

BARTOSZ KULCZYŃSKI, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA

Katedra Technologii Żywności Człowieka  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## GRANAT – TROPIKALNY OWOC BOGATY W ZWIĄZKI BIOAKTYWNE O WŁAŚCIWOŚCIACH PROZDROWOTNYCH

POMEGRANATE – A TROPICAL FRUIT RICH IN BIOACTIVE COMPOUNDS  
WITH HEALTH-PROMOTING PROPERTIES

**Streszczenie.** Granat (*Punica granatum*) jest jednym z najstarszych, dobrze poznanych owoców, który od tysięcy lat był stosowany w wielu kulturach i symbolizował różne aspekty życia, głównie: płodność, obfitość i długowieczność. Liczne właściwości prozdrowotne owoców granatu, takie jak: regulowanie gospodarki węglowodanowej i lipidowej, działanie antybakteryjne i przeciwnowotworowe przypisuje się obecności związków o bardzo dużym potencjale przeciwutleniającym, w tym związkom fenolowym: taninom i antocyjanom. Owoce granatu są wykorzystywane w przemyśle spożywczym do produkcji wina, soków, dżemów i galaretek.

**Słowa kluczowe:** granat, związki bioaktywne, właściwości prozdrowotne, właściwości przeciwutleniające

### Wstęp

Granatowiec właściwy (*Punica granatum*) jest krzewem lub drzewem wydającym owoce granatu, należącym do rodziny Punicaceae. Pochodzi prawdopodobnie z terenów Iranu i Afganistanu. Jego owoce były powszechnie wykorzystywane już w czasach starożytnych. Granat był owocem czczonym w wielu religiach świata, gdzie symbolizował płodność, obfitość, nieśmiertelność oraz świętość (Bhandari, 2012; Viuda-Martos i in., 2010). Granat był powszechnie stosowany w medycynie ludowej jako środek przeciwko pasożytom. Wykorzystywany był także w leczeniu aftry, wrzodów, biegunk, czerwonki, kwasicy, krwotoków, zakażeń mikrobiologicznych oraz schorzeń układu oddechowego i w stanach gorączkowych (Larrosa i in., 2010; Lee i in., 2010). Wszystkie części rośliny (korzenie, kora, kwiaty, owoce oraz liście) są wykorzystywane

w ajurwedzie, czyli starożytnej medycynie indyjskiej (Bhowmik i in., 2013). Z owoców granatu przygotowuje się wiele produktów, m.in.: soki, wino, dżemy, konfitury, galaretki, likiery, syropy i suszone pestki (Maestre i in., 2000; Singh i Singh, 2004).

Celem niniejszej pracy jest scharakteryzowanie owoców granatu z uwzględnieniem ich składu chemicznego i właściwości prozdrowotnych.

## **Charakterystyka botaniczna**

Granatowiec właściwy pochodzi z Azji Środkowej, jednakże ze względu na swoje szerokie ogromne adaptacji do różnych warunków klimatycznych i glebowych, jest on uprawiany w całym regionie Morza Śródziemnego, Indiach, suchych częściach Azji Południowo-Wschodniej, Malezji i w niektórych rejonach Stanów Zjednoczonych (głównie w Arizonie i Kalifornii), Chin, Japonii i Rosji (Fadavi i in., 2006). Granatowiec to krzew, który w naturalny sposób ma tendencję do rozwoju wielu pni. Osiąga wysokość około 3 do nawet 7 m, jego gałęzie są nieregularne i kolczaste, liście błyszczące o kształcie lancetowatym, a kwiaty są duże, o cylindrycznym kielichu, w kolorze czerwonym, różowym, rzadziej białym. Owoce granatowca stanowią mięsiste jagody z grubą, skórzastą skórką otaczającą jadalne części. Owoce mają kulisty, nieco spłaszczony kształt, a ich średnica może sięgać nawet 12 cm. Zewnętrzna część charakteryzuje się barwą od zielonej, żółtej, różowej do głębokiej czerwieni i purpury w zależności od odmiany i stopnia dojrzałości. Nasiona wewnątrz owocu występują w skupiskach i są otoczone galaretowatymi, soczystymi osnówkami. W dużych owocach znajduje się nawet od 1200–1300 nasion (Ashton, 2006; Bhandari, 2012; Holland i in., 2009). Optymalne warunki wzrostu granatowca występują w klimacie śródziemnomorskim. Składają się na nie przede wszystkim: silna ekspozycja na światło słoneczne, łagodne zimy, suche i gorące lata (Holland i in., 2009; POMASA, 2013). Granatowiec może być uprawiany w szerokim zakresie pH gleby (optimum pH wynosi 5,5–7,5), gdyż toleruje gleby alkaliczne, rośnie również na glebach o niewielkim zasoleniu. Najlepszymi warunkami glebowymi dla wzrostu granatowca są ziemie głębokie, gliniaste, żyzne, bogate w próchnicę (POMASA, 2013). Drzewo owocuje po raz pierwszy w wieku 2–3 lat, a owoce dojrzewają od 5 do 8 miesięcy po zbiorze (Holland i in., 2009). Szacuje się, że średnio z jednego drzewa granatowca można uzyskać 50 kg owoców, a z każdego kilograma granatów otrzymuje się od 500 do 750 g soku (Karczmarczyk, 2012).

