawniej zwanego kwasem fosforowym, zawierają napoje typu cola (tab. 4). Europejskie przepisy dopuszczają zastosowanie maksymalnie 700 mg fosforanów na 1 l takiego napoju [15, 16].

Produkty przetworzone mają niekorzystny stosunek fosforu do wapnia; przykładowo, w zupach w proszku stosunek ten wynosi 3:1, a wędlinach — nawet 27:1. Jak wskazują dane (tab. 5), w latach 1991–2008 zawartość fosforu w żywności niemal się podwoiła [3, 13].

Spożywanie produktów spożywczych bogatych w dodatki fosforanowe wyraźnie zwiększa dzienną podaż tego pierwiastka i realizacja zalecanego spożycia staje się bardzo trudna [17].

Dodatki fosforanowe stosowane w przemyśle spożywczym są klasyfikowane przez Agencję Żywności i Leków (FDA, *Food and Drug Ad-*

**Tabela 4.** Zawartość fosforu w wybranych napojach (w porcji 340 ml) [21]

Produkt/Nazwa firmowa	Zawartość fosforu [w mg]
7 Up	< 10
Fanta	< 10
Mountain Dew bez smaku Code Red	< 10
Nestea Tea (lemon tea)	< 10
Sprite	< 10
Coca-Cola Classic	62
Coca-Cola Light	27
Fanta	11
Gatorade i G2 (napój izotoniczny)	36
Lipton Iced Tea (plastikowa butelka)	98–114
Mountain Dew Code Red	53
Nestea (green tea citrus)	47–71
Pepsi	54
Diet Pepsi	41–68

**Tabela 5.** Zmiany zawartości fosforu w produktach spożywczych w latach 1991 i 2008 [3]

Produkt spożywczy	Zawartość fosforu [mg] na 100 g produktu	
	1991 rok	2008 rok
Ser pełnotłusty typu camembert	180	300
Ser typu brie	160	380
Ser twardy tłusty edamski	470	510
Szynka	100	200
Chleb żytni razowy	160	200
Chleb zwykły	80	100

ministration) jako składniki spożywcze ogólnie uznane za bezpieczne (GRAS, *Generally Recognized as Safe*), a producenci nie są zobowiązani, aby podawać ich ilość na etykietach produktów żywnościowych. Przy określaniu zawartości fosforu w przetworzonej żywności zazwyczaj przyjmuje się wartości szacunkowe [18, 19].

### ŹRÓDŁA FOSFORU A DIETA PACJENTÓW Z PRZEWLEKŁĄ CHOROBA NEREK

Ograniczenie w diecie fosforanów w postaci tak zwanych ukrytych źródeł (dodatki do żywności) jest istotnym elementem opieki nad pacjentami z PChN i stanowi prawdziwe wyzwanie dla tej grupy chorych. Wyniki badań wskazują, że produkty z dodatkami fosforanowymi zawierają o 70% więcej fosforanów w porównaniu do produktów nieprzetworzonych [20].

Nieorganiczne fosforany mogą wchłaniać się szybko, a ich absorpcja może wynosić 80–100% [12]. Naturalnie występujący w żywności fosfor jest absorbowany z przewodu pokarmowego na poziomie 40–60% [18].

Stosowanie tabel określających stosunek fosforu do białka jest cenną pomocą w edukacji pacjentów z PChN. W tabeli 6 produkty spożywcze uszeregowano w zależności od stosunku fosforu do białka. Najmniejsza ilość fosforu proporcjonalnie do ilości i jakości białka pochodzi z żywności pochodzenia zwierzęcego (średnio 11 mg fosforu na 1 g białka), wliczając białko jaj. Całe jaja, nabiał i rośliny strączkowe mają wyższy stosunek fosforu do białka (średnio 20 mg fosforu na 1 g białka). Białko jaja jest niezwykle bogatym źródłem białka o wysokiej wartości biologicznej i ma jeden z najniższych wskaźników stosunku fosforu do białka [17, 21].

