Skład chemiczny i właściwości biologiczne morwy białej (*Morus alba* L.)

Milena Połumackanycz¹, Agnieszka Viapiana¹, Marek Wesołowski¹

¹ Katedra i Zakład Chemii Analitycznej, Gdański Uniwersytet Medyczny

Adres do korespondencji: Agnieszka Viapiana, Katedra i Zakład Chemii Analitycznej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gen. J. Hallera 107, 80-416 Gdańsk, e-mail: agnieszka.viapiana@gumed.edu.pl

Charakterystyka botaniczna gatunku *Morus alba* L.

Naturalnym środowiskiem występowania morwy białej jest południowo-wschodnia część Azji. Z biegiem lat, działania człowieka spowodowały rozprzestrzenienie się tego gatunku rośliny także na inne kontynenty. W Europie morwę zaczęto uprawiać dopiero na początku XI wieku, ceniąc przede wszystkim jej liście i owoce. Klasyfikacja taksonomiczna gatunku *Morus alba* L. przedstawia się następująco [1]:

- Królestwo: Plantae – Rośliny
- Podkrólestwo: Tracheophyta – Rośliny naczyniowe
- Gromada: Spermatophyta – Rośliny nasienne
- Podgromada: Magnoliophyta – Rośliny okrytonasienne
- Klasa: Magnoliopsida – Dwuliścienne
- Podklasa: Hamamelididae – Oczarowe
- Rząd: Urticales – Pokrzywowe
- Rodzina: Moraceae
- Rodzaj: *Morus* L.
- Gatunek: *Morus alba* L.

Morwa biała jest średniej wielkości drzewem, osiagającym w stanie dzikim do 20 metrów wysokości (rycina 1A). Rośnie szybko do około 40–50 lat, po czym z upływem lat dynamika wzrostu spada, pomimo że żyje 200–300 lat. Cechą charakterystyczną drzewa morwowego jest obecność mlecznego soku w pędach.

Liście (rycina 1C) osadzone są na długim ogonku liściowym i ułożone naprzemiennie. Charakteryzują się błyszczącą, zieloną powierzchnią o ząbkowanych krawędziach – sercowatych u podstawy i spiczastych przy wierzchołku. Kształt liści morwy jest cechą zmienną (heterofilia), tzn. że na jednym drzewie mogą one przybierać różne kształty [2].

Chemical composition and biological activities of white mulberry (*Morus alba* L.) · White mulberry is a rich source of bioactive compounds for health benefits. For this reason, the aim of this work was to give the basic information on botanical taxonomy of plants from the Moraceae family and general characterization of secondary metabolites occurring in this medicinal plant. Moreover, the wide range of medical application of this herb, such as anti-oxidative, anti-diabetic, anti-obesity and many other biological activities has also been characterized in this paper.

Keywords: mulberry, chemical composition, biological activities.

© Farm Pol, 2018, 74(10): 581–586

Kwiaty morwy (rycina 1B) są zielonkawe i zwisające. Te rodzaju męskiego składają się z czterech płatków, czterech pręcików i zebrane są we wzniezione kotki, zaś liście rodzaju żeńskiego zebrane są w krótko szypułkowe główki o załączniach z dwoma słupkami. Owoce morwy białej swym kształtem przypominają jeżynę (rycina 1D). Składają się z wielu pestek uformowanych z pojedynczych kwiatów, które tworzą charakterystyczny owoc morwy. Owoc ten w miarę dojrzewania zmienia kolor z zielonego, poprzez pomarańczowy i czerwony, aż do czarnofioletowego [3]. Warto zaznaczyć, że nazwa gatunkowa morwy białej pochodzi od białawego zabarwienia kory, a nie, jak się mylnie przyjmuje, od koloru owoców.

Skład chemiczny *Morus alba* L.