## **Skład chemiczny**

Granat zawiera w swoim składzie wiele cennych związków, które znajdują się w różnych częściach anatomicznych owocu: skórce, nasionach lub osnówce. Ważnym składnikiem owocu jest sok, który może być pozyskany z osnówki bądź też z całego owocu. Na ostateczny skład chemiczny granatu ma wpływ wiele czynników, wśród których do najważniejszych zalicza się: odmianę, warunki uprawy, klimat, dojrzałość i sposób przechowywania (Barzegar i in., 2004; Fadavi i in., 2006). Określenie wartości odżywczej owoców granatu było przedmiotem zainteresowań wielu badaczy (Akpınar-

-Bayizit i in., 2012; Dahham i in., 2010; U.S. Department..., 2014). Stanowią one niskokaloryczny surowiec, w którym dominującym makroskładnikiem są węglowodany (14,5–19,5 g w 100 g). Owoce zawierają również witaminy, przede wszystkim C i E, kwas pantotenowy, a także składniki mineralne, głównie potas, magnez i fosfor. Szczegółowa wartość odżywcza owoców granatu została przedstawiona w tabeli 1. Około 50% całkowitej masy owocu stanowi skórka, która jest istotnym źródłem związków bioaktywnych, takich jak: związki fenolowe, w tym flawonole, elagotaniny oraz proantocyjanidyny (Li i in., 2006). Związki bioaktywne są to aktywne składniki pokarmowe, które wykazują właściwości prozdrowotne i jednocześnie są bezpieczne w spożyciu (Kulczyński i in., 2014). Jadalna część owocu granatowca (50%) składa się z osnówki (40%) i nasion (10%). Osnówka zawiera 85% wody, 10% cukrów ogółem (głównie glukozy i fruktozy) i 1,5% pektyn. Obecne są również kwasy organiczne (askorbinowy, cytrynowy, jabłkowy), flawonoidy, w tym antocyjany (Akpınar-Bayizit i in., 2012; Aviram

Tabela 1. Wartość odżywcza i energetyczna 100 g produktu z owoców granatu (na podstawie literatury)

Table 1. Nutritional and energy value of 100 g of product from pomegranate fruits (based on the literature)

Składnik Component		Dahham i in. / et al. (2010)	U.S. Department... (2014)	Akpınar-Bayizit i in. / et al. (2012)
Energia – Energy	kcal	65	77,93	72,6–86,4
Białko – Protein	g	1,6	1,67	0,05–1,6
Tłuszcze – Lipids		0,1	1,17	0,01–0,9
Węglowodany – Carbohydrates		14,5	18,7	15,4–19,6
Błonnik pokarmowy – Dietary fiber		5,1	4	3,4–5,0
Cukry proste – Sugars		–	13,67	–
Wapń – Calcium	mg	10	10	3,0–12,0
Żelazo – Iron		0,3	0,3	0,3–1,2
Magnez – Magnesium		–	12	9
Fosfor – Phosphorus		70	36	8,0–37,0
Potas – Potassium		–	236	–
Sód – Sodium		–	3	3
Cynk – Zinc		–	0,35	–
Miedź – Copper		–	0,16	–
Mangan – Manganese		–	0,12	–
Witamina C – Vitamin C		16	10,2	4,0–14,0
Tiamina – Thiamine		–	0,07	0,1
Ryboflawina – Riboflavin		–	0,05	–
Niacyna – Niacin		–	0,29	0,18–0,30
Kwas pantotenowy – Pantothenic acid		–	0,38	–
Witamina E – Vitamin E		–	0,6	–

i in., 2000; Jasuja i in., 2012; Lansky i Newman, 2007; Tezcan i in., 2009; Wang i in., 2010). Nasiona są z kolei bogate w lipidy. Olej z owoców granatu stanowi około 12–20% całkowitej masy nasion. Tłuszcze zawarte w granacie charakteryzują się dużą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (kwas linolowy, linolenowy) oraz innych kwasów tłuszczowych, takich jak: kwas punicynowy, oleinowy, stearynowy, a także palmitynowy (Fadavi i in., 2006; Ozgul-Yucel, 2005; Sreekumar i in., 2014). W nasionach granatu są obecne również: białko, błonnik pokarmowy, cukry, składniki mineralne, witaminy i polifenole, w tym izoflawony (genisteina) (El-Nemr, 2006). Wykaz związków bioaktywnych zidentyfikowanych w owocach granatu zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2. Związki bioaktywne obecne w owocach granatu