Analiza zawartości fosforu [mg/100 g] w części jadalnej dla różnych grup produktów pokazuje, że najbogatszym źródłem fosforu są

orzechy, twarde sery, żółtka jaj, mięso, drób i ryby. Prezentacja zawartości fosforu na 1 g białka jest szczególnie użyteczna do identyfikacji produktów o mniejszej zawartości fosforu przy tej samej zawartości białka. Zakłada się, że 12 mg fosforu na 1 g białka identyfikuje produkt spożywczy z korzystnym stosunkiem zawartości fosforu do białka [22].

### PIRAMIDA SPOŻYCIA FOSFORU

Włoscy naukowcy D'Alessandro, Piccoli i Cupisti opracowali w 2015 roku piramidę spożycia fosforu (patrz ryc. 1 na str. 5). Jest to przydatne narzędzie wizualne służące do edukacji żywieniowej pacjentów z PChN, które zachęca do przestrzegania zaleceń dietetycznych i pomaga w podejmowaniu właściwych wyborów żywieniowych. Produkty spożywcze zostały rozłożone na sześć pięter na podstawie zawartości fosforu i jego biodostępności oraz stosunku fosforu do białka. Każdy poziom ma odpowiedni kolor krawędzi odpowiadający zalecanej częstości spożycia, która jest najwyższa u podstawy (kolor zielony), a najniższa — na szczycie (kolor czerwony) [23].

Poszczególne piętra piramidy spożycia fosforu są następujące:

1. Podstawa piramidy (zielona krawędź) — zawiera żywność o niskiej zawartości fosforu: cukier, oliwę z oliwek i pozostałe tłuszcze roślinne, masło, żywność specjalną bezbiałkową lub o bardzo niskiej biodostępności fosforu, w tym warzywa i owoce, białko jaj. Spożycie tych produktów nie jest ograniczone, ale piętro tej piramidy zawiera specjalne ostrzeżenia: tłuszcze powinny być ograniczone u pacjentów z nadwagą i otyłością w celu uniknięcia nadmiernej podaży kalorii; cukru należy unikać u pacjentów z cukrzycą i otyłością; pacjenci dializowani powinni zachować ostrożność, spożywając warzywa i owoce, aby uniknąć nadmiernego obciążenia potasem. W tym względzie sugestie podane w zielonym polu (technika gotowania) mogą być przydatne, aby zmniejszyć w diecie ilość potasu z warzyw i owoców.
2. Drugi poziom — obejmuje głównie pokarmy roślinne, które są bardziej bogate w fosfor. Występują one przede wszystkim w formie fitynianów, co skutkuje ich mniejszym wchłanianiem jelitowym. Są to zboża (chleb, ryż, płatki kukurydziane, makaron) i rośliny strączkowe (groch, soja, bób). Sugerowane spożycie to 2–3 porcje dziennie.
3. Trzeci poziom — znajdują się tu pokarmy pochodzenia zwierzęcego: mięso z króli-

▶▶Nieorganiczne fosforany mogą wchłaniać się szybko, a ich absorpcja może wynosić 80–100%. Naturalnie występujący w żywności fosfor jest absorbowany z przewodu pokarmowego na poziomie 40–60%◀◀