Zawartość związków chemicznych w morwie różni się w zależności od części morfologicznej rośliny. Liście morwy białej są bogatym źródłem białka, aminokwasów (m.in. waliny, glutaminy, leucyny, glicyny), węglowodanów, lipidów oraz błonnika. Ponadto, zawierają witaminy B₁, C, D,

A

B

C

D

Rycina 1. Morwa biała: A) drzewo (<https://www.naturehills.com/white-mulberry>, data dostępu: lipiec 2018); B) kwiaty (<http://tree-species.blogspot.com/2011/04/white-mulberry-spring-flowers.html>, data dostępu: lipiec 2018); C) liście (<https://www.preppergardens.com/White-Mulberry-Tree-Diabetes-Remedy-p/md-wht-mulberry.htm>, data dostępu: lipiec 2018); D) owoce (http://rosliny.urzadzamy.pl/baza-roslin/drzewa-lisciaste/morwa-biala,7_1552/, data dostępu: lipiec 2018)

β -karoten, a także mikroelementy, m.in. magnez, wapń, fosfor, żelazo, potas i cynk [4]. W skład liści wchodzi także związki bioaktywne, takie jak polifenole, głównie rutyna, kwercetyna, astragalina i izokwercetyna. Odpowiadają one za szerokie działanie prozdrowotne morwy. Kwercetyna i astragalina są przeciwutleniaczami. Poprawiają glikemię oraz zapobiegają stanom zapalnym [5]. Rutyna ma właściwości cytoprotekcyjne i, podobnie jak poprzednio wymienione związki, działa przeciwutleniająco i przeciwzapalnie. Poza tym pełni

rolę wspomagającą w walce z cukrzycą – obniża poziom glukozy we krwi, podwyższa poziom insuliny oraz przywraca aktywność heksokinazy [4]. Spośród osiemnastu zidentyfikowanych polihydroksyalkaloidów w liściach morwy, ważną rolę odgrywa 1-deoksynojirimycyna (DNJ). Związek ten wpływa w istotnym stopniu na poposiłkowy spadek poziomu glukozy we krwi u diabetyków. Zawartość DNJ w surowcu jest zmienna i zależy od miejsca i warunków uprawy, czasu przygotowywania naparu oraz od zawartości innych związków

biologicznie czynnych – polisacharydów i polifenoli [6]. Liście morwy białej zawierają również mono-terpeny, triterpeny, alkaloidy, sterole, kumaryny, kwasy organiczne i olejki eteryczne [4].

Owoce, podobnie jak liście, są źródłem białka. Poza białkami zawierają także 18% cukrów, od 1,4 do 4% kwasów organicznych, głównie kwasu cytrynowego, oraz szczawiany, lipidy, witaminy B₂, B₃ i C, oraz mikro- i makroelementy z dużą zawagą żelaza. Ponadto, w owocach morwy białej wykryto również antocyjany i alkaloidy oraz aminokwasy egzogenne – leucynę, treoninę, histydynę, metioninę, tryptofan, argininę, prolinę i kwas asparaginowy [2].

Nasiona morwy zawierają około 30% oleju bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe ω -3. Największy udział mają kwasy linolowy i oleinowy, odpowiednio 76,84 i 7,09% [7]. Ponadto, zidentyfikowano kwasy linolenowy, stearynowy i erukowy [8–9]. Także kora drzewa jest bogata w związki biologicznie aktywne. Skład jej w około 35% stanowią garbniki, a ponadto w składzie wykryto także alkaloidy, flawonoidy, leachianon G wykazujący działanie przeciwwirusowe i Moran 20K – białko o działaniu przeciwcukrzycowym [9–10].

Działanie farmakologiczne *Morus alba* L.

Właściwości lecznicze morwy białej są wykorzystywane od stuleci. Liście, owoce i kora znalazły szerokie zastosowanie w tradycyjnej medycynie chińskiej. Stosuje się je m.in. w celu ochrony wątroby, obniżenia gorączki, poprawy widzenia oraz obniżenia ciśnienia krwi. Surowiec ten najczęściej spożywa się w postaci różnego rodzaju herbat – liściastych i w saszetkach, często z dodatkiem cynamonu lub róży.

Działanie antyoksydacyjne

Dzięki zawartości związków o działaniu przeciwutleniającym, morwa biała skutecznie wspomaga usuwanie z organizmu wolnych rodników, a także przeciwdziała procesom nowotworowym. Badania prowadzone przez chińskich naukowców wykazały, że wodno-etanolowy ekstrakt z liści morwy wykazuje o wiele silniejsze działanie przeciwutleniające niż ekstrakt sporządzony z jej owoców [11].

W wyniku badań prowadzonych na myszach karmionych sokiem z owoców morwy oraz sokiem z owoców morwy oczyszczonym ze związków fenolowych i antocyjanów, Jiang i wsp. [12] zauważyli wzrost odporności na zmęczenie u zwierząt karmionych nieoczyszczonym sokiem z morwy. Fakt ten tłumaczy się zawartością w owocach morwy antocyjanów, które dzięki właściwościom

przeciwutleniającym zmniejszają stres oksydacyjny oraz zmęczenie spowodowane wysiłkiem fizycznym.