Table 2. Bioactive compounds of pomegranate fruits

Część rośliny Part of plant	Związki bioaktywne Bioactive compounds	Literatura Literature
Sok Juice	Antocyjany, kwas elagowy, kwas galusowy, kwas kofeinowy, galusan epigalokatechiny, kwercetyna, rutyna Anthocyanins, ellagic acid, gallic acid, caffeic acid, epigallocatechin gallate, quercetin, rutin  Kwas cytrynowy, kwas jabłkowy, kwas winowy, kwas fumarowy, kwas bursztynowy, kwas galusowy, kwas elagowy, kwas kofeinowy, kwas chlorogenowy, kwas p-kumarowy, kwas chinowy, katechiny, epikatechiny, galusan epigalokatechiny, kwercetyna, rutyna, glukozyd cyjanidyny, glukozyd pelargonidyny, glukozyd delfinidyny Citric acid, malic acid, tartaric acid, fumaric acid, succinic acid, gallic acid, ellagic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, p-coumaric acid, quinic acid, catechins, epicatechins, epigallocatechin gallate, quercetin, rutin, cyanidin glucoside, pelargonidin glucoside, delphinidin glucoside	Akpinar-Bayazit i in. / et al. (2012)  Lansky i / and Newman (2007)
Owoc, nasiona Fruit, seeds	Katechiny, epikatechiny, galusan epigalokatechiny, flavan-3-ole, kaempferol, luteolina, naringina, pelargonidyna, prodelfinidyna, kwercetyna, rutyna Catechins, epicatechins, epigallocatechin gallate, flavan-3-ols, kaempferol, luteolin, naringin, pelargonidin, prodelfinidin, quercetin, rutin  Kwas hydroksybenzoesowy, kwas elagowy, kwas kofeinowy, kwas chlorogenowy, kwas p-kumarowy, kwas chinowy, punikalagina, korilagina, pedunkulagina, telimagrandina, pelargonidyna, delfinidyna, katechiny, epigalokatechiny, kwercetyna, rutyna, kaempferol, naringina, 3-O-glukozyd kaempferolu, 3-O-ramnoglukozyd kaempferolu Hydroxybenzoic acid, ellagic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, p-coumaric acid, quinic acid, punicalagin, corilagin, pedunculagin, telimagrandin, pelargonidin, delphinidin, catechins, epigallocatechins, quercetin, rutin, kaempferol, naringin, kaempferol 3-O-glucoside, kaempferol 3-O-ramnoglucoside	Wang i in. / et al. (2010)  Jasuja i in. / et al. (2012)

## Właściwości przeciwutleniające

Aktywność przeciwutleniająca owoców granatu i składników w nich zawartych była przedmiotem wielu badań (Borochov-Neori i in., 2009; Gil i in., 2000; Mertens-Talcott i in., 2006; Sadeghi i in., 2009; Singh i in., 2002; Sudheesh i Vijayalakshmi, 2005; Tzulkker i in., 2007). Na właściwości przeciwutleniające granatu wpływa wiele czynników, głównie są to: odmiana i stopień dojrzałości owoców, warunki klimatyczne uprawy oraz część anatomiczna owocu, która została poddana analizie. Singh i in. (2002) dostarczyli dowodów, że metanolowy ekstrakt ze skórki granatu charakteryzował się znacząco większą pojemnością przeciwutleniającą niż ekstrakt przygotowany z nasion owocu. W badaniu tym wykorzystano zdolność związków obecnych w granacie do wygaszania rodnika DPPH<sup>\*</sup> (rodnik 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylowy) oraz zastosowano modelowy system: beta-karoten-linolenian (Singh i in., 2002). Z kolei Tzulkker i in. (2007) zaobserwowali 20-krotnie większą aktywność przeciwutleniającą homogenatów otrzymanych z całych owoców niż soku uzyskanego z osnówek. Ciekawe badania z wykorzystaniem czterech metod badania właściwości przeciwutleniających: ABTS, DPPH, DMPD i FRAP przeprowadzili Gil i in. (2000), którzy wykazali, że sok z granatu cechował się trzykrotnie większą aktywnością przeciwutleniającą niż wino czerwone i zielona herbata. Sadeghi i in. (2009) potwierdzili zdolność redukcji żelaza (metoda FRAP) przez związki zawarte w ekstrakcie z nasion granatu. Zdolność przeciwutleniającą flawonoidów obecnych w owocu granatu wykazali Sudheesh i Vijayalakshmi (2005). Autorzy ci zaobserwowali, że grupy szczurów, którym podawano wyizolowane flawonoidy, charakteryzowały się mniejszym stężeniem hydronadtlenków i malondialdehydu (w tkankach wątroby, serca i nerek), będących biomarkerami zmian oksydacyjnych lipidów. Ponadto odnotowali oni, że osobniki, którym wprowadzono do diety związki flawonoidowe wyizolowane z ekstraktu owoców granatu, wykazywały zwiększoną aktywność enzymów antyoksydacyjnych (katalazy, dysmutazy ponadtlenkowej, peroksydazy i reduktazy glutationowej) we wspomnianych tkankach w porównaniu z osobnikami z grupy kontrolnej. Z kolei badania przeprowadzone z udziałem ludzi jednoznacznie pokazały, że podanie ekstraktu z granatu w postaci kapsulek spowodowało wzrost pojemności przeciwutleniającej osocza o 31,8% po 0,5 h od momentu jego spożycia (Mertens-Talcott i in., 2006).

## Właściwości kardioprotekcyjne

Owoce granatu są źródłem związków o silnych właściwościach przeciwutleniających (garbników, antocyjanów), które uważane są jednocześnie za silne czynniki przeciwniażdżycowe. Ich pozytywne działanie hipotensyjne i hipolipemiczne wykazano w wielu badaniach przeprowadzonych zarówno z udziałem ludzi, jak i na modelach zwierzęcych (Esmailzadeh i in., 2006; Mirmiran i in., 2010; Mohan i in., 2010; Stowe, 2011). Jak podaje dostępna literatura, sok z granatów przyczynia się do obniżenia ciśnienia skurczowego krwi oraz hamowania osoczowej aktywności enzymu konwertującego angiotensynę (Stowe, 2011). Podobne wnioski przedstawili Mohan i in. (2010), którzy szczurom rasy wistar z podwyższonym ciśnieniem krwi, wywołanym podskórną iniek-