**Tabela 6.** Zawartość fosforu, białka oraz stosunek fosforu do białka w wybranych produktach spożywczych [3]

Produkt	Ilość	Miara domowa	Fosfor [mg]	Białko [g]	Stosunek fosforu do białka [mg/g]	Fosfor [mg]	Białko [g]
			na 100 g produktu			na miarę domową	
Białko jaja kurzego	35 g	z rozmiaru jaja L	17	10,9	1,6	6,0	3,8
Salceson włoski	50 g	duży plaster	60	14,6	4,1	30	7,3
Parówki	50 g	1 sztuka	55	10,5	5,2	27,5	5,3
Mortadela	40 g	1 gruby plaster	72	12,5	5,8	28,8	5,0
Kielbasa śląska	85 g	1 sztuka	131	20,7	6,3	111	17,6
Salami luksusowe	6 g	1 plasterek	144	22,8	6,3	8,6	1,4
Kabanosy	45 g	1 sztuka	199	30,9	6,4	89,6	13,9
Krakowska sucha	5 g	1 plasterek	189	29,2	6,5	9,5	1,5
Żołądki kurczaka	20 g	1 sztuka	135	18,2	7,4	27	3,6
Baleron gotowany	17 g	1 plaster	132	17,5	7,5	22,4	3,0
Wieprzowina łopatką	100 g	1 porcja	159	20,6	7,7	159	20,6
Bób	80 g	garść	57	7,1	8,0	45,6	5,7
Paszтет wieprzowy	30 g	1 cienki plaster	144	17,9	8,0	43,2	5,4
Mielonka	20 g	1 plaster	113	13,9	8,1	22,6	2,8
Dorsz świeży — filet	100 g	1 porcja	145	16,5	8,8	145	16,5
Chleb pszenny zwykły	25 g	1 kromka	74	8,1	9,1	18,5	2,0
Pstrąg strumieniowy świeży	100 g	1 porcja	190	19,2	9,9	190	19,2
Cielęcina — łopatką	100 g	1 porcja	199	19,9	10,0	199	19,9
Bułki szwedki	85 g	1 sztuka	79	7,6	10,4	67,2	6,5
Wołowina — polędwica	100 g	1 porcja	212	20,1	10,5	212	20,1
Makaron dwujajeczny	100 g	1 porcja	127	12,0	10,6	127	12,0
Sola świeża	100 g	1 porcja	195	17,5	11,1	195	17,5
Ser twarogowy ziarnisty	200 g	1 opakowanie	140	12,3	11,4	280	24,6
Makrela wędzona	125 g	1 sztuka	240	20,7	11,6	300	25,9
Soczewica czerwona, nasiona suche	180 g	1 szklanka	300	25,4	11,8	540	45,7
Karp świeży	100 g	1 porcja	215	18,0	11,9	215	18,0
Ser twarogowy chudy	100 g	1 kostka	240	19,8	12,1	240	19,8
Kurczak — pierś bez skóry	100 g	1 porcja	215	17,8	12,1	215	17,8
Ser twarogowy tłusty	100 g	1 kostka	216	17,7	12,2	216	17,7
Pieczywo tostowe	30 g	1 kromka	100	8,1	12,3	30	2,4
Indyk — pierś bez skóry	100 g	1 porcja	238	19,2	12,4	238	19,2
Soja, kielki	15 g	1 łyżka	164	13,1	12,5	24,6	2,0
Łosoś świeży	100 g	1 porcja	266	19,9	13,4	266	19,9
Chleb wiejski	30 g	1 kromka	99	6,9	14,3	29,7	2,1
Ser ementaler	15 g	1 plaster	416	28,8	14,4	62,4	4,3
Ser camembert	15 g	1 plaster	310	21,4	14,5	46,5	3,2
Groszek zielony, konserwowy, bez zalewy	15 g	1 łyżka	73	4,9	14,9	11,0	0,7
Fasola mung, kielki	15 g	1 łyżka	45	3,0	15,0	6,8	0,5
Orzechy arachidowe	30 g	1 garść	385	25,7	15,0	116	7,7
Pieczywo tostowe graham	27 g	1 kromka	113	7,5	15,1	30,5	2,0
Groch, nasiona suche	15 g	1 łyżka	388	23,8	16,3	58,2	3,6
Jaja kurze całe	56 g	1 sztuka L	204	12,5	16,3	114,2	7,0
Śledź solony filety	100 g	1 porcja	341	19,8	17,2	341	19,8
Soczewica, kielki	10 g	1 łyżka	156	9,0	17,3	15,6	0,9
Wątroba wołowa	100 g	1 porcja	358	20,0	17,9	358	20,0

