

BARTOSZ KULCZYŃSKI, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA, ANDRZEJ SIDOR

Katedra Technologii Żywnienia Człowieka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE MANGOSTANU

HEALTH BENEFITS OF MANGOSTEEN

Streszczenie. *Garcinia mangostana* jest wiecznie zielonym drzewem rosnącym głównie w krajach azjatyckich. Gatunek jest również uprawiany w Ameryce Południowej oraz Australii. Owoce mangostanu są eksportowane do Japonii, Chin, a także do Europy. Mangostan jest surowcem niskokalorycznym, zawierającym wiele składników mineralnych, witamin oraz przeciwutleniających, z których najważniejszymi są polifenole i ksantony. Wiele badań wskazuje na jego znaczące właściwości prozdrowotne, przede wszystkim przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnowotworowe, hipolipemiczne i immunostymulujące. Związki zawarte w owocu i skórce mangostanu charakteryzują się dużą aktywnością przeciwutleniającą i przeciwdrobnoustrojową.

Słowa kluczowe: mangostan, *Garcinia mangostana*, związki bioaktywne, właściwości prozdrowotne, właściwości przeciwutleniające

Wstęp

Mangostan jest owocem rośliny *Garcinia mangostana* z rodziny kluzjowatych (Clusiaceae), zaliczanym do grupy tzw. superowoców. Do rodzaju *Garcinia* należy ponad 300 gatunków, wśród których, poza *G. mangostana*, wymienia się najlepiej poznane: *G. atroviridis*, *G. bancana*, *G. cowa*, *G. dulcis*, *G. hanburyi*, *G. hombroniana*, *G. schomburgkiana*, *G. speciosa*, *G. xanthochymus*. Miejsce pochodzenia mangostanu nie jest dokładnie sprecyzowane, jednakże uznaje się za nie Archipelag Malajski. Poza Malesją drzewo mangostanu jest uprawiane również w innych krajach azjatyckich: Indonezji, Tajlandii, Wietnamie, Kambodży oraz na Filipinach (Dembitsky i in., 2011; Gutierrez-Orozco i Failla, 2013; Lim, 2012). Na skalę komercyjną mangostan jest uprawiany także w Ameryce Środkowej i Południowej, głównie w Hondurasie, Panamie, Peru, Kolumbii, Brazylii, Portoryko, na Kostaryce i w Australii (Brunner i Morales-Payan, 2010). Owoc ten staje się coraz bardziej popularny i pożądanym na całym świecie. Jak

podaje literatura, Indonezja eksportuje miesięcznie około 300 t świeżego mangostanu o wartości 350 tys. dolarów m.in. do Japonii, Singapuru, Arabii Saudyjskiej, Chin, a także Europy (Brunner i Morales-Payan, 2010). Z kolei w USA w 2008 roku sprzedaż produktów opartych na mangostanie przekroczyła wartość 200 mln dolarów (Gutierrez-Orozco i Failla, 2013). W tradycyjnej medycynie azjatyckiej wykorzystywano różne części mangostanu (skórkę, liście, korę, owocnię) w leczeniu wielu chorób, np.: kataru, biegunki, czerwoni, zapaleń pęcherza moczowego, dolegliwości jelitowych i skórnych (w tym owrzodzeń i infekcji ran) (Pedraza-Chaverri i in., 2008). Mangostan jest spożywany na surowo lub w postaci przetworzonych produktów: soków, dżemów, konfitur, win. Owoce mangostanu dodaje się również do herbat, jogurtów czy też lodów (Ketsa, 2011; Suttirak i Manurakchinakorn, 2014).

W niniejszej pracy skupiono się na analizie i ocenie właściwości prozdrowotnych *Garcinia mangostana*.

Charakterystyka botaniczna i warunki uprawy

Garcinia mangostana jest wiecznie zielonym drzewem, symetrycznie rozgałęzionym, o piramidalnej koronie i ciemnobrązowej korze. Osiąga 6–25 m wysokości. Liście są grube i skórzaste, o eliptycznojąkowanym kształcie, nakrzyżległe, barwy ciemnozielonej. Dojrzałe liście mają 9–25 cm długości i 4,5–10 cm szerokości, ich ogonek zaś osiąga długość 1,2–2,5 cm. Kwiaty są duże, o średnicy 4–5 cm, mięsiste, jednopłciowe, dwupiennie. Płatki kwiatów wewnątrz są barwy żółto-zielonej, zewnątrz zaś przybierają barwę czerwono-zieloną. Owoce są okrągłe, gładkie, o średnicy 3,4–7,5 cm. Zazwyczaj mają barwę od ciemnofioletowej do czerwono-purpurowej. Pokryte są niejadalną skórką o grubości do 0,6–1,0 cm, zawierającą purpurowy barwnik (Ketsa, 2011; Lim, 2012; Obolskiy i in., 2009). Owoce mogą być bezpestkowe lub posiadać od jednego do pięciu nasion o jajowatym, podłużnym kształcie. Szerokość nasion wynosi około 1,6 cm, długość zaś 2,5 cm. Miąższ jest biały, miękki i soczysty. Smak owocu jest opisywany jako słodki i lekko kwaśny, z nutą cytrusów i brzoskwiń. Ze względu na swoje walory sensoryczne owoc mangostanu nazywany jest „królem owoców”. Masa owocu mangostanu wynosi około 75–113 g, a część jadalna to około 29% całkowitej masy (Brunner i Morales-Payan, 2010; Ketsa, 2011; Yaacob i Tindall, 1995).