cją angiotensyny II, podawali sok z granatów w ilości 100 mg na 1 kg masy ciała przez 4 tygodnie. Podczas tego eksperymentu badacze zaobserwowali obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, jak również zmniejszenie reaktywności naczyniowej na działanie katecholamin. Z kolei Aviram i in. (2004) zauważyli, że podawanie przez rok soku z granatu pacjentom z miażdżycą i zwężeniem tętnicy szyjnej spowodowało 30-procentową redukcję grubości błony wewnętrznej i środkowej tętnicy szyjnej, a także 83-procentowy wzrost aktywności osoczowej paraoksonazy-1 (PON-1), enzymu odpowiedzialnego m.in. za zapobieganie utlenianiu cząsteczek cholesterolu LDL (Zielaskowska i Olszewska-Słonina, 2006). Efekt przeciwmiażdżycowy owoców granatu został potwierdzony przez Mirmiran i in. (2010), którzy przez 4 tygodnie podawali pacjentom 800 mg oleju nasion. U osób tych dostrzeżono istotny statystycznie spadek stężenia triglicerydów we krwi oraz obniżenie stosunku triglicerydy : cholesterol HDL. Wyniki tych badań są zbieżne z wynikami otrzymanymi przez Esmailzadeha i in. (2006), którzy oceniali wpływ spożycia skoncentrowanego soku z granatu na profil lipidowy pacjentów chorych na cukrzycę typu 2 i hiperlipidemię. Po zakończeniu badań odnotowano zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL, stosunku stężenia frakcji LDL do HDL oraz stosunku stężenia cholesterolu całkowitego do HDL. W badaniach przeprowadzonych przez de Nigris i in. (2007) wykazano, że zarówno ekstrakt z owoców granatowca, jak i sok przygotowany z ich wykorzystaniem przyczyniają się do istotnego zmniejszenia ekspresji markerów zapalenia naczyń: trombospondyny (TSP) i transformującego czynnika wzrostu beta (TGF-beta), a także zwiększenia stężenia tlenków azotu (NOx) w osoczu.

## Działanie hipoglikemiczne

Badania przeprowadzone na szczurach rasy wistar wykazały, że podawanie wodnego ekstraktu skórki granatu (200 mg na 1 kg masy ciała) spowodowało spadek stężenia glukozy w surowicy krwi (Parmar i Kar, 2008). W podobnym badaniu, w którym również podawano szczurom cierpiącym na cukrzycę ekstrakt ze skórki owocu bogatej w polifenole przez okres 10 dni, oznaczono spadek poziomu glukozy we krwi na czczo oraz wzrost stężenia insuliny (Parmar i Kar, 2007). Efekt hipoglikemiczny zaobserwowali również Das i in. (2001), którzy szczurom ze streptozotocynową cukrzycą podawali doustnie metanolowy ekstrakt z nasion granatu w dawce 300 i 600 mg na 1 kg masy ciała. Po 12 h odnotowali zmniejszenie stężenia glukozy we krwi, odpowiednio o 47 i 52%. Z kolei McFarlin i in. (2009) zaobserwowali, że podanie myszom oleju z nasion granatu bogatego w kwas linolenowy, w okresie karmienia dietą wysokotłuszczową, spowodowało poprawę wrażliwości na insulinę, zmniejszając tym samym ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2. Badania prowadzone przez Makina-Wakagiego i in. (2012) pokazały, że spożycie przez myszy ekstraktu z owoców granatu spowodowało spadek poziomu rezystyny w surowicy krwi, której przypisuje się istotną rolę w powstawaniu insulinooporności (Szulińska i Pupek-Musialik, 2006). Również w badaniach z udziałem ludzi odnotowano korzystny wpływ granatu na gospodarkę węglowodanową. Banihani i in. (2014) dostarczyli dowodów, że spożycie soku z owoców granatowca przez osoby chore na cukrzycę typu 2 przyczyniło się do obniżenia poziomu stężenia glukozy na czczo, a także do zmniejszenia insulinooporności. Powyższych wyników nie po-

twierdzili Rock i in. (2008), którzy stwierdzili, że podanie pacjentom z cukrzycą typu 2 soku z granatu w ilości 50 ml na dzień przez okres 4 miesięcy nie wpłynęło w sposób znaczący na zmianę stężenia glukozy we krwi na czczo ani na poziom insuliny i hemoglobiny glikowanej A1c.

## Właściwości przeciwnowotworowe

Przeprowadzono wiele badań, mających na celu określenie wpływu składników obecnych w granacie na zapobieganie chorobom nowotworowym i hamowanie ich rozwoju. Albrecht i in. (2004) udowodnili, że zarówno olej z nasion granatu, jak i fermentowany sok z owocu hamują proliferację komórek raka gruczołu krokowego (LNCaP, PC-3, DU-145). Zauważono także, że ekstrakty z całych owoców granatu są bardziej skuteczne w działaniu antynowotworowym aniżeli ekstrakty przygotowane z poszczególnych części owocu (Lansky i in., 2005). Dwa dostępne badania sugerują, że u podstaw mechanizmu hamowania wzrostu komórek linii PC-3 leży modulowanie białek regulujących procesy apoptozy (Malik i in., 2005; Malik i Mukhtar, 2006). Badania prowadzone na liniach komórkowych raka piersi wykazały, że składniki zawarte w granacie skutecznie hamują angiogenezę (Toi i in., 2003), inwazyjność (Kim i in., 2002) i wzrost komórek rakowych (Mehta i Lansky, 2004) oraz wywołują ich apoptozę (Jeune, 2005). Wyniki badań Kasimsetty'ego i in. (2010) pokazują, że elagotaniny i urolityny uwalniane w okrężnicy po podaniu soku z granatu mogą zmniejszać ryzyko rozwoju raka jelita grubego poprzez hamowanie proliferacji komórek, a także indukowanie apoptozy. Ponadto uważa się, że związki bioaktywne obecne w granacie odgrywają rolę w prewencji i leczeniu białaczki (Dahlawi i in., 2012), a także raka wątrobowokomórkowego (Bishayee i in., 2011).