**Tabela 6 (cd.).** Zawartość fosforu, białka oraz stosunek fosforu do białka w wybranych produktach spożywczych [3]

Produkt	Ilość	Miara domowa	Fosfor [mg]	Białko [g]	Stosunek fosforu do białka [mg/g]	Fosfor [mg]	Białko [g]
			na 100 g produktu			na miarę domową	
Chleb żytni jasny	30 g	1 kromka	68	3,8	17,9	20,4	1,1
Ser Cheddar	20 g	1 plaster	487	27,1	18,0	97,4	5,4
Groszek zielony świeży	15 g	1 łyżka	122	6,7	18,2	18,3	1,0
Fasola szparagowa świeża	100 g	1 porcja	44	2,4	18,3	44	2,4
Ser gouda	25 g	1 plaster	516	27,9	18,5	129	7,0
Ser brie pełnotłusty	20 g	1 plaster	380	19,8	19,2	76	4,0
Ser tyłżycki	20 g	1 plaster	510	26,1	19,5	102	5,2
Orzechy włoskie	30 g	1 garść	332	16,8	19,8	99,6	5,0
Ser edamski tłusty	30 g	1 plaster	523	26,1	20,0	156,9	7,8
Ryż biały	100 g	1 porcja	135	6,7	20,1	135	6,7
Fasola biała, nasiona suche	170 g	1 szklanka	437	21,4	20,4	743	36,4
Kasza jęczmienna perłowa	100 g	1 porcja	206	9,9	20,8	206	9,9
Ser feta	50 g	1 porcja	360	17,0	21,2	180	8,5
Bułka grahamka	90 g	1 duża sztuka	191	9,0	21,2	171,9	8,1
Mąka kukurydziana	10 g	1 łyżka	127	5,9	21,5	12,7	0,6
Kasza jęczmienna pęczak	100 g	1 porcja	181	8,4	21,5	181	8,4
Soja, nasiona suche	15 g	1 łyżka	743	34,3	21,7	11,5	5,2
Kefir — 2% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	74	3,4	21,8	185	8,5
Migdały	30 g	1 garść	454	20,0	22,7	136,2	6,0
Kasza jaglana	100 g	1 porcja	240	10,5	22,9	240	10,5
Orzechy laskowe	30 g	1 garść	333	14,4	23,1	99,9	4,3
Maślanka — 0,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	80	3,4	23,5	200	8,5
Orzechy pistacjowe	30 g	1 garść	500	20,5	24,4	150	6,2
Mleko UHT — 3,2% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	81	3,3	24,5	203	8,3
Mleko — 2% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	86	3,4	25,3	215	8,5
Mleko — 3,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	85	3,3	25,8	213	8,3
Mleko — 3,2% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	85	3,3	25,8	213	8,3
Jogurt morelowy — 1,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	96	3,7	25,9	240	9,3
Mleko UHT — 0,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	91	3,5	26,0	228	8,8
Mleko owcze	250 ml	1 szklanka	158	6,0	26,3	395	15
Mleko — 0,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	97	3,5	27,7	243	8,7
Śmietana 12%	18 g	1 łyżka	76	2,7	28,1	13,7	0,5
Śmietana 30%	10 g	1 łyżka	62	2,2	28,2	6,2	0,2
Jogurt naturalny — 2% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	122	4,3	28,4	305	10,8
Śmietana 18%	25 g	1 łyżka	71	2,5	28,4	17,7	0,6
Mleko — 1,5% tłuszczu	250 ml	1 szklanka	97	3,4	28,5	243	8,5
Mąka jaglana	10 g	1 łyżka	341	11,3	30,2	34,1	1,1
Slonecznik, nasiona	30 g	1 garść	784	24,4	32,1	235,2	7,3
Chleb żytni razowy	35 g	1 kromka	204	5,9	34,6	71,4	2,1
Ryż brązowy	100 g	1 porcja	250	7,1	35,2	250	7,1
Kasza gryczana	100 g	1 porcja	459	12,6	36,4	459	12,6
Żółtko jaja kurzego	20 g	1 sztuka z rozmiaru jaja L	587	15,5	37,9	117,4	3,1
Mleko kozie	250 ml	1 szklanka	127	3,2	39,7	317,5	8,0
Ser topiony edamski	25 g	1 sztuka — trójkąt	578	13,5	42,8	144,5	3,4
Dynia, pestki	30 g	1 garść	1170	24,5	47,8	351	7,4

Opracowanie własne na podstawie: Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I. i wsp. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 2017.