Garcinia mangostana jest uprawiany najczęściej na terenach nizinnych, poniżej 600 m n.p.m., jednakże rośnie również na wysokości 1000 m. Najlepiej rozwija się w gorącym, wilgotnym klimacie, o względnej wilgotności powietrza równej 80% lub wyższej. Optimum temperaturowe dla rozwoju mangostanu mieści się w zakresie 20–32°C. Nasiona kiełkują w temperaturze 25°C. Dolna tolerowana granica temperatury wynosi 10°C, górna zaś 38–40°C. Temperatura poniżej 4°C jest temperaturą letalną. Roślina wymaga rocznych opadów wynoszących ponad 1200–1500 mm. Przez pierwsze 2–4 lata wzrostu mangostan dobrze się rozwija na stanowiskach półcienistych w glebach porowatych, z dobrym drenażem, o kwaśnym pH – w zakresie 5,5–7,0 oraz bogatych w substancje organiczne. Przy małych wysokościach terenu, na Cejlonie, owoce dojrzewają od maja do lipca, a na większych wysokościach – od lipca do września. W Indiach występują dwie pory owocowania mangostanu: jedna w okresie monsunowym, od lipca do października, a druga od kwietnia do czerwca (Brunner i Morales-

-Payan, 2010; Dembitsky i in., 2011; Lim, 2012; Yaacob i Tindall, 1995). Średnie roczne plony przypadające na jedno drzewo wynoszą około 360–400 owoców, w zależności od warunków klimatycznych i sposobu uprawy (Yaacob i Tindall, 1995).

Skład chemiczny

Wykonano wiele analiz chemicznych mających na celu określenie wartości odżywczej mangostanu oraz zawartości w nim związków bioaktywnych. Owoce mangostanu są surowcem niskokalorycznym (55–76 kcal w 100 g). Ilościowo przeważającym makroskładnikiem są węglowodany (6,1–18,4% masy), natomiast zawartość białek i tłuszczów nie przekracza łącznie 2–3% masy owocu (Dignan i in., 1994; Fruits..., 2004). Woda stanowi około 80,9% (USDA, 2010). Mangostan w swoim składzie zawiera również wiele cennych składników mineralnych: sód, potas, wapń, magnez, żelazo, fosfor, cynk, miedź oraz witamin: tiaminę, ryboflawinę, niacynę, witaminę C. W owocach mangostanu jest obecny także błonnik pokarmowy w ilości 1,8–5,1 g w 100 g (Dignan i in., 1994; USDA, 2010). Frakcja rozpuszczalna błonnika stanowi około 40%, nierozpuszczalna zaś około 60% (Haruenkit i in., 2007). Wyniki badań nad wartością odżywczą mangostanu przedstawiono w tabeli 1.

Analizy owoców tropikalnych wykazały obecność w mangostanie polifenoli na poziomie 7,51 mg GAE w 1 g suchej masy (GAE – ang. *gallic acid equivalent*, ekwiwalent kwasu galusowego). Zawartość tych związków była statystycznie większa niż w mango (3,42 mg GAE), awokado (2,86 mg GAE) i owocu durianu (2,58 mg GAE). Wśród związków fenolowych stwierdzono największą zawartość antocyjanów (6,82 mg CGE – ang. *cyanidin-3-glucoside equivalent*, ekwiwalent glukozydu 3-cyjanidyny) oraz tanin (2,81 mg CE – ang. *catechin equivalent*, ekwiwalent katechiny) (Gorinstein i in., 2011). Z kolei w innych badaniach wykonanych metodą Folina-Ciocalteu oznaczono zawartość związków fenolowych na poziomie 85 mg GAE w 100 g świeżej masy owocu (Patthamakanokporn i in., 2008). Ważną grupę fitoskładników zawartych w mangostanie stanowią ksantony (Shan i in., 2011). Są to związki fenolowe, które posiadają charakterystyczną strukturę z tricyklicznym pierścieniem aromatycznym. Najczęściej układy pierścieniowe są podstawione różnymi grupami izoprenowymi, fenolowymi i metoksyłowymi, co powoduje dużą różnorodność występowania możliwych struktur. To właśnie obecności tych związków przypisuje się wiele właściwości prozdrowotnych mangostanu. W różnych częściach *Garcinia mangostana* zidentyfikowano co najmniej 68 ksantonów, z czego 50 występuje w owocni. Najliczniej występującymi ksantonami w owocach mangostanu są alfa- i gamma-mangostyna. Innymi ksantonami wyizolowanymi z owocni są m.in: beta-mangostyna, gartanina, 8-deoksygartanina, garcinony A, B, C, D, E, izomangostyna, 9-hydroksykalabaksanton, 1-izomangostyna, 3-izomangostyna, demetylokalabaksanton, mangostanon (Gutierrez-Orozco i Failla, 2013; Shan i in., 2011). Wśród składników fenolowych, poza ksantonami, obecnych w owocach mangostanu wymienia się przede wszystkim afzelechinę, epiafzelechinę, katechiny, epikatechiny, gallokatechiny i epigallokatechiny (Karim i Azlan, 2012).