## Wpływ na wzrost drobnoustrojów

Działanie przeciwdrobnoustrojowe granatu było analizowane podczas wielu doświadczeń (McCarrell i in., 2008; Muangsan i Senamontee, 2008; Pasha i in., 2009). W tabeli 3 zebrano wybrane badania, które dokumentują wpływ ekstraktów z granatu na wzrost drobnoustrojów. Właściwości antybakteryjne przypisuje się przede wszystkim aktywności przeciwutleniającej owoców, która zależy głównie od zawartych w nich związków fenolowych, w tym antocyjanów (Naz i in., 2007). Opara i in. (2009) przedstawili wyniki eksperymentu, które wskazują, że najsilniejsze działanie przeciwko *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa* jest związane z obecnością w skórce owocu punikalaginy. Do podobnych wniosków doszli Salgado i in. (2009) oraz Dahham i in. (2010), którzy badali właściwości antybakteryjne ekstraktów z granatu przygotowanych z różnych części owocu: skórki, nasion, soku i całych owoców. Odnotowano również, że metanolowe ekstrakty ze skórki granatu wykazują aktywność przeciwko takim bakteriom, jak: *S. aureus*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus subtilis* oraz *Salmonella typhi* (Prashanth i in., 2001). Z kolei Al-Zoreky (2009) podaje, że 80-procentowy metanolowy ekstrakt skórki granatu jest silnym inhibi-

Tabela 3. Wpływ ekstraktów granatu na rozwój wybranych bakterii  
 Table 3. Effect of pomegranate extract on the development of selected bacteria

Bakterie Bacteria	Preparat granatu Pomegranate product	Wzrost (+) Inhibicja (-) Growth (+) Inhibition (-)	Literatura Literature
<i>Bifidobacterium</i> spp. <i>Bifidobacterium breve</i> <i>Bifidobacterium infantis</i> <i>Lactobacillus</i> spp.	Przetworzone całe owoce Processed whole fruits	+ + + +	Białonska i in. / et al. (2009, 2010)
<i>Salmonella paratyphi</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella typhimurium</i>	Cały owoc, ekstrakt wodny i metanolowy Whole fruit, water and methanol extract	- - -	Pasha i in. / et al. (2009)
<i>Enterobacter aerogenes</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Cały owoc, surowy ekstrakt Whole fruit, raw extract	- - - - -	Salgado i in. / et al. (2009)
<i>Aeromonas sobria</i> <i>Chryseobacterium</i> sp. <i>Enterobacter</i> sp. <i>Klebsiella pneumonia</i>	Cały owoc, ekstrakt wodny i etanolowy Whole fruit, water and ethanol extract	- - - -	Muangsan i / and Senamontee (2008)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Skórka, ekstrakt metanolowy Peel, methanol extract	-	Al-Zoreky (2009)
<i>Bacillus subtilis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Skórka, ekstrakt wodny Peel, water extract	- - - - -	McCarrell i in. / et al. (2008)

torem wzrostu bakterii: *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* i *Yersinia enterocolitica*. W innych badaniach *in vitro* zauważono, że ekstrakt granatu hamował wzrost szczepów bakterii przyzębia: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Klebsiella*, *E. coli* oraz *Proteus* spp. (Bhadbhade i in., 2011; Menezes i in., 2006). Zaobserwowano także, że ekstrakt przetworzonych owoców granatu przyczynił się do znacznego wzrostu bakterii probiotycznych (*Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *B. breve* i *B. infantis*) (Białonska i in., 2009, 2010).



## Podsumowanie

Granat ma bogatą etnomedyczną historię. Owoce granatu i jego poszczególne części (nasiona, sok, skórka) są źródłem związków bioaktywnych o korzystnym działaniu fizjologicznym. Liczne eksperymenty *in vitro*, jak również badania na modelach zwierzęcych oraz z udziałem ludzi, wykazały wiele właściwości prozdrowotnych granatu, w tym przede wszystkim działanie obniżające poziom cukru we krwi, przeciwnowotworowe, antibakteryjne, przeciwutleniające, a także kardioprotekcyjne. Właściwości te sugerują możliwość wykorzystania granatu w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych, takich jak choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory czy też cukrzyca typu 2. Obecnie na rynku spożywczym dostępne są produkty przygotowane z wykorzystaniem granatu. Są to głównie soki, dżemy i galaretki. Wobec udokumentowanego działania prozdrowotnego owoców granatu niewątpliwie warto opracowywać nowe receptury i projektować kolejne produkty, których włączenie do diety człowieka może przyczynić się do poprawy i utrzymania prawidłowego stanu zdrowia.