W przypadku produktów zbożowych oraz nasion roślin strączkowych wartości podano dla produktu suchego przed ugotowaniem. Wszystkie wartości podano dla części jadalnych produktu.

ka, jagnięcina, szynka oraz ryby, takie jak pstrąg, dorsz, tuńczyk, morszczuk oraz sola, które są wskazane ze względu na ich stosunkowo niski stosunek fosforu do białka. Specjalne ostrzeżenie tyczy się ryb hodowlanych. Ryby te otrzymują karmę bogatą w biodostępny fosfor w celu szybkiego wzrostu, w wyniku czego wzrasta gwałtownie zawartość fosforu w częściach jadalnych. Poziom ten obejmuje również produkty nabiałowe, jak mleko i jogurt. Mają one wysoką zawartość fosforu, ale sugerowana jedna porcja dziennie nie wpływa znacząco na całkowitą ilość fosforu w diecie.

4. Czwarty poziom — zawiera produkty żywnościowe z wyższym stosunkiem fosforu do białka. Należą do nich: podroby (wątroba, mózg), krewetki, łosoś, kalmary oraz miękkie sery. Sugerowane spożycie to tylko jedna porcja tygodniowo.
5. Piąty poziom — obejmuje żywność, która zawiera bardzo wysoką podaż fosforu: żółtka jaj, orzechy, twarde sery. Zalecane spożycie to nie więcej niż 2–3 porcje miesięcznie.
6. Szósty poziom — to żywność zawierająca dodatki fosforanowe (przetworzone mięso, napoje typu cola, serki topione). Tych produktów pacjent powinien unikać w największym stopniu.
7. Technika gotowania — wskazuje gotowanie jako najlepszy sposób termicznej obróbki żywności w celu zmniejszenia zawartości fosforu. Zawiera też sugestię, że może być to gotowanie z dodatkiem oliwy z oliwek oraz przyprawianie czosnkiem i natką pietruszki. Potrawy mogą być przyrządzane z dodatkiem świeżych pomidorów, aby poprawić smak i wygląd. Akceptowalnym sposobem gotowania jest metoda *stir fry* — szybkie smażenie na dużym ogniu i z małą ilością tłuszczu. Można też przyrumienić potrawę w piekarniku, dodając uprzednio zioła i oliwę z oliwek [23].

### REALIZACJA ZAŁOŻEŃ DIETY NISKOFOSFORANOWEJ — ZALECENIA I ODPOWIEDNIA KONTROLA DIETETYCZNA

Ilość fosforu spożywanego przez pacjentów z zaawansowanym stadium PChN nie powinna być większa niż 600–1000 mg dziennie [3]. Na ogół zaleca się pacjentom między innymi ograniczenie serów żółtych, topionych, orzechów, konserw mięsnych, napojów typu cola, produktów wysokoprzetworzonych.

Warto również zwrócić uwagę, że gotowanie na przykład mięsa obniża zawartość fosforu przy jednoczesnym zachowaniu zawartości pełnowartościowego białka. Jeżeli chcemy jeszcze bardziej zmniejszyć zawartość fosforu, należy mięso moczyć w zimnej wodzie godzinę przed gotowaniem. Na zawartość fosforu w mięsie mają również wpływ czas gotowania, użyta woda oraz porcja mięsa. Mięso ma niższy stosunek fosforu do białka po ugotowaniu w tak zwanej miękkiej wodzie. Zawartość fosforu w próbce mięsa pokrojonego w plastry i gotowanego przez 30 minut jest prawie o połowę niższa od zawartości fosforu w większym, niepokrojonym kawałku mięsa gotowanym przez 10 minut [24].

Taylor i wsp. w 2015 roku wysunęli hipotezę, że w przypadku osób hemodializowanych dieta oparta na białku jaja kurzego (< 1,4 mg fosforu/1 g białka) wiąże się z obniżeniem stężenia fosforu w surowicy, bez pogorszenia stanu odżywienia pacjentów. Autorzy ci wprowadzili interwencję żywieniową w postaci specjalnego preparatu pasteryzowanego — płynnego białka jaja kurzego. W każdej porcji (225 g preparatu) zawartych było 120 kcal, 380 mg sodu, 360 mg potasu, 4 g węglowodanów, 24 g białka i 34 mg fosforu. Pacjenci spożywali jedną porcję preparatu zamiast jednego posiłku mięsnego przez 6 tygodni. Rezultatem interwencji był spadek poziomu fosforu w surowicy krwi oraz wzrost stężenia albuminy [25].

### PODSUMOWANIE

Największy wpływ na stężenie fosforu w surowicy ma spożycie fosforanów nieorganicznych (produkty wzbogacone o dodatki fosforanowe), a następnie — produktów pochodzenia zwierzęcego. Najmniejszy wpływ na jego stężenie we krwi mają produkty pochodzenia roślinnego. Białko jaja jest bogatym źródłem białka o wysokiej wartości biologicznej i ma jeden z najniższych wskaźników stosunku fosforu do białka.

Najważniejszym zaleceniem przy realizacji założeń diety niskofosforanowej jest unikanie spożywania produktów zawierających dodatki fosforanowe, gdyż zwiększają one zawartość fosforu w diecie średnio o 60%.

Niezbędne są dalsze badania nad wpływem dodatków fosforanowych na stężenie fosforu we krwi. Istnieje również konieczność wprowadzenia przez producentów informacji o całkowitej zawartości fosforu na etykietach produktów spożywczych.

►► Najważniejszym zaleceniem przy realizacji założeń diety niskofosforanowej jest unikanie spożywania produktów zawierających dodatki fosforanowe, gdyż zwiększają one zawartość fosforu w diecie średnio o 60%. Niezbędne są dalsze badania nad wpływem dodatków fosforanowych na stężenie fosforu we krwi. Istnieje również konieczność wprowadzenia przez producentów informacji o całkowitej zawartości fosforu na etykietach produktów spożywczych ◀◀



## STRESZCZENIE

Ograniczenie spożycia fosforu, zalecane w przypadku osób z przewlekłą chorobą nerek (PChN), jest trudne w realizacji ze względu na wszechobecność dodatków fosforanowych w produktach spożywczych oraz niewystarczające oznakowanie dotyczące zawartości fosforu na etykietach produktów. Zarówno nadmierne spożycie fosforu, jak i nieprawidłowy stosunek wapnia do fosforu jest realnym problemem również w diecie zdrowego człowieka. Ze względu na znaczną zawartość

oraz bardzo dobrą przyswajalność fosforanów nieorganicznych znajdujących się w produktach o wysokim stopniu przetworzenia należy maksymalnie ograniczyć ich udział w diecie pacjentów, którzy powinni przestrzegać zaleceń diety niskofosforanowej. W celu podjęcia właściwych wyborów żywieniowych wskazana jest regularna edukacja oparta między innymi na piramidzie spożycia fosforu.

**Forum Nefrol 2018, tom 11, nr 1, 15–23**

**Słowa kluczowe: przewlekła choroba nerek, dieta, fosfor, dodatki fosforanowe**

## Piśmiennictwo

1. Gutiérrez M.O. The connection between dietary phosphorus, cardiovascular disease and mortality: where we stand and what we need to know. *Adv. Nutr.* 2013; 4: 723–724.
2. Kozłowska L. Źródła fosforu w diecie a ryzyko powikłań mineralnych i kostnych u osób z przewlekłą chorobą nerek. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2012; 3: 822–826.
3. Włodarek D., Lange E., Kozłowska L. i wsp. *Dietoterapia. PZWL, Warszawa* 2014; 88, 393–402.
4. Murtaugh M.A., Filipowicz R., Baird B.C. i wsp. Dietary phosphorus intake and mortality in moderate chronic kidney disease: NHANES III. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2012; 27: 990–996.
5. Kestenbaum B. Phosphate metabolism in the setting of chronic kidney disease: significance and recommendations for treatment. *Semin. Dial.* 2007; 20: 286–294.
6. Grembecka M., Szefer P. *Biopierwiastki. W: Lebidzińska A., Szefer P. (red.). Żywność — Żywnienie — Zdrowie. Bromatologiczna ocena jakości żywności i wybrane elementy z żywienia człowieka. Wydawnictwo GUMed, Gdańsk* 2008: 73–85.
7. Calvo M.S., Lamberg-Allardt C.J. Phosphorus. *Adv. Nutr.* 2015; 6: 860–862.
8. Sherman R.A. Dietary phosphate restriction and protein intake in dialysis patients: a misdirected focus. *Semin. Dial.* 2007; 20: 16–18.
9. Uribarri J. Phosphorus homeostasis in normal health and in chronic kidney disease patients with special emphasis on dietary phosphorus intake. *Semin. Dial.* 2007; 20: 295–301.
10. Boaz M., Smetana S. Regression equation predicts dietary phosphorus intake from estimate of dietary protein intake. *J. Am. Diet. Assoc.* 1996; 96: 1268–1270.
11. Sandberg A.S., Andersson H., Kivisto B. i wsp. Extrusion cooking of a high-fibre cereal product. Effects on digestibility and absorption of protein, fat, starch, dietary fibre and phytate in the small intestine. *Br. J. Nutr.* 1986; 55: 245–254.
12. Calvo M.S., Uribarri J. Contributions to total phosphorus intake: all sources considered. *Semin. Dial.* 2013; 26: 54–61.
13. Molins R.A. *Phosphates in Food. CRC Press Inc., Boca Raton* 1991: 1–253.
14. Chambre M., Daurelles J. *Processed cheese. W: Eck A., Gillis J.C. (red.) Cheesemaking: from science to quality assurance. Lavoisier Publishing Inc., Paris* 2000: 641–657.
15. Murphy-Gutekunst L. Hidden phosphorus in popular beverages. *Nephrol. Nurs. J.* 2005; 32: 443–445.
16. Ritz E., Hahn K., Ketteler M. i wsp. Phosphate Additives in Food — a Health Risk. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2012; 109: 49–55.
17. Moore L.W., Nolte J.V., Gaber A.O. i wsp. Association of dietary phosphate and serum phosphorus concentration by levels of kidney function. *Am. J. Clin. Nutr.* 2015; 102: 444–453.
18. Uribarri J., Calvo M.S. Hidden sources of phosphorus in the typical American diet: does it matter in nephrology? *Semin. Dial.* 2003; 16: 186–188.
19. Jastrzębska A. Determination of sodium tripolyphosphate in meat samples by capillary zone electrophoresis with on-line isotachopheric sample pretreatment. *Talanta* 2006; 69: 1018–1024.
20. Omar B., D'Alessandro C., Gianfaldoni D. i wsp. Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real and insidious danger for renal patients. *J. Ren. Nutr.* 2010; 21: 303–308.
21. Kalantar-Zadeh K., Gutekunst L., Mehrotra R. i wsp. Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2010; 5: 519–530.
22. Szeleszczuk Ł., Kuras M. Znaczenie wapnia w metabolizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w diecie. *Biul. Wydz. Farm.* 2014; 3: 16–22.
23. D'Alessandro C., Piccoli G.B., Cupisti A. The „phosphorus pyramid”: a visual tool for dietary phosphate management in dialysis and CKD patients. *BMC Nephrol.* 2015; 16: 9.
24. Ando S., Sakuma M., Morimoto Y. i wsp. The effect of various boiling conditions on reduction of phosphorus and protein in meat. *J. Ren. Nutr.* 2015; 25: 504–509.
25. Taylor L.M., Kalantar-Zadeh K., Markewich T. i wsp. Dietary egg whites for phosphorus control in maintenances hemodialysis patients: a pilot study. *J. Ren. Care* 2011; 37: 16–24.