Tabela 1. Wartość odżywcza owoców mangostanu
Table 1. Nutritional value of mangosteen fruits

Składnik Component		Dignan i in. / et al. (1994)	Fruits... (2004)	USDA (2010)	Parthasarathy i / and Nandakishore (2014)
Energia (kcal) Energy (kcal)		55	76	73	–
Białko Protein	g w 100 g produktu g per 100 g of product	0,60	0,5	0,41	1,82
Tłuszcze Lipids		1,00	0,2	0,58	0,49
Węglowodany Carbohydrates		6,10	18,4	17,91	15,12
Błonnik pokarmowy Dietary fiber		5,10	1,7	1,8	–
Sód Sodium	mg w 100 g produktu mg per 100 g of product	7,00	–	7,00	2,58
Potas Potassium		–	–	48,00	78,30
Wapń Calcium		7,00	9,00	12,00	5,82
Magnez Magnesium		–	–	13,00	60,43
Żelazo Iron		1,00	0,50	0,30	9,02
Fosfor Phosphorus		–	14,00	8,00	–
Cynk Zinc		–	0,10	0,21	–
Miedź Copper		–	–	0,06	–
Tiamina Thiamine		0,03	0,09	0,05	0,05
Ryboflawina Riboflavin		0,03	0,06	0,05	0,30
Niacyna Niacin		–	0,10	0,28	0,06
Witamina C Vitamin C		4,20	2,00	2,90	60,43

W owocach mangostanu oznaczono również dużą zawartość karotenoidów (4230 μg w 100 g porcji jadalnej), która jest o blisko 65% większa niż w owocach mango, uważanych za dobre źródło tych związków (2560 μg w 100 g) (Shajib i in., 2013). Analiza wykonana przez Setiawana i in. (2001) wykazała niewielką obecność kryptoksantyny i likopenu. Stwierdzono również obecność wielu kwasów organicznych: kwasu jabłkowego, szczawiowego, cytrynowego, winowego i octowego (Parthasarathy i Nandakishore, 2014).

Nasiona mangostanu cechuje wysoki poziom węglowodanów oraz oleju (21,68%). W mące z nasion mangostanu stwierdzono dużą zawartość składników mineralnych: potasu (7071 mg/kg), magnezu (865 mg/kg) oraz wapnia (454 mg/kg). Głównymi kwasami tłuszczowymi nasion są kwas palmitynowy (49,5%) i kwas oleinowy (34,0%). W niewielkiej ilości występuje kwas linolowy (1,30%). Badania wykonane na szczurach wykazały, że włączenie na 8 tygodni do ich diety nasion z mangostanu nie spowodowało żadnych skutków toksykologicznych (Lim, 2012).

Właściwości prozdrowotne

W dostępnej literaturze dotyczącej *Garcinia mangostana* przedstawiono wiele dowodów wskazujących na jego szerokie działanie prozdrowotne, przede wszystkim: przeciwutleniające, przeciwdrobnoustrojowe, antynowotworowe, hipolipemiczne i immunomodulujące. Poniżej przedstawiono ich charakterystykę.

Właściwości przeciwutleniające

Jak wspomniano wcześniej, mangostan jest rośliną bogatą w wiele związków będących przeciwutleniaczami. Aktywność przeciwutleniająca różnych części anatomicznych mangostanu była przedmiotem wielu badań. Palakawong i in. (2010) wykazali, że ekstrakty zarówno ze skórki i liści, jak i z kory mangostanu wykazują zdolność zmiatania rodnika DPPH. W badaniu tych autorów wyznaczono stężenie związków o działaniu przeciwutleniającym, przy którym następuje 50-procentowy spadek początkowej zawartości rodnika (IC_{50}), i wynosiło ono dla wymienionych ekstraktów odpowiednio: 5,94 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, 9,44 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ i 6,46 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Badania przeprowadzone przez Weecharangana i in. (2006) potwierdziły zdolność redukcji rodnika DPPH przez owocnię mangostanu. Najsilniejsze właściwości przeciwutleniające zaobserwowano w przypadku ekstraktu wodnego ($\text{IC}_{50} = 34,98 \mu\text{g}/\text{cm}^3$) oraz 50-procentowego ekstraktu etanolowego ($\text{IC}_{50} = 30,76 \mu\text{g}/\text{cm}^3$). Z kolei Chin i in. (2008) badali aktywność zmiatania rodników hydroksylovych ($\text{HO}\cdot$) przez wybrane ksantony wyizolowane z proszku owocowego mangostanu. Stwierdzono, że tylko gamma-mangostyna wykazywała zdolność wygaszania $\text{HO}\cdot$ ($\text{IC}_{50} = 0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^3$). Aktywność przeciwutleniającą w teście z wykorzystaniem kationorodnika ABTS $^{+\bullet}$ potwierdziły badania wykonane przez Leonga i Shui (2002). W doświadczeniu tym porównywano właściwości przeciwutleniające 27 owoców. Na podstawie otrzymanych wyników, wyrażonych w miligramach równoważnika kwasu l-askorbinowego (AEAC – ang. *l-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity*), dowie-

dziono, że owoce mangostanu charakteryzują się silniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi (150 mg AEAC w 100 g) niż m.in. awokado (143 mg AEAC w 100 g), pomarańcze (142 mg AEAC w 100 g), mango (139 mg AEAC w 100 g), ananas (85,6 mg AEAC w 100 g), arbuź (11,9 mg AEAC w 100 g), a słabszymi niż truskawki (472 mg AEAC w 100 g) czy gujawa (270 mg AEAC w 100 g). Badania właściwości przeciwutleniających mangostanu wykonali również Isabelle i in. (2010), którzy oceniali zdolność wybranych owoców do neutralizowania hydrofilowych rodników tlenowych (H-ORAC). Pojemność antyoksydacyjna owoców mangostanu wyniosła 19,20 $\mu\text{mol TE}$ w 1 g i była większa od m.in. durianu (18,38 $\mu\text{mol TE}$ w 1 g), czerwonych winogron (17,59 $\mu\text{mol TE}$ w 1 g), pomela (10,76 $\mu\text{mol TE}$ w 1 g) i nektarynki (4,34 $\mu\text{mol TE}$ w 1 g). Wykazano także słabą zdolność ekstraktów z owocu mangostanu do redukcji jonów żelazowych (III) do jonów żelazowych (II) (metoda FRAP – ang. *Ferric Reducing Antioxidant Power*, zdolność redukcji jonów żelaza) (Fu i in., 2011). Ciekawe badania wykonali Williams i in. (1995), którzy analizowali wpływ mangostyny, związku wyizolowanego z owocu mangostanu, na utlenianie frakcji LDL cholesterolu. Zaobserwowali oni, że po zaindukowaniu zmian oksydacyjnych jonami miedzi, przy stężeniu 100 μM mangostyny, nastąpiło opóźnienie względnej ruchliwości elektroforetycznej cząsteczek LDL, co świadczy o hamowaniu procesu ich utleniania. Ponadto zauważono zmniejszone zużycie alfa-tokoferolu przez cząsteczki LDL po zainicjowanym utlenianiu. Hamowanie utleniania lipoprotein o małej gęstości (LDL) potwierdzili również Jantan i in. (2011). Dodatkowo wykazali oni, że ekstrakt metanolowy z liści mangostanu charakteryzuje się nieco wyższym poziomem hamowania peroksydacji cząsteczek LDL (35%) niż ekstrakt z owoców mangostanu (34%). Podobne działanie zaobserwowano u szczurów, które poddano oddziaływaniu dymu papierosowego. U grupy osobników, którym podawano ekstrakt z owocni mangostanu, zauważono istotny statystycznie niższy poziom malondialdehydu, będącego markerem peroksydacji lipidów (Mansour i in., 2013). Przeprowadzono także badania na szczurach, w których izoproterenolem wywołano zawał serca (Sampath i Vijayaraghavan, 2007). Odnotowano korzystny wpływ podaży alfa-mangostyny, w ilości 200 mg/kg masy ciała dziennie, na hamowanie zmniejszania aktywności endogennych, enzymatycznych i nieenzymatycznych układów antyoksydacyjnych (dysmutazy ponadtlenkowej, katalazy, peroksydazy glutationowej, glutationu i S-transferazy glutationu) spowodowanego podaniem izoproterenu (Sampath i Vijayaraghavan, 2007). Z kolei Samuagam i in. (2015), na podstawie eksperymentu wykonanego na modelu zwierzęcym, dostarczyli danych świadczących o tym, że spożycie ekstraktu ze skórki owocu mangostanu (100 mg/kg masy ciała dziennie) przyczynia się do wzrostu aktywności katalazy i dysmutazy ponadtlenkowej, obecnych w tkankach wątroby.

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa i przeciwpasożytnicza

Przeprowadzono badania wskazujące na działanie antybakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwgrzybicze mangostanu. Sundaram i in. (1983) stwierdzili dużą podatność bakterii *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* i *Bacillus subtilis* na działanie czterech ksantonów. Bakterie: *Klebsiella* sp., *Proteus* sp., *Klebsiella* sp. wykazywały umiarkowaną podatność na działanie tych związków. Z kolei

grzyby wysoce podatne to: *Epidermophyton floccosum*, *Alternaria solani*, *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. i *Cunninghamella echinulata*. Do mniej podatnych należały: *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporum canis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp., *Fusarium roseumand*, *Curvularia lunata*. Minimalne stężenie hamujące (MIC – ang. *Minimal Inhibitory Concentration*), czyli najmniejsze stężenie środka przeciwbakteryjnego niezbędne do widocznego zahamowania wzrostu mikroorganizmów, które wyznaczono dla alfa-mangostyny, mieściło się w przedziale 12,5–50 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ wobec bakterii i 1–5 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ wobec grzybów. Największą aktywność przeciwdrobnoustrojową wykazywała alfa-mangostyna, a słabszymi właściwościami charakteryzowały się kolejno: izomangostyna, 3-O-metylomangostyna oraz 3-6-di-O-metylomangostyna. Silne działanie hamujące pochodnych alfa-mangostyny wobec grzybów: *Fusarium oxysporum vasinfectum*, *Alternaria tenuisand*, *Drechslera oryzae* zostało potwierdzone w badaniach Gopalakrishnana i in. (1997). Udowodniono również działanie przeciwrzybicze w stosunku do *Candida albicans*. Minimalne stężenie hamujące wyznaczono na poziomie 1000 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, minimalne zaś stężenie grzybobójcze (MFC – ang. *Minimal Fungicidal Concentration*) wyniosło 2000 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Jednocześnie stwierdzono, że aktywność grzybobójcza alfa-mangostyny była większa od leków przeciwrzybiczych: klotrimazolu i nystatyny (Kaomongkolgit i in., 2009). Na podstawie wyników otrzymanych przez Prię i in. (2010) potwierdzono, że ekstrakt z owocni mangostanu wykazuje właściwości przeciwbakteryjne wobec *Staphylococcus aureus* (200 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ MIC), *Staphylococcus albus* (50 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$) i *Micrococcus lutus* (50 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$). Z kolei Puripattanavong i in. (2006) przedstawili dowody na działanie przeciwrzybicze ekstraktów metanolowych, etanolowych i acetonowych owocni *Garcinia mangostana* wobec *Trichophyton rudrum*, *Trichophyton mentagrophyte* i *Microsporum gypseum*. Badania nad aktywnością przeciwdrobnoustrojową zostały również wykonane przez Palakawonga i in. (2010), którzy oceniali wpływ działania ekstraktów ze skórki, liści i kory mangostanu na bakterie: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* oraz *Staphylococcus aureus*. Minimalne stężenie hamujące zostało ustalone w zakresie 0,025–0,78 mg/cm^3 , w zależności od części anatomicznej rośliny i rodzaju analizowanej bakterii. Wyniki innych badań potwierdziły działanie ekstraktów etanolowych i wodnych ze skórki mangostanu przeciw takim mikroorganizmom, jak: *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (Geetha i in., 2011). Obiecujące są również wyniki badań *in vitro* przeprowadzonych przez Keisera i in. (2012), które wskazują na potencjalne działanie mangostanu przeciwko niektórym przywrom: *Schistosoma mansoni*, *Echinostoma caproni* i *Fasciola hepatica*.

Właściwości antynowotworowe

Wyniki wielu badań wskazują na działanie chemoprewencyjne i chemoterapeutyczne mangostanu. Doświadczenie wykonane przez Changa i in. (2013) na liniach komórkowych HepG2 dostarczyło dowodów, które potwierdzają właściwości przeciwnowotworowe owoców *Garcinia mangostana*. Autorzy wskazali, że gamma-mangostyna wyizolowana z perykarpu mangostanu cechuje się aktywnością antyproliferacyjną i apoptyczną wobec ludzkich komórek raka wątroby. Wang i in. (2011) zauważyli,

że związki: alfa-mangostyna, gamma-mangostyna i 8-deoksygartanina obecne w owocni wykazują silne działanie hamujące wzrost nowotworowej linii komórkowej czerniaka (SK-MEL-28). Działanie antynowotworowe analizowanych związków wynika z indukowania przez nie apoptozy komórek czerniaka, zwiększania aktywności kaspazy oraz hamowania cyklu komórkowego linii komórek SK-MEL-28 w fazie G1. Nasilenie apoptozy przez gamma-mangostynę zostało zaobserwowane również wobec komórek nowotworowych jelita grubego (HT 29) (Chang i Yang, 2012). Aisha i in. (2012) udowodnili, że ekstrakt ksantonowy składający się w 81% z alfa-mangostyny i w 16% z gamma-mangostyny, przygotowany ze skórki owocu, wpływa inhibitorycznie na wzrost komórek raka okrężnicy (HCT 116). Właściwości przeciwnowotworowe alfa-mangostyny w stosunku do komórek gruczolaka jelita grubego linii DLD-1 zostały także potwierdzone przez Nakagawę i in. (2007). W badaniu Chianga i in. (2004), w którym 17 powszechnie spożywanych na Tajwanie owoców i warzyw poddano ocenie cytotoksyczności wobec komórek linii białaczkowej K562, wykazano, że jedynie ekstrakt ze skórki owocu mangostanu charakteryzuje się właściwościami przeciwbiałaczkowymi. Z kolei doświadczenie, które wykonali Moongkarndi i in. (2004), pokazało, że wśród analizowanych ekstraktów roślinnych najsilniejszą aktywnością antyproliferacyjną przeciw linii komórkowej raka piersi SKBR3 ($IC_{50} = 15,45 \mu\text{g}/\text{cm}^3$) charakteryzował się etanolowy ekstrakt z owocni *Garcinia mangostana*. Na podstawie wyników uzyskanych w testach *in vitro* stwierdzono, że alfa-mangostyna powoduje także zahamowanie zdolności adhezji, migracji oraz inwazji komórek nowotworowych prostaty (PC-3) (Li i in., 2013).

Działanie hipolipemiczne

Leontowicz i in. (2006) badali wpływ spożycia 5-procentowego dodatku owoców mangostanu na profil lipidowy szczurów będących na diecie bogatej w cholesterol. Po zakończonej interwencji stwierdzono, że osobniki, którym włączono dodatkowo do diety owoce mangostanu, cechował statystycznie niższy poziom cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL oraz trójglicerydów we krwi niż szczury, których karma była pozbawiona tego dodatku. Co więcej, otrzymane wyniki stężenia cholesterolu całkowitego i trójglicerydów grupy zwierząt spożywających dietę ze zwiększonym poziomem cholesterolu i dodatkiem owoców nie różniły się statystycznie od wyników uzyskanych dla grupy osobników będących wyłącznie na diecie podstawowej. Korzystny wpływ na poziom lipidów we krwi zaobserwowali również Adiputro i in. (2013). Autorzy doświadczenia podzielili badane szczury na pięć grup: grupę kontrolną, grupę otrzymującą dietę wysokotłuszczową opartą na żółtkach jaj, kwasie cholowym, tłuszczu kozim i wieprzowym, oraz trzy grupy spożywające dietę wysokotłuszczową wzbogaconą w dodatek etanolowego ekstraktu z owocni mangostanu w różnej ilości: 200, 400 i 800 mg/kg masy ciała. Po trwającej 60 dni interwencji dostrzeżono, że osobniki otrzymujące wspomniany ekstrakt charakteryzowały się niższym poziomem stężenia cholesterolu całkowitego, frakcji cholesterolowej LDL oraz trójglicerydów niż zwierzęta pozbawione dodatku. Ponadto odnotowano większe stężenie frakcji cholesterolowej HDL u grup z dietą wzbogaconą o ekstrakt. Uzyskany efekt był zależny od dawki ekstraktu i najkorzystniejsze wyniki zauważono w grupie, której podawano 800 mg ekstraktu z owocni mangostanu na 1 kg masy ciała.

Działanie immunomodulujące

Naukowcy przeprowadzili eksperyment w grupie osób dorosłych w wieku 40–60 lat, u których sprawdzano wpływ dziennego spożycia 59 cm³ suplementu bogatego w mangostan na działanie układu odpornościowego (Tang i in., 2009). Po 30 dniach eksperymentu randomizowanego z podwójną ślepą próbą odnotowano istotny statystycznie spadek poziomu stężenia białka C-reaktywnego. Ponadto zaobserwowano, że u osób spożywających suplement nastąpił wzrost stężenia interleukiny 1 alfa (IL-1 alfa) oraz interleukiny 1 beta (IL-1 beta), co świadczy o wzmocnieniu reakcji immunologicznych organizmu (Tang i in., 2009). Obniżenie poziomu białka C-reaktywnego zaobserwowano również u pacjentów otyłych, którym podawano sok wieloowocowy, którego głównym składnikiem były owoce mangostanu (Udani i in., 2009).

Eksperyment wykonany przez Bumrungperta i in. (2009), w którym oceniano wpływ alfa- i gamma-mangostyny na wybrane markery stanu zapalnego pierwotnej hodowli ludzkich adipocytów, wykazał, że obydwa analizowane ksantony zmniejszają indukowaną lipopolisacharydami (LPS) ekspresję genów kodujących cytokiny prozapalne: interleukinę 1 (IL-1), interleukinę 6 (IL-6), interleukinę 8 (IL-8) oraz czynnik martwicy nowotworu (TNF-alfa).

Podsumowanie

Garcinia mangostana jest rośliną występującą powszechnie w wielu państwach azjatyckich. Uprawiana jest również w Ameryce Południowej oraz Australii. Owoc potocznie jest nazywany „królem owoców” lub „superowocem”. Mangostan jest bogaty w wiele związków bioaktywnych o znacznym potencjale przeciwutleniającym, przede wszystkim w polifenole i ksantony. Od setek lat był wykorzystywany w medycynie ludowej, co potwierdzają aktualne wyniki badań wskazujące na jego wielotorowe działanie prozdrowotne, głównie przeciwdrobnoustrojowe, antynowotworowe, immunostymulujące oraz hipolipemiczne. Owoce mangostanu są spożywane na surowo, a także w postaci przetworzonych produktów: soków, dżemów, win czy jogurtów.

Literatura

- Adiputro, D. L., Widodo, M. A., Romdoni, R., Sargowo, D. (2013). Extract of mangosteen increases high density lipoprotein levels in rats fed high lipid. *Univ. Med.*, 32, 1, 37–43.
- Aisha, A. F. A., Abu-Salah, K. M., Ismail, Z., Majid, A. M. (2012). *In vitro* and *in vivo* anti-colon cancer effects of *Garcinia mangostana* xanthones extract. *BMC Complement. Altern. Med.*, 12, 104.
- Brunner, B. R., Morales-Payan, J. P. (2010). Mangosteen and rambutan. W: *Encyclopedia of life support systems. Developed under the Auspices of the UNESCO* (s. 1–10). Paris: Eolss Publ.
- Bumrungpert, A., Kalpravidh, R. W., Chitchumroonchokchai, C., Chuang, C. C., West, T., Kennedy, A., McIntosh, M. (2009). Xanthones from mangosteen prevent lipopolysaccharide-mediated inflammation and insulin resistance in primary cultures of human adipocytes. *J. Nutr.*, 139, 6, 1185–1191.

- Chang, H., Wu, C., Yang, L. (2013). Antitumour and free radical scavenging effects of gamma-mangostin isolated from *Garcinia mangostana* pericarps against hepatocellular carcinoma cell. *J. Pharm. Pharmacol.*, 65, 1419–1428.
- Chang, H., Yang, L. (2012). Gamma-mangostin, a micronutrient of mangosteen fruit, induces apoptosis in human colon cancer cells. *Molecules*, 17, 8010–8021.
- Chiang, L., Cheng, H., Liu, M., Chiang, W., Lin, C. (2004). *In vitro* evaluation of antileukemic activity of 17 commonly used fruits and vegetables in Taiwan. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 37, 539–544.
- Chin, Y.W., Jung, H. A., Chai, H., Keller, W. J., Kinghorn, A. D. (2008). Xanthonenes with quinone reductase-inducing activity from the fruits of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *Phytochemistry (Oxf.)*, 69, 3, 754–758.
- Dembitsky, V. M., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Vearasilp, S., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: biological activity and active metabolites. *Food Res. Int.*, 44, 1671–1701.
- Dignan, C. A., Burlingame, B. A., Arthur, J. M., Quigley, R. J., Milligan, G. C. (1994). The Pacific islands food composition tables. Palmerston North: South Pacific Commission.
- Fruits in Thailand. (2004). Bangkok, Thailand: Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Fu, L., Xu, B., Xu, X., Gan, R., Zhang, Y., Xia, E., Li, H. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chem.*, 129, 345–350.
- Geetha, R. V., Roy, A., Lakshmi, T. (2011). Evaluation of antibacterial activity of fruit rind extract of *Garcinia mangostana* Linn on enteric pathogens – an *in vitro* study. *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, 4, 115–118.
- Gopalakrishnan, G., Banumathi, B., Suresh, G. (1997). Evaluation of the antifungal activity of natural xanthonenes from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. *J. Nat. Prod. (Lloydia)*, 60, 5, 519–524.
- Gorinstein, S., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Vearasilp, S., Haruenkit, R., Ruamsuke, P., Katrich, E., Tashma, Z. (2011). Antioxidant properties and bioactive constituents of some rare exotic Thai fruits and comparison with conventional fruits. *In vitro and in vivo* studies. *Food Res. Int.*, 44, 2222–2232.
- Gutierrez-Orozco, F., Failla, M. L. (2013). Biological activities and bioavailability of mangosteen xanthonenes: a critical review of the current evidence. *Nutrients*, 5, 3163–3183.
- Haruenkit, R., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Sajewicz, M., Kowalska, T., Delgado-Licon, E., Rocha-Guzmañ, N. E., Gallegos-Infante, J., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. (2007). Comparative study of health properties and nutritional value of durian, mangosteen, and snake fruit: experiments *in vitro* and *in vivo*. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 5842–5849.
- Isabelle, M., Lee, B. L., Lim, M. T., Koh, W., Huang, D., Ong, C. N. (2010). Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chem.*, 123, 77–84.
- Jantan, I., Jumuddin, F. A., Saputri, F. C., Rahman, K. (2011). Inhibitory effects of the extracts of *Garcinia* species on human low-density lipoprotein peroxidation and platelet aggregation in relation to their total phenolic contents. *J. Med. Plants Res.*, 5, 13, 2699–2709.
- Kaomongkolgit, R., Jamdee, K., Chaisomboon, N. (2009). Antifungal activity of alpha-mangostin against *Candida albicans*. *J. Oral. Sci.*, 51, 3, 401–406.
- Karim, A. A., Azlan, A. (2012). Fruit pod extracts as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals. *Molecules*, 17, 11931–11946.
- Keiser, J., Vargas, M., Winter, R. (2012). Anthelmintic properties of mangostin and mangostin diacetate. *Parasitol. Int.*, 61, 2, 369–371.
- Ketsa, S. (2011). Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). W: E. M. Yahia (red.), Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Vol. 4: Mangosteen to white sapote (s. 1–10). Mexico: Woodhead Publ.

- Leong, L. P., Shui, G. (2002). An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chem.*, 76, 69–75.
- Leontowicz, H., Leontowicz, M., Drzewiecki, J., Haruenkit, R., Poovarodom, S., Park, Y., Jung, S., Kang, S., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. (2006). Bioactive properties of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw.) and mangosteen (*Garcinia mangostana*) and their influence on plasma lipid profile and antioxidant activity in rats fed cholesterol. *Eur. Food Res. Technol.*, 223, 697–703.
- Li, G., Stacey, T., Johnson, J. J. (2013). Polyphenols from the mangosteen (*Garcinia mangostana*) fruit for breast and prostate cancer. *Front. Pharmacol.*, 4, 80, 1–4.
- Lim, T. K. (2012). *Garcinia mangostana*. W: T. K. Lim (red.), Edible medicinal and non-medical plants. Vol. 2. Fruits (s. 83–108). New York: Springer.
- Mansour, N. A. A., Aulani'am, Kusnadi, J. (2013). *Garcinia mangostana* Linn. pericarp extract reduced malondialdehyde (MDA) level in cigarette smoke exposed rats. *Int. Ref. J. Eng. Sci.*, 2, 9, 1–5.
- Moongkarndi, P., Kosem, N., Luanratana, O., Jongsomboonkusol, S., Pongpan, N. (2004). Antiproliferative activity of Thai medicinal plant extracts on human breast adenocarcinoma cell line. *Fitoterapia*, 5, 375–377.
- Nakagawa, Y., Iinuma, M., Naoe, T., Nozawa, Y., Akao, Y. (2007). Characterized mechanism of α -mangostin-induced cell death: caspase-independent apoptosis with release of endonuclease-G from mitochondria and increased miRNA-143 expression in human colorectal cancer DLD-1 cells. *Bioorg. Med. Chem.*, 15, 5620–5628.
- Obolskiy, D., Pischel, I., Siriwatanametanon, N., Heinrich, M. (2009). *Garcinia mangostana* L.: a phytochemical and pharmacological review. *Phytother. Res.*, 23, 1047–1065.
- Palakawong, C., Sophanodora, P., Pisuchpen, S., Phongpaichit, S. (2010). Antioxidant and antimicrobial activities of crude extracts from mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) parts and some essential oils. *Int. Food Res. J.*, 17, 583–589.
- Parthasarathy, U., Nandakishore, O. (2014). A study on nutrient and medicinal compositions of selected indian *Garcinia* species. *Curr. Bioact. Compd.*, 10, 55–61.
- Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A., Sirichakwal, P. S. (2008). Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J. Food Compos. Anal.*, 21, 241–248.
- Pedraza-Chaverri, J., Cárdenas-Rodríguez, N., Orozco-Ibarra, M., Pérez-Rojas, J. M. (2008). Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food Chem. Toxicol.*, 46, 3227–3239.
- Priya, V., Jainu, M., Mohan, S., Saraswathi, P., Gopan, C. S. (2010). Antimicrobial activity of pericarp extract of *Garcinia mangostana* Linn. *Int. J. Pharma Sci. Res.*, 1, 8, 278–281.
- Puripattanavong, J., Khajorndetkun, W., Chansathirapanich, W. (2006). Improved isolation of α -mangostin from the fruit hull of *Garcinia mangostana* and its antioxidant and antifungal activity. *Planta Med.*, 72, 11, 1078.
- Sampath, P. D., Vijayaraghavan, K. (2007). Cardioprotective effect of alpha-mangostin, a xanthone derivative from mangosteen on tissue defense system against isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *J. Biochem. Mol. Toxicol.*, 21, 6, 336–339.
- Samuagam, L., Sia, C. M., Akowuah, G. A., Okechukwu, P. N., Yim, H. S. (2015). *In vivo* antioxidant potentials of rambutan, mangosteen, and langsung peel extracts and effects on liver enzymes in experimental rats. *Food Sci. Biotechnol.*, 24, 1, 191–198.
- Setiawan, B., Sulaeman, A., Giraud, D. W., Driskell, J. A. (2001). Carotenoid content of selected Indonesian fruits. *J. Food Compos. Anal.*, 14, 169–176.
- Shajib, T. I., Kawser, M., Miah, N., Begum, P., Bhattacharjee, L., Hossain, A., Fomsgaard, I. S., Islam, S. N. (2013). Nutritional composition of minor indigenous fruits: cheapest nutritional source for the rural people of Bangladesh. *Food Chem.*, 140, 466–470.