## Literatura

- Akpınar-Bayazit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L. (2012). The therapeutic potential of pomegranate and its products for prevention of cancer. W: A. G. Georgakilas (red.), *Cancer prevention – from mechanisms to translational benefits* (s. 331–373). Rijeka: Intech.
- Albrecht, M., Jiang, W., Kumi-Diaka, J., Lansky, E. P., Gommersall, L. M., Patel, A., Mansel, R. E., Neeman, I., Geldof, A. A., Campbell, M. J. (2004). Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth, and invasion of human prostate cancer cells. *J. Med. Food*, 7, 3, 274–283.
- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *Int. J. Food Microbiol.*, 134, 244–248.
- Ashton, R. (2006). Growing pomegranates. W: R. Ashton, B. Baer, D. Silverstein (red.), *The incredible pomegranate: plant and fruit* (s. 35–38). Tempe: Third Millennium Publishing.
- Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D., Fuhrman, B. (2000). Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *Am. J. Clin. Nutr.*, 71, 1062–1076.
- Aviram, M., Rosenblat, M., Gaitini, D., Nitecki, S., Hoffman, A., Dornfeld, L., Volkova, N., Presser, D., Attias, J., Liker, H., Hayek, T. (2004). Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin. Nutr.*, 23, 3, 423–433.
- Banihani, S. A., Makahleh, S. M., El-Akawi, Z., Al-Fashtaki, R. A., Khaour, O. F., Gharibeh, M. Y., Saadah, N. A., Al-Hashimi, F. H., Al-Khasieb, N. J. (2014). Fresh pomegranate juice ameliorates insulin resistance, enhances  $\beta$ -cell function, and decreases fasting serum glucose in type 2 diabetic patients. *Nutr. Res.*, 34, 10, 862–867.
- Barzegar, M., Fadavi, A., Azizi, M. H. (2004). An investigation on the physicochemical composition of various pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Yazd. Iran. *J. Food Sci. Technol.*, 1, 2, 9–14.
- Bhadbhade, S. J., Acharya, A. B., Rodrigues, S. V., Thakur, S. L. (2011). The antiplaque efficacy of pomegranate mouthrinse. *Quintessence Int.*, 42, 1, 29–36.

- Bhandari, P. R. (2012). Pomegranate (*Punica granatum* L.). Ancient seeds for modern cure? Review of potential therapeutic applications. *Int. J. Nutr. Pharmacol. Neurol. Dis.*, 2, 3, 171–184.
- Bhowmik, D., Gopinath, H., Kumar, B. P., Duraivel, S., Aravind, G., Kumar, K. P. S. (2013). Medicinal uses of *Punica granatum* and its health benefits. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 1, 5, 28–35.
- Bialonska, D., Kasimsetty, S. G., Schrader, K. K., Ferreira, D. (2009). The effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) byproducts and ellagitannins on the growth of human gut bacteria. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 18, 8344–8349.
- Bialonska, D., Ramnani, P., Kasimsetty, S. G., Muntha, K. R., Gibson, G. R., Ferreira, D. (2010). The influence of pomegranate by-product and punicalagins on selected groups of human intestinal microbiota. *Int. J. Food Microbiol.*, 140, 2–3, 175–182.
- Bishayee, A., Bhatia, D., Thoppil, R. J., Darvesh, A. S., Nevo, E., Lansky, E. P. (2011). Pomegranate-mediated chemoprevention of experimental hepatocarcinogenesis involves Nrf2-regulated antioxidant mechanisms. *Carcinogenesis*, 32, 6, 888–896.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, S., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I., Holland, D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *J. Food Comp. Anal.*, 22, 3, 189–195.
- Dahham, S. S., Ali, M. N., Tabassum, H., Khan, M. (2010). Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9, 273–281.
- Dahlawi, H., Jordan-Mahy, N., Clench, M. R., Le Maitre, C. L. (2012). Bioactive actions of pomegranate fruit extracts on leukemia cell lines *in vitro* hold promise for new therapeutic agents for leukemia. *Nutr. Cancer*, 64, 1, 100–110.
- Das, A. K., Mandal, S. C., Banerjee, S. K., Sinha, S., Saha, B. P., Pal, M. (2001). Studies on the hypoglycaemic activity of *Punica granatum* seed in streptozotocin induced diabetic rats. *Phytother. Res.*, 15, 7, 628–629.
- El-Nemr, S. E., Ismail, I. A., Ragab, M. (2006). Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. *Nahrung*, 34, 7, 601–606.
- Esmailzadeh, A., Tahbaz, F., Gaieni, I., Alavi-Majd, H., Azadbakht, L. (2006). Cholesterol-lowering effect of concentrated pomegranate juice consumption in type II diabetic patients with hyperlipidemia. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 76, 3, 147–151.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M. H. (2006). Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *J. Food Comp. Anal.*, 19, 6–7, 676–680.
- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 10, 4581–4589.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: botany, horticulture, breeding. *Hortic. Rev.*, 35, 127–191.
- Jasuja, N., Saxena, R., Chandra, J., Sharma, R. (2012). Pharmacological characterization and beneficial uses of *Punica granatum*. *Asian J. Plant Sci.*, 11, 6, 251–267.
- Jeune, M. A., Kumi-Diaka, J., Brown, J. (2005). Anticancer activities of pomegranate extracts and genistein in human breast cancer cells. *J. Med. Food*, 8, 4, 469–475.
- Karczmarczuk, R. (2012). Granat – owoc mało nam znany. *Wszelchświat*, 113, 10–12, 282–285.
- Kasimsetty, S. G., Bialonska, D., Reddy, M. K., Ma, G., Khan, S. I., Ferreira, D. (2010). Colon cancer chemopreventive activities of pomegranate ellagitannins and urolithins. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 4, 2180–2187.
- Kim, N. D., Mehta, R., Yu, W., Neeman, I., Livney, T., Amichay, A., Poirier, D., Nicholls, P., Kirby, A., Jiang, W., Mansel, R., Ramachandran, C., Rabi, T., Kaplan, B., Lansky, E. (2002). Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. *Breast Cancer Res. Treat.*, 71, 3, 203–217.