Działanie cytotoksyczne

Morwa biała zawiera szereg związków o właściwościach cytotoksycznych. Do inhibitorów wzrostu komórek HL-60 białaczki należą 3-7-di-O- β -D-glukopiranozyd i 3-O- β -D-glukopiranozyd kwercetyny, które występują w liściach morwy [13]. Podobnymi właściwościami odznacza się także albanol A. Ten naturalnie występujący w korze drzew związek, oprócz aktywności cytotoksycznej, hamuje także aktywność topoizomazy II DNA [14]. Badania wykonane przez Kikuchi i wsp. [14] wskazują na albanol A jako obiecujący związek prowadzący do opracowania skutecznego leku w leczeniu białaczki.

Działanie przeciwcukrzycowe

Morwa biała jest często stosowana przez cukrzyków, gdyż usprawnia gospodarkę węglowodanami. Wpływając na transport glukozy, a także działając jako inhibitor α -glukozydazy, obniża poposiłkowy wzrost poziomu glukozy we krwi oraz całkowity jego poziom [15]. Ta aktywność hipoglikemiczna wynika z obecnego w liściach morwy wspomnianego już DNJ. Zarówno związek ten, jak i jego pochodne działają regulująco na nienaturalnie wysokie stężenie glukozy we krwi. Badania prowadzone przez Mohammadi i Naik [16] wykazały, że włączenie do diety szczurów liści morwy białej, zarówno w postaci sproszkowanej, jak i wodnych ekstraktów, powoduje zwiększenie liczby komórek β -trzustki, a także liczby wysp Langerhansa u chorych osobników. Podobnymi właściwościami charakteryzują się wodne ekstrakty z kory korzeni morwy [16]. Singab i wsp. [17] podawali szczurom z cukrzycą doświadczalną ekstrakt z kory korzeni morwy przez 10 dni i zauważyli, że poziom glukozy u zwierząt obniżył się do 59%, podnosząc tym samym poziom insuliny o 44% w porównaniu z grupą kontrolną szczurów. W jeszcze innych badaniach zaobserwowano spadek stężenia glukozy we krwi, zarówno po posiłku (o 15%), jak i na czczo (o 30%), u pacjentów przyjmujących 70 ml naparu z morwy białej dziennie [10]. Ponadto, w korze korzeni morwy obecne jest białko Moran 20K, które obniża poziom cukru we krwi. Także owoce morwy mogą być z powodzeniem stosowane przez diabetyków. Flawonoidy wyekstrahowane z wodno-etanolowych ekstraktów morwy białej korzystnie wpływają na zwiększony poziom glukozy we krwi oraz hamują α -glukozydazę [18]. W Korei, Japonii i Chile z liści morwy przygotowuje się herbatkę

przeciwdiabetyczną, tzw. Mon Tea. Należy ją przygotować z 1 g liści morwy i zaparzać w 100 ml wody przez 3 do 5 min.

Działanie przeciwmiażdżycowe

Liście morwy białej wykazują działanie przeciwmiażdżycowe. Dzięki zawartości związków o właściwościach przeciwutleniających, mają one zdolność do hamowania utleniania lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) oraz usuwania wolnych rodników [19]. Wykazano, że wodne ekstrakty z owoców morwy obniżają poziom LDL, cholesterolu całkowitego, a także triglicerydów, co ogranicza i spowalnia rozwój blaszki miażdżycowej [20]. Badania przeprowadzone przez Harauma i wsp. [19], polegające na karmieniu myszy dietą zawierającą 1% proszku z liści morwy białej wykazały znaczący wzrost czasu utleniania frakcji LDL, a także 40% redukcję uszkodzeń miażdżycowych w aorcie myszy.

Przeciwdziałanie otyłości

Nieprawidłowy profil lipidowy czy nieodpowiednia glikemia są często powiązane z otyłością. Z pomocą może przyjść włączenie do diety morwy białej. Jej wodne ekstrakty, oprócz łatwiejszej kontroli wagi czy nawet jej redukcji, obniżają stężenie triglicerydów, wolnych kwasów tłuszczowych oraz cholesterolu we krwi przy wzroście współczynnika HDL/LDL [21]. Połączenie w diecie ekstraktów z liści i owoców morwy może redukować stres oksydacyjny, co wykazano w badaniach prowadzonych na otyłych myszach [22]. Oh i wsp. [23] wskazali, że ekstrakty z morwy podawane przez 32 dni myszom z otyłością dietozależną spowodowały obniżenie masy ciała zwierząt.

Działanie hepatoprotekcyjne

Morwa biała korzystnie działa także na wątrobę dzięki zawartości w owocach związków, które ograniczają peroksydację lipidów i hamowanie ekspresji genów odpowiedzialnych za wywołanie stanu zapalnego. Skutkiem tych mechanizmów jest zapobieganie uszkodzeniom wątroby, m.in. zwłóknieniu [24]. Ponadto morwa biała korzystnie współdziała na zmniejszonym poziomie glutationu, przeciwutleniacza odgrywającego kluczową rolę w usuwaniu toksyn z organizmu [25].

Właściwości przeciwdrobnoustrojowe

Za działanie przeciwdrobnoustrojowe morwy białej odpowiadają zawarte w niej związki, takie jak mulberrofuran G, kuwanon C i albanol B, wykazujące działanie przeciwbakteryjne z wartościami

minimalnego stężenia hamującego (MIC) na poziomie od 5 do 30 mg/ml [26]. Kuwanon G wykazuje działanie przeciwbakteryjne wobec szczepów *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus mutans* i *Porphyromonas gingivalis* [27], podczas gdy *Staphylococcus epidermis*, *Salmonella typhimurium* i *Staphylococcus aureus* są hamowane przez albanol G i mulberrofuran G [26]. Ekstrakty metanolowe, chloroformowe i eterowe (eter naftowy) przygotowane z liści morwy wykazują również działanie przeciwgrzybicze poprzez hamowanie rozwoju *Asperillus niger* i *Candida albicans* [28]. Badania wskazują również na działanie przeciwwirusowe etanolowych i wodnych ekstraktów z kory morwy, za które odpowiada głównie leachianon G i, w mniejszym stopniu, mulberrozyd C, wpływając na wirusa HSV-1 [29–30].

Działanie przeciwzapalne

Badania prowadzone przez Lim i wsp. [31] wykazały, że związki obecne w korze korzeni morwy białej hamują stany zapalne dróg oddechowych *in vitro* i *in vivo*. Stwierdzono, że kilka flawonoidów, takich jak kuwanon E, kuwanon G i norartokarpanon, hamuje wytwarzanie zapalnych biomarkerów w komórkach płuc, komórkach nabłonka płuc (A549) i pęcherzykowych makrofagach (MH-S), tym samym wskazując morwę białą jako potencjalny środek wspomagający leczenie stanów zapalnych dróg oddechowych.

Działanie rozjaśniające skórę

W liściach morwy białej znajdują się związki wykorzystywane w dermatologii do usuwania przebarwień skóry. Jednym z nich jest mulberrozyd F, stanowiący inhibitor tyrozynazy [32]. Podobnymi właściwościami charakteryzują się również związki należące do hydroksystilbenów – resweratrol i oksyresweratrol [33]. Różnią się one ilością i miejscem podstawienia grup hydroksylowych, co wpływa na ich właściwości jako inhibitorów [34]. Wykazano, że ekstrakty z morwy z dużą skutecznością hamują działanie 3,4-L-dihydroksyfenyloalaniny (DOPA), tym samym zwiększając wytwarzanie tyrozynazy, odpowiedzialnej za hamowanie powstawania melaniny [23].

Inne właściwości

Oprócz wyżej wymienionych właściwości, morwie białej przypisuje się także działanie przeciwzakrzepowe [35], przeciwrakowe [36], anksjolityczne [37], przeciwestmatyczne [38], przeciwdepresyjne [39], regulujące odpowiedź immunologiczną [40] oraz ochronne na serce [41]. Morwa biała, podobnie

jak morwa czarna, wykazuje właściwości antymutagenne dzięki zdolności do zmniejszania już istniejących uszkodzeń genów spowodowanych promieniowaniem X lub gamma [42]. Ponadto uważa się, że związki bioaktywne zawarte w liściach morwy obniżają ryzyko wystąpienia choroby Alzheimera. Według badań Niidome i wsp. [43], otrzymany z nich ekstrakt hamuje tworzenie się białek β -amyloidu 1–42, które odgrywają znaczącą rolę w powstawaniu tej choroby. Wyciągi z korzenia morwy wykazują działanie terapeutyczne w leczeniu alergii ze względu na zawartość polisacharydów, które stymulują namnażanie się limfocytów i przeciwciał [44]. Ponadto, etanolowe ekstrakty z korzenia morwy białej korzystnie wpływają na profil lipidowy dzięki obecności mulberozydu A i jego pochodnej – oksyresweratrolu. Obydwa związki obniżają poziom lipidów we krwi [45].

Podsumowanie

Z uwagi na zawartość znacznej liczby związków biologicznie czynnych w każdym z organów morwy, może być ona wykorzystywana jako źródło wielu cennych substancji. Obecna na Zachodzie moda wpływająca na styl życia, polegająca na korzystaniu z medycyny naturalnej, spopularyzowała stosowanie surowców pochodzenia roślinnego. W sklepach zielarskich czy aptekach można znaleźć wiele preparatów z morwy białej – tabletki, herbaty czy suszone surowce. Oprócz w wyżej wymienionych przypadkach, morwę można stosować także przy przeziębieniach czy stanach zapalnych gardła. Odwary z liści wykazują działanie napotne [9]. Dużą popularnością cieszy się zastosowanie morwy jako przeciwutleniacza zapobiegającego procesom nowotworowym i starzeniu organizmu [46].

Owoce morwy spożywane są nie tylko na surowo, lecz również w postaci soków, dżemów, kompotów i galaretek. Na Kaukazie, Półwyspie Bałkańskim, w Stanach Zjednoczonych i Azji Zachodniej morwa czarna (*Morus nigra* L.) jest od dawna uprawiana jako drzewo owocowe. Jej owoce są soczyste i smaczne, podobnie jak owoce morwy czerwonej (*Morus rubra* L.), które są bogate w barwniki antocyjanowe zwalczające miażdżycę. Ponadto, owoce morwy białej nadają się do kupażu, tj. zabiegu mieszania różnych moszczów w celu otrzymania lepszego produktu w winiarstwie.

Otrzymano: 2018.09.24 · Zaakceptowano: 2018.10.15

Piśmiennictwo

1. <https://www.plants.usda.gov/java/nameSearch> [dostęp: lipiec 2018].
2. Jeszka M., Kobus-Cisowska J., Flaczyk E.: Liście morwy jako źródło naturalnych substancji biologicznie aktywnych – Mulberry leaves as

- a source of biologically active compounds. *Borgis – Postępy Fitoterapii* 2009, 3: 175–179.
3. Chan E.W.-C., Lye P.-Y., Wong S.-K.: Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba*. *CJNM* 2016, 14: 17–30.
4. Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Przeor M., Korczak J., Remiszewski M., Korbas E., Buchowski M.: Chemical characterization and antioxidative properties of Polish variety of *Morus alba* L. leaf aqueous extracts from the laboratory and pilot-scale processes. *Agric. Sci.* 2013, 4: 141–147.
5. Hussain S.A., Ahmed Z.A., Mahwi T.O., Aziz T.A.: Quercetin dampens postprandial hyperglycemia in type 2 diabetic patients challenged with carbohydrates load. *Diabetes* 2012, 1: 32–35.
6. Liu C., Xiang W., Yu Y., Shi Z.Q., Huang X.Z., Xu L.: Comparative analysis of 1-deoxynojirimycin contribution degree to α -glucosidase inhibitory activity and physiological distribution in *Morus alba* L. *Ind. Crops Prod.* 2015, 70: 309–315.
7. Grześkowiak J., Łochyńska M.: Bioactive compounds in white mulberry (*Morus alba* L.) and their therapeutic activity. *Borgis – Postępy Fitoterapii* 2017, 1: 31–35.
8. Butt M.S., Nazir A., Sultan M.T., Schroën K.: *Morus alba* L. nature's functional tonic. *Trends Food Sci. Technol.* 2008, 19: 505–512.
9. Łochyńska M.: Nutritional properties of the white mulberry (*Morus alba* L.). *J. Agric. Sci. Technol. A* 2015, 5: 709–716.
10. Przeor M., Flaczyk E.: Morwa biała – nieocenione znaczenie zdrowotne. *Przemysł Spożywczy* