

Działanie lecznicze owoców mangostanu właściwego (*Garcinia mangostana* L.)

Therapeutic activity of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana* L.)

¹Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Jacek Domagała

²Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Małopolskie Centrum Monitoringu Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Ewa Cieślik

SUMMARY

*This paper presents an review of the literature on the origin, morphology, chemical composition, health benefits and the use of purple mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Mangosteen comes from South-East Asia. Currently, it occurs, among others, in northern Australia and Brazil. Mangosteen fruits are characterized by a high content of nutrients and pro-health and therapeutic properties. It is a rich source of carbohydrates (mainly fructose and glucose), dietary fiber and chitin compounds. According to the literature accompanying the mangosteen provides the body with vitamins B, C and fat-soluble vitamins (beta-carotene, tocopherols). Thanks to its catechin content, it has a strong antibacterial, anti-inflammatory, antitumor and antiviral activity. Health benefits of the mangosteen fruit also result from the content of coenzyme Q10 and xanthones which support the treatment of hypercholesterolemia, cancer and obesity. They exhibit hypolipidemic (LDL reducing), antihypertensive (blood pressure lowering), atherosclerosis preventing, cardio protective (heart muscle protective) and hypoglycemic effects. It also helps in the treatment of Alzheimer's and Parkinson's disease. Furthermore, the survey results suggests, that the mangosteen has a strong antiproliferative, antioxidative and apoptosis inducing properties. It is used as agent in the treatment of rheumatic diseases, chronic pain, diabetes, severe depression, hypertension and alleviating the symptoms of menopause. Due to the fact that the mangosteen fruit is difficult to store, it is eaten raw as well as a dessert in the form of juice, concentrate or syrup. In the cosmetics industry, the oil extruded from the mangosteen seeds is used in the manufacture of soap.*

Keywords: mangosteen, health benefits, xanthones, phenolic compounds

STRESZCZENIE

*W artykule przedstawiono przegląd piśmiennictwa na temat pochodzenia, morfologii, składu chemicznego, właściwości leczniczych oraz praktycznego zastosowania mangostanu właściwego (*Garcinia mangostana* L.). Mangostan pochodzi z Azji Południowo-Wschodniej. Obecnie występuje także w północnej Australii i Brazylii. Owoce mangostanu właściwego charakteryzują się wysoką zawartością składników odżywczych oraz właściwościami prozdrowotnymi i leczniczymi. Jest bogatym źródłem węglowodanów (głównie fruktozy i glukozy), błonnika pokarmowego oraz związków chitynowych. Mangostan dostarcza organizmowi witaminy z grupy B i C oraz witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (beta-karoten, tokoferole). Dzięki zawartości katechin ma silną aktywność przeciwbakteryjną, przeciwzapalną, przeciwnowotworową, jak również przeciwwirusową. Właściwości prozdrowotne owoców mangostanu wynikają również z zawartości koenzymu Q10 oraz ksantonów, które wspierają leczenie hipercholesterolemii, nowotworów oraz otyłości. Ma działanie hipolipemiczne (obniża LDL), hipotensyjne (obniża ciśnienie tętnicze krwi), zapobiegające miażdżycy, kardioochronne (chroni mięsień sercowy) oraz hipoglikemiczne. Wspomaga również leczenie choroby Alzheimera i Parkinsona. Ponadto przedstawione wyniki badań sugerują, że mangostan wykazuje silne właściwości antyproliferacyjne, przeciwutleniające i wywołujące apoptozę. Wykorzystywany jest jako środek wspomagający leczenie chorób reumatycznych, przewlekłego bólu, cukrzycy, silnej depresji, nadciśnienia tętniczego oraz do łagodzenia objawów menopauzy. Ze względu na fakt, iż owoce mangostanu są trudne do przechowywania, spożywa się je na surowo jako deser oraz w postaci soku, koncentratu lub syropu. W przemyśle kosmetycznym olej z nasion mangostanu wykorzystywany jest do produkcji mydła.*