- Kulczyński, B., Groszczyk, B., Cerba, A., Gramza-Michałowska, A. (2014). Owoce goi (*Lycium barbarum*) jako źródło związków bioaktywnych w żywności – przegląd literatury. *Nauka Przyr. Technol.*, 8, 2, #19.
- Lansky, E. P., Jiang, W., Mo, H., Bravo, L., Froom, P., Yu, W., Harris, N. M., Neeman, I., Campbell, M. J. (2005). Possible synergistic prostate cancer suppression by anatomically discrete pomegranate fractions. *Invest. New Drugs*, 23, 1, 11–20.
- Lansky, E. P., Newman, R. A. (2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *J. Ethnopharmacol.*, 109, 2, 177–206.
- Larrosa, M., González-Sarrías, A., Yáñez-Gascón, M. J., Selma, M. V., Azorín-Ortuño, M., Toti, S., Tomás-Barberán, F., Dolara, P., Espín, J. C. (2010). Anti-inflammatory properties of a pomegranate extract and its metabolite urolithin-A in a colitis rat model and the effect of colon inflammation on phenolic metabolism. *J. Nutr. Biochem.*, 21, 8, 717–725.
- Lee, C. J., Chen, L. G., Liang, W. L., Wanga, C. C. (2010). Anti-inflammatory effects of *Punica granatum* Linne *in vitro* and *in vivo*. *Food Chem.*, 118, 315–322.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem.*, 96, 2, 254–260.
- Maestre, J., Melgarejo, P., Tomás-Barberán, F. A., García-Viguera, C. (2000). New food products derived from pomegranate. W: P. Melgarejo, J. Martínez-Nicolás, J. Martínez-Tomé (red.), Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: advances in research and technology (s. 243–245). Zaragoza: CIHEAM.
- Makino-Wakagi, Y., Yoshimura, Y., Uzawa, Y., Zaima, N., Moriyama, T., Kawamura, Y. (2012). Ellagic acid in pomegranate suppresses resistin secretion by a novel regulatory mechanism involving the degradation of intracellular resistin protein in adipocytes. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 417, 2, 880–885.
- Malik, A., Afaq, F., Sarfaraz, S., Adhami, V. M., Syed, D. N., Mukhtar, H. (2005). Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 102, 41, 14813–14818.
- Malik, A., Mukhtar, H. (2006). Prostate cancer prevention through pomegranate fruit. *Cell Cycle*, 5, 4, 371–373.
- McCarrell, E., Gould, S., Fielder, K. A., El Sankary, W., Naughton, D. (2008). Antimicrobial activities of pomegranate rind extracts: enhancement by addition of metal salts and vitamin C. *BMC Complement. Altern. Med.*, 8, 64–70.
- McFarlin, B. K., Strohacker, K. A., Kueht, M. L. (2009). Pomegranate seed oil consumption during a period of high-fat feeding reduces weight gain and reduces type 2 diabetes risk in CD-1 mice. *Br. J. Nutr.*, 102, 1, 54–59.
- Mehta, R., Lansky, E. P. (2004). Breast cancer chemopreventive properties of pomegranate (*Punica granatum*) fruit extracts in a mouse mammary organ culture. *Eur. J. Cancer Prev.*, 13, 4, 345–348.
- Menezes, S. M., Cordeiro, L. N., Viana, G. S. (2006). *Punica granatum* (pomegranate) extract is active against dental plaque. *J. Herb. Pharmacother.*, 6, 2, 79–92.
- Mertens-Talcott, S. U., Jilma-Stohlawetz, P., Rios, J., Hingorani, L., Derendorf, H. (2006). Absorption, metabolism, and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 23, 8956–8961.
- Mirmiran, P., Fazeli, M. R., Asghari, G., Shafiee, A., Azizi, F. (2010). Effect of pomegranate seed oil on hyperlipidaemic subjects: a double-blind placebo-controlled clinical trial. *Br. J. Nutr.*, 104, 3, 402–406.
- Mohan, M., Waghulde, H., Kasture, S. (2010). Effect of pomegranate juice on Angiotensin II-induced hypertension in diabetic Wistar rats. *Phytother. Res.*, 2, 196–203.

- Muangsan, N., Senamontee, V. (2008). Antimicrobial effects of some medicinal plant extracts against bacteria associated with black disease. *Acta Hort.* (Chiang Mai), 786, 73–76.
- Naz, S., Siddiqi, R., Ahmad, S., Rasool, S. A., Sayeed, S. A. (2007). Antibacterial activity directed isolation of compounds from *Punica granatum*. *J. Food Sci.*, 72, 9, 341–345.
- de Nigris, F., Balestrieri, M. L., Williams-Ignarro, S., D'Armiento, F. P., Fiorito, C., Ignarro, L. J., Napoli, C. (2007). The influence of pomegranate fruit extract in comparison to regular pomegranate juice and seed oil on nitric oxide and arterial function in obese Zucker rats. *Nitric Oxide*, 17, 1, 50–54.
- Opara, L. U., Al-Ani, M. R., Al-Shuaibi, Y. S. (2009). Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food Bioprocess Technol.*, 2, 3, 315–321.
- Ozgul-Yucel, S. (2005). Determination of conjugated linolenic acid content of selected oil seeds grown in Turkey. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 82, 12, 893–897.
- Parmar, H. S., Kar, A. (2007). Antidiabetic potential of *Citrus sinensis* and *Punica granatum* peel extracts in alloxan treated male mice. *Biofactors*, 31, 1, 17–24.
- Parmar, H. S., Kar, A. (2008). Medicinal values of fruit peels from *Citrus sinensis*, *Punica granatum*, and *Musa paradisiaca* with respect to alterations in tissue lipid peroxidation and serum concentration of glucose, insulin, and thyroid hormones. *J. Med. Food*, 11, 2, 376–381.
- Pasha, C., Sayeed, S. A., Ali, S., Khan, Z. (2009). Antisalmonella activity of selected medicinal plants. *Turk. J. Biol.*, 33, 59–64.
- POMASA – Pomegranate Association of South Africa. (2013). Pomegranate production guidelines. Paarl. Pozyskano z: [www.sapomegranate.co.za/wp-content/uploads/2013/11/POMASA-Technical-Production-Manual.pdf](http://www.sapomegranate.co.za/wp-content/uploads/2013/11/POMASA-Technical-Production-Manual.pdf) [dostęp: 21-12-2014].
- Prashanth, D. J., Asha, M. K., Amit, A. (2001). Antibacterial activity of *Punica granatum*. *Fitoterapia*, 72, 171–173.
- Rock, W., Rosenblat, M., Miller-Lotan, R., Levy, A. P., Elias, M., Aviram, M. (2008). Consumption of wonderful variety pomegranate juice and extract by diabetic patients increases paraoxonase 1 association with high-density lipoprotein and stimulates its catalytic activities. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 18, 8704–8713.
- Sadeghi, N., Jannat, B., Oveisi, M. R., Hajimahmoodi, M., Photovat, M. (2009). Antioxidant activity of Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) seed extracts. *J. Agric. Sci. Technol.*, 11, 633–638.
- Salgado, L., Melgarejo, P., Meseguer, I., Sánchez, M. (2009). Antimicrobial activity of crude extracts from pomegranate (*Punica granatum* L.). *Acta Hort.* (Adana), 818, 257–264.
- Singh, R. P., Murthy, K. N. C., Jayaprakasha, G. K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using *in vitro* models. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 1, 81–86.
- Singh, D., Singh, R. K. (2004). Processed products of pomegranate. *Nat. Prod. Radian.*, 3, 2, 66–68.
- Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Azeez, J. M., Sreeharshan, S. (2014). Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. *Biomed Res. Int.*, 2014, 1–12.
- Stowe, C. B. (2011). The effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and cardiovascular health. *Complement. Ther. Clin. Pract.*, 17, 2, 113–115.
- Sudheesh, S., Vijayalakshmi, N. R. (2005). Flavonoids from *Punica granatum* – potential antiperoxidative agents. *Fitoterapia*, 76, 181–186.
- Szulińska, M., Pupek-Musialik, D. (2006). Rezystyna – rola w rozwoju insulinooporności – fakty i kontrowersje. *Nadciśn Tętn.*, 10, 4, 301–306.
- Tezcan, F., Gültekin-Özgül, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, B. (2009). Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chem.*, 115, 3, 873–877.
- Toi, M., Bando, H., Ramachandran, C., Melnick, S. J., Imai, A., Fife, R. S., Carr, R. E., Oikawa, T., Lansky, E. P. (2003). Preliminary studies on the anti-angiogenic potential of pomegranate fractions *in vitro* and *in vivo*. *Angiogenesis*, 6, 2, 121–128.

- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., Amir, R. (2007). Antioxidant activity, polyphenol content and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 23, 9559–9570.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2014). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page. Pozy-skano z: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> [dostęp: 20-12-2014].
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 9, 635–654.
- Wang, R., Ding, Y., Liu, R., Xiang, L., Du, L. (2010). Pomegranate: constituents, bioactivities and pharmacokinetics. *Fruit Veg. Cereal Sci. Biotechnol.*, 4, 2, 77–87.
- Zielaskowska, J., Olszewska-Słonina, D. (2006). The polymorphism of paraoxonase and its effects in physiological and pathological processes. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 15, 6, 1073–1078.

## POMEGRANATE – A TROPICAL FRUIT RICH IN BIOACTIVE COMPOUNDS WITH HEALTH-PROMOTING PROPERTIES

**Summary.** Pomegranate (*Punica granatum*) is one of the oldest and well-known fruits, which has been used in many cultures for thousands of years and symbolized different aspects of life, mainly fertility, abundance and longevity. Numerous health benefits of pomegranate such as the regulation of carbohydrate and lipid metabolism, antibacterial and anticancer properties are associated with the presence of compounds with high antioxidant potential, including phenolic acids, tannins and anthocyanins. Pomegranates are used in food industry for the production of wine, juices, jams and jellies.

**Key words:** pomegranate, bioactive compounds, health-promoting properties, antioxidant potential

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

Bartosz Kulczyński, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: bartosz.kulczynski@up.poznan.pl

*Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:*

25.03.2015

*Do cytowania – For citation:*

Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A. (2015). Granat – tropikalny owoc bogaty w związki bioaktywne o właściwościach prozdrowotnych. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 3, #41. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.3.41