- Shan, T., Ma, Q., Guo, K., Liu, J., Li, W., Wang, F., Wu, E. (2011). Xanthones from mangosteen extracts as natural chemopreventive agents: potential anticancer drugs. *Curr. Mol. Med.*, 11, 8, 666–677.
- Sundaram, B. M., Gopalakrishnan, C., Subramanian, S., Shankaranarayanan, D., Kameswaran, L. (1983). Antimicrobial activities of *Garcinia mangostana*. *Planta Med.*, 48, 1, 59–60.
- Suttirak, W., Manurakchinakorn, S. (2014). *In vitro* antioxidant properties of mangosteen peel extract. *J. Food Sci. Technol.*, 51, 12, 3546–3558.
- Tang, Y. P., Li, P. G., Kondo, M., Ji, H. P., Kou, Y., Ou, B. (2009). Effect of a mangosteen dietary supplement on human immune function: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J. Med. Food*, 12, 4, 755–763.
- Udani, J. K., Singh, B. B., Barret, M. L., Singh, V. J. (2009). Evaluation of mangosteen juice blend on biomarkers of inflammation in obese subjects: a pilot, dose finding study. *Nutr. J.*, 8, 48, 1–7.
- USDA. (2010). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page. Pozyskano z: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> [dostęp: 10-02-2015].
- Wang, J. J., Sanderson, B. J. S., Zhang, W. (2011). Cytotoxic effect of xanthones from pericarp of the tropical fruit mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) on human melanoma cells. *Food Chem. Toxicol.*, 49, 2385–2391.
- Weecharangsan, W., Opanasopit, P., Sukma, M., Ngawhirunpat, T., Sotanaphun, U., Siripong, P. (2006). Antioxidative and neuroprotective activities of extracts from the fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.). *Med. Princ. Pract.*, 15, 281–287.
- Williams, P., Ongsakul, M., Proudfoot, J., Croft, K., Beilin, L. (1995). Mangostin inhibits the oxidative modification of human low density lipoprotein. *Free Radic. Res.*, 2, 175–184.
- Yaacob, O., Tindall, H. D. (1995). Mangosteen cultivation. *FAO Plant Prod. Prot. Pap.*, 129.

HEALTH BENEFITS OF MANGOSTEEN

Summary. *Garcinia mangostana* is evergreen tree growing mainly in Asian countries. It is also cultivated in South America and Australia, and exported to Japan, China and European countries. Mangosteen is low calorie fruit, rich in many minerals, vitamins and antioxidants of which the most important are polyphenols and xanthones. Number of studies has demonstrated that mangosteen has many health-promoting properties, especially: antimicrobial, anti-cancer, lipid-lowering and immunostimulatory. Bioactive compounds present in fruit and rind of the mangosteen have a strong antioxidant activity and they are capable of free radicals scavenging.

Key words: mangosteen, *Garcinia mangostana*, bioactive compounds, health-promoting properties, antioxidant potential

Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., Sidor, A. (2015). Właściwości prozdrowotne mangostanu. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #58. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.58

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:

10.08.2015

Do cytowania – For citation:

*Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., Sidor, A. (2015). Właściwości prozdrowotne mangostanu. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #58. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.58*