Słowa kluczowe: mangostan, właściwości lecznicze, ksantony, związki fenolowe

Wstęp

Mangostan właściwy (*Garcinia mangostana* L.) znany jest także jako garcynia, smaczelina, żółtopła, żółciecz. Jest to gatunek drzewa z rodziny Kluzjowatych. Mangostan pochodzi z Azji Południowo-Wschodniej, prawdopodobnie z Archipelagu Malajskiego (Indonezji). Obecnie można go spotkać w północnej Australii, Brazylii, Birmie, Ameryce Środkowej, na Hawajach, w Indiach, Indonezji, Malezji, Sri Lance, Tajlandii, Wietnamie i innych krajach tropikalnych. Należy do roślin uprawnych trudnych do rozmnażania. Plantacje uprawy tej rośliny mieszczą się głównie w Azji Południowo-Wschodniej (1, 2).

Owoc mangostanu podobny jest wielkością do mandarynki, ma grubą skórkę o ciemnofioletowej barwie. Własności lecznicze mangostanu były wykorzystywane w tradycyjnej, ludowej medycynie azjatyckiej. Według starożytnej legendy, Budda przemierzając tropikalne dżungle, spróbował owoc mangostanu, odczuł jego dobroczynny wpływ i pobłogosławił. W ten sposób mangostan stał się dla Azjatów darem niebios. Dlatego owoc ten jest postrzegany w tamtym rejonie świata jako jeden z najbardziej świętych i cennych (3).

Morfologia

Mangostan właściwy (*Garcinia mangostana* L.) należy do rodziny Kluzjowatych (*Clusiaceae* Lindl.), która liczy ponad 800 gatunków roślin. Jest to wiecznie zielone drzewo, dochodzące do 25 m wysokości, pokryte podłużnymi, eliptyczno-jajowatymi, lśniącymi liśćmi, o oliwkowozielonej barwie. Kwiaty są dwójakiego rodzaju: obupłciowe lub rozdzielнопłciowe i wyrastają w ilości 3-9 sztuk na szczytach pędów. Kwiaty żeńskie pojawiają się pojedynczo. Mają czterodziałowy kielich i czteropłatkową koronę o średnicy do 6 cm. Płatki korony są wewnątrz żółtawe, a z zewnątrz czerwonozielonkawe. W środku kwiatów znajduje się pojedynczy słupek oraz liczne pręciki. Owocem mangostanu jest jagoda podzielona na segmenty, podobnie jak u pomarańczy. Mają one okrągły kształt, o średnicy 4-7 cm. Owoc mangostanu pokryte są suchą, grubą, gładką, ciemnofioletową skórką, a ich miąższ zawiera kilka (6-8) nasion, jest biały, soczysty, miękki, słodki, aromatyczny i silnie orzeźwiający. Owoc mangostanu są podobne w smaku do owoców moreli, pomarańczy, ananasa, a czasem przypominają smak słodkiego agrestu (1).

W tropikalnym klimacie musi upłynąć prawie 10 lat, aby drzewo mangostanu zaczęło rodzić owoce. W pełni rozwinięte drzewa każdego roku dostarczają wiele tysięcy owoców. Rośliny te uważa się za „ultratropikalne”, ponieważ są wrażliwe zarówno na niskie, jak i wysokie temperatury. Stwierdzono, że nie tolerują temperatury

poniżej 4,4°C ani powyżej 37,8°C. Sadzonki mangostanu giną już w temperaturze 7,2°C.

Skład chemiczny

Zdaniem wielu konsumentów owoce mangostanu właściwego należą do najsmaczniejszych spośród wszystkich owoców występujących w przyrodzie. Charakteryzują się wysoką zawartością składników odżywczych oraz wartościowych składników prozdrowotnych i leczniczych.

Jego skład chemiczny zdominowany jest przez węglowodany, w tym cukry proste (ok. 16%) – głównie fruktozę i glukozę. Jest bogatym źródłem błonnika pokarmowego, przy czym na szczególną uwagę zasługuje grupa związków chitynowych, zwanych chitozanami, których przedstawicielem jest chityna (N-acetyloglukozoamina) (2, 4). W owocach mangostanu stwierdzono także witaminy, w tym dość dużą ilość witamin z grupy B (tiamina, ryboflawina), witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (β -karoten, tokoferole) oraz niewielkie ilości witaminy C (3 mg/100 g). W popiele wykryto dużą liczbę składników mineralnych, m.in. K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu. Owoc mangostanu zawierają wiele substancji biologicznie aktywnych, głównie przeciwutleniacze. Oprócz witamin przeciwutleniających występują także związki polifenolowe, w tym flawonoidy, zwłaszcza katechiny oraz stilbeny. Katechinom oprócz silnej aktywności przeciwutleniającej, przeciwbakteryjnej, przeciwzapalnej oraz przeciwnowotworowej przypisuje się także właściwości przeciwwirusowe, m.in. zdolność hamowania cyklu życiowego ludzkiego wirusa upośledzenia odporności typu 1 (HIV-1) (5-7).

Oprócz wyżej wspomnianych substancji mangostan jest również bogatym źródłem ksantonów – związków chemicznych występujących w całej roślinie. Głównymi ksantonami występującymi w owocach mangostanu są α - i γ -mangostyna (8, 9). Do chwili obecnej zidentyfikowano ponad 200 różnych pochodnych tych związków, przy czym ok. 40 z nich stwierdzono w owocach mangostanu (2). Ksantony należą do grupy substancji biologicznie aktywnych, które mają strukturę pierścienia 6-węglowego z licznymi podwójnymi wiązaniami, co czyni cząsteczkę bardziej stabilną.

Wśród wielu zidentyfikowanych związków tej grupy najliczniej występują: 1,3,6,7-tetrahydroksyksanton; 2,4,5-trihydroksy-1-metoksyksanton; 3-metyl-but-2-enylksanton; garcinon A, B, C, D, E; gartanina; 8-deoksygartanina; 5,9-dihydroksy-2,2-dwumetylo-8-metoksy-7-gartanina; dimetylokala-baksanton; 1-izomangostyna; 2,3,4,6-pentahydroksybenzofenon (malakuryna); α -mangostyna; β -mangostyna; γ -mangostyna; garcimangoson A, B, C; ksantony mangostenonu A (2). Każdy ksanton

składa się nie tylko z tego samego szkieletu chemicznego, lecz ma zróżnicowane łańcuchy boczne, które są odpowiedzialne za określoną aktywność chemiczną cząsteczek i ich różne właściwości. Na przykład α -mangostyna jest bardzo aktywnym przeciwutleniaczem, a γ -mangostyna działa przeciwzapalnie, natomiast garcinon E wykazuje właściwości przeciwnowotworowe (8-12). Doświadczenia kliniczne z udziałem zwierząt laboratoryjnych wykazały ponadto, że mangostyna występująca w dużej ilości w skórce owoców oraz jej pochodne 3-O-metylo-mangostyna, 3,6-di-O-metylomangostyna, 1-izomangostyna, trioctan mangostany, 6,6-di-O-glukozyd mangostyny oraz 3,6-di-O-(tetraacetylo)-glukozyd mangostyny charakteryzują się różnymi właściwościami farmakologicznymi (2). Potencjał przeciwutleniający i zawartość przeciwutleniaczy w owocach mangostanu przedstawiono w tabeli 1 (4).

Właściwości lecznicze

Właściwości lecznicze owoców mangostanu zależą od zawartości koenzymu Q₁₀ (ubihinon) oraz ksantonów. Wyciągi z szypułki owocu mangostanu charakteryzują się najwyższym stężeniem tych związków i wykazują właściwości przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwzapalne, moczopędne i przeczyszczające (2, 6). Ponadto wykazano, że ksantony (np. mangostyna i γ -mangostyna) mogą wspierać leczenie hipercholesterolemii, różnych nowotworów oraz otyłości (9, 10, 12). Mangostan uznany jest za najbogatsze w środowisku źródło przeciwutleniaczy. Odkryto również, że mangostan hamuje m.in. powstawanie reaktywnych form tlenu (RFT). W warunkach normalnych komórki

Tab. 1. Zawartość substancji biologicznie aktywnych oraz działanie przeciwutleniające ekstraktów z owoców *Garcinia mangostana* (4)

Kryterium	Zawartość*
Polifenole ogółem (GAE; g/100 g ekstraktu)	26,46 ± 0,22
Garbniki ogółem (TAE; g/100 g ekstraktu)	34,05 ± 0,05
α -Mangostyna (% (m/m) ekstraktu)	13,20 ± 0,20
Aktywność przeciwutleniająca	
DPPH IC ₅₀ (μ g/ml)	14,66 ± 0,16
ABTS IC ₅₀ (μ g/ml)	1,67 ± 0,03
FRAP EC ₁ (ng/ml)	0,33 ± 0,001

*Każda wartość przedstawia średnią ± SD z trzech niezależnych eksperymentów

są w stanie obronić się przed uszkodzeniami wywołanymi przez RFT, ponieważ mają swój system ich unieszkodliwiania, m.in. enzymy (dysmutaza nadtlenkowa i katalaza). Małocząsteczkowe substancje przeciwutleniające, takie jak kwas askorbinowy czy glutation, wspierają ten system obronny (13).

Ksantony należą do rodziny związków polifenolowych i charakteryzują się silnym wpływem na układ nerwowy. Poza tym związki te są pomocne w leczeniu zespołu metabolicznego X oraz cukrzycy typu 2; obniżając poziom glukozy we krwi, zmniejszają oporność na insulinę. Ksantony wykazują zarówno działanie przeciwwirusowe, jak i przeciwzapalne (6, 7). Przeciwutleniacze polifenolowe zapobiegają uszkodzeniom wywołanym przez wolne rodniki. Jest to związane ze zdolnością tych związków do unieczynniania wolnych rodników oraz regulacji pewnych reakcji chelatowania metali. Zmniejszenie poziomu RFT przynosi wiele korzyści. RFT są powiązane z mobilizacją systemów transportujących jony, odgrywając znaczną rolę w sygnalizacji oksydacyjnej. Zwłaszcza płytki krwi, biorące udział w procesach gojenia się ran i homeostazy krwi, mogą uwalniać RFT w celu przywabiania płytek krwi do miejsca uszkodzenia. Natomiast kiedy związki fenolowe zmniejszają tworzenie RFT, poprzez działanie przeciwzapalne wpływają korzystnie na stan śródbłonna (13).

Wyniki badań sugerują, że wyciągi z owoców mangostanu wykazują silne działanie antyproliferacyjne, przeciwutleniające i wywołujące apoptozę (10, 14, 15). Właściwości te mogą być wykorzystane w profilaktyce przeciwnowotworowej, przy czym efekty zależą zarówno od dawki, jak również od czasu ekspozycji. I tak np. α -mangostyna hamuje wzrost komórek linii ludzkiej białaczki HL-60 oraz zapobiega zmianom przedrakowym komórek gruczołu sutka u myszy. Ponadto hamuje syntezę prostaglandyn, jak również zapobiega uszkodzeniom oksydacyjnym frakcji LDL cholesterolu *in vitro* (10).

W doświadczeniach *in vitro* udowodniono, że garcinon E wykazuje zdolność niszczenia komórek nowotworowych bardziej skutecznie niż pięć powszechnie stosowanych leków w chemioterapii raka żołądka, płuc i wątroby (winkrystyna, mitoksanton, 5-fluorouracyl, cisplatyna i metotreksat). Badania wykazały, że garcinon E (jeden z głównych ksantonów mangostanu) zapobiega i powstrzymuje zmiany nowotworowe na każdym etapie rozwoju, a stwierdzone hamowanie proliferacji komórek zależy od jego dawki. Inne badania wykazały, że γ -mangostyna znacznie zmniejszała wytwarzanie enzymu COX-2, który bierze udział w procesach zapalnych poprzedzających proces nowotworowy. Z kolei α -mangostyna okazała się silniejszym czynnikiem

przeciwzapalnym w porównaniu do leków przeciwzapalnych przepisywanych w stanach zapalnych i przy leczeniu dny moczanowej. Ponadto α - i γ -mangostyny mogą hamować zarówno rozwój wirusa HIV (5, 7, 15), jak i działanie topoizomerazy I i II (11).

Sugeruje się również, że właściwości przeciwzapalne γ -mangostyny mogą być szczególnie pomocne w stanach zapalnych mózgu czy rozwoju choroby Alzheimera. Zastosowanie ekstraktu sporządzonego ze skórki owocu mangostanu spowodowało zmniejszenie swędzenia i hamowanie przewlekłych reakcji zapalnych stawów. Odnotowano ponadto, że ksantony nie uszkadzały błony śluzowej i nie wywoływały choroby wrzodowej żołądka. Powikłania te są poważnym działaniem ubocznym podczas stosowania leków przeciwzapalnych. W rzeczywistości okazało się, że ksantony mangostanu przyspieszały gojenie wrzodów żołądka. Wykazano ponadto działanie przeciwbakteryjne α -mangostyny na pałeczkę *Helicobacter pylori*, a także działanie na oporne na metycylinę gronkowce *Staphylococcus aureus* (9, 12).

Ksantony mangostanu wykazały silne działanie przeciwzapalne, zmniejszając uszkodzenia wywołane stanem zapalnym zarówno podczas nawrotów stwardnienia rozsianego (SM), jak i pomiędzy nimi. Ponadto, wyniki wielu badań potwierdzają ochronny wpływ terapii z użyciem mangostanu na osłonki mielinowe, atakowane przez system immunologiczny. Jak wiadomo, w patologii SM współuczestniczą makrofagi, które wytwarzają wolne rodniki, uszkadzające mielinę.

Podobnie jak w astmie, owoce mangostanu hamują procesy towarzyszące przewlekłemu zapaleniu oskrzeli i rozedmie płuc. Aktywność biologiczną α -mangostyny potwierdzono poprzez wykazanie, że jest ona antagonistyczna w stosunku do receptora histaminowego H1 (9, 12). Właściwości przeciwwirusowe, a także przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze tego ksantonu mogą ograniczyć częstość zakażeń płuc. Dzięki właściwościom przeciwzapalnym ksantony zmniejszają zarówno stan zapalny, jak i uszkodzenie komórek, zapobiegając rozwojowi śmiertelnego nadciśnienia płucnego.

Zastosowanie spożywcze

Owoce mangostanu właściwego są surowcem trudnym do przechowywania i transportu. Świeże, dojrzałe owoce, ze względu na wysoką aktywność enzymatyczną, mogą być przechowywane zaledwie przez kilka dni. Zwykle są spożywane na surowo jako deser, ale także są dostępne w postaci soku, koncentratu lub syropu (16). Są także dostępne na rynku po utrwaleniu, przede wszystkim jako produkty mrożone lub konserwowane.

Do konserwowania najlepiej nadają się owoce bardziej kwaśne. W Malezji z owoców mangostanu sporządza się dżemy; w tym celu segmenty miąższu pozbawione nasion są gotowane przez 15-20 min z dodatkiem odpowiedniej ilości cukru i kilkoma goździkami, a następnie przekładane do szklanych słoików. Na Filipinach natomiast owoce konserwuje się poprzez ich gotowanie w brązowym cukrze, a w celu wzbogacenia ich smaku, po zagotowaniu lub upieczeniu, dodaje się nasiona.

Na liście roślin, których surowce lub ich przetwory mogą być składnikami suplementów diety, znajdują się owoce dwóch gatunków: mangostanu kambodżańskiego (*Garcinia cambogia* Desr.) oraz mangostanu właściwego (*Garcinia mangostana* L.) (17).

Zastosowanie lecznicze

W medycynie ludowej Tajlandii skórka owocu mangostanu, po wysuszeniu i zmieleniu, była stosowana jako tradycyjny lek w przypadku urazów, biegunek i zakażeń skórnych (18). Ekstrakt z owoców mangostanu używany był do obniżania temperatury ciała oraz do łagodzenia objawów zatrucia pokarmowego.

Obecnie owoce mangostanu są powszechnie wykorzystywane jako środek farmaceutyczny. Stwierdzono, że mogą wspomagać leczenie różnych chorób. Wśród nich wymienia się przede wszystkim: choroby reumatyczne, przewlekłe bóle, cukrzycę, depresję, nadciśnienie tętnicze, łagodzenie objawów menopauzy, bakteryjne zakażenia jamy ustnej, alergię. Ponadto, ze względu na dużą zawartość przeciwutleniaczy, ekstrakty z owoców mangostanu podnoszą odporność, hamują proces starzenia się organizmu, regenerują organizm w okresie rekonwalescencji, a także wspomagają proces odchudzania (2, 18).

Inne zastosowania

Olej wytłaczany z nasion owoców mangostanu właściwego znalazł zastosowanie w procesie produkcji mydła. Natomiast drewno pozyskiwane z drzewa mangostanu jest szeroko używane jako materiał rzeźbiarski, a kora drzewna jest powszechnie wykorzystywana do produkcji garbników.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę właściwości lecznicze obecnych w owocach mangostanu właściwego ksantonów, należy się spodziewać, że korzyści wynikające z zastosowania mangostanu w przypadku zakażeń bakteryjnych, dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, chorób sercowo-naczyniowych, choroby Alzheimera, chorób układu pokarmowego czy astmy są duże.

Wszystkie wymienione choroby związane są z stylem życia, dlatego podkreřla si pozytywny wplyw aktywnořci fizycznej i suplementacj diety cennymi naturalnymi ekstraktami, w tym z owocu mangostanu. Ekstrakty te, bogate w ksantony o korzystnych wlařciwořciach biologicznych, mogą utrzymywa w zdrowiu nie tylko ukłd sercowo-naczyniowy, pokarmowy, oddechowy i wydalniczy, ale także wzmacnia funkcje systemu immunologicznego (5, 19).

Wyniki badan naukowych udowodniły, że α -mangostyna działa jak zmiatacz wolnych rodników, chroniąc LDL przed uszkodzeniem oksydacyjnym. Grupa naukowców japońskich dowiodła, że γ -mangostyna zapobiega uwalnianiu prostaglandyn – substancji odpowiedzialnych m.in. za bł i obrzek

w przebiegu wikszořci stanów zapalnych, a zatem może byc pomocna w napadach astmy (18).

Ksantony występujące w owocach mangostanu mają działanie hipolipemiczne (obnizaj poziom LDL), hipotensyjne (obnizaj ciřnienie tętnicze), zapobiegają midźdzyca, kardioochronne (chroni mięsień sercowy), hipoglikemiczne (obnizaj poziom cukru w krwi), zapobiegają otyłoci (powodują utrat mas ciała), przeciwdziałają chorobom Alzheimera i Parkinsona oraz działają przeciwddepresyjnie. Ponadto wykazano ich wlařciwořci przeciwwgrzybicze, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwzapalne, przeciwgorączkowe, przeciwbiegunkowe, immunostymulujące, przeciwnowotworowe i hamujące proces starzenia się organizmu.

Piřmiennictwo

- Cieřlik E. Wlařciwořci odżywcze i prozdrowotne gravioli, opuncji figowej, mangostanu wlařciwego, aloesu zwyczajnego. *Nutrition & Health* 2014; 17, 1(63): 1-8.
- Cui J, Hu W, Cai Z i wsp. New medicinal properties of mangostins: Analgesic activity and pharmacological characterization of active ingredients from the fruit hull of *Garcinia mangostana* L. *Pharmacol Biochem Behav* 2010; 95:166-72.
- Pedraza-Chaverri J, Cárdenas-Rodríguez N, Orozco-Ibarra M i wsp. Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food Chem Toxicol* 2008; 46:3227-39.
- Charernsriwilaiwat N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T i wsp. Electrospun chitosan-based nanofiber mats loaded with *Garcinia mangostana* extracts. *Intern J Pharmaceutics* 2013; 452:333-43.
- Yamaguchi K, Honda M, Ikigai H i wsp. Inhibitory effects of (-)-epigallocatechin gallate on the life cycle of human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1). *Antiviral Res* 2002; 53:19-34.
- Chen LG, Yang LL, Wang CC. Anti-inflammatory activity of mangostins from *Garcinia mangostana*. *Food Chem Toxicol* 2008; 46:669-88.
- Vlietinck AJ, De Bruyne T, Apers S i wsp. Plant-derived leading compounds for chemotherapy of human immunodeficiency virus (HIV) infection. *Planta Med* 1998; 64(2):97-109.
- Jinsart W, Ternai B, Buddhasukh D i wsp. Inhibition of wheat embryo calcium-dependent protein kinase and other kinases by mangostin and gamma-mangostin. *Phytochem* 1992; 31(11):3711-3.
- Chairungsrikerd NI, Furukawa K, Ohta T i wsp. Pharmacological properties of alpha-mangostin, a novel histamine H1 receptor antagonist. *Eur J Pharmacol* 1996; 314(3):351-6.
- Matsumoto K, Akao Y, Yi H i wsp. Preferential target is mitochondria in α -mangostin-induced apoptosis in human leukemia HL 60 cells. *Bioorg Med Chem* 2004; 12:5799-806.
- Tosa H, Iinuma M, Tanaka T i wsp. Inhibitory activity of xanthone derivatives isolated from some Guttiferaeous plants against DNA topoisomerases 1 and II. *Chem Pharm Bull* 1997; 45(2):418420.
- Iinuma M, Tosa H, Tanaka T i wsp. Antibacterial activity of xanthenes from guttiferaceous plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Pharm Pharmacol* 1996; 48(8):861-5.
- Grajek W. Przeciwtleniacze w ywnořci. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2011.
- Katsumoto K, Akao Y, Kobayashi E i wsp. Induction of apoptosis by xanthenes from mangosteen in human leukemia cell lines. *J Nat Prod* 2003; 66:1124-7.
- Chen GQ, Zhu J, Shi XG. *In vitro* studies on cellular and molecular mechanisms of arsenic trioxide (As₂O₃) in the treatment of acute promyelocytic leukemia: As₂O₃ induces NB4 cell apoptosis with down regulation of Bcl-2 expression and modulation of PML-RAR alpha/PML proteins. *Blood* 1996; 88(3):1052-61.
- Wittenauer J, Falk S, Schweiggert-Weisz U i wsp. Characterisation and quantification of xanthenes from the aril and pericarp of mangosteens (*Garcinia mangostana* L.) and a mangosteen containing functional beverage by HPLC-DAD-MS. *Food Chem* 2012; 134:445-52.
- Zespł Ekspertw Polskiego Komitetu Zielarskiego oraz Katedry i Zakłdu Farmakognozji Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Lista rořlin, z których surowce lub ich przetwory mog byc skłdnikami suplementw diety. *Post Fitoter* 2013; (2):146-56.
- Nakatani K, Nakahata N, Arakawa T i wsp. Inhibition of cyclooxygenase and prostaglandin E2 synthesis by α -mangostin, a-xanthone derivative in mangosteen, in C6 rat glioma cells. *Biochem Pharmacol* 2002; 63:73-9.
- Nilar LJH. Xanthenes from the heartwood of *Garcinia mangostana*. *Phytochem* 2002; 60:541-8.

Konflikt interesw

Conflict of interest

Brak konfliktu interesw
None

otrzymano/received: 06.09.2016

zaakceptowano/accepted: 23.11.2016

Adres/address:

*dr in. Iwona Cieřlik

Katedra Przetwrstwa Produktw Zwierzcych
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłtaja w Krakowie
ul. Balicka 122, 30-149 Krakw
tel./fax +48 (12) 662-48-32
e-mail: mcmiaz@ar.krakow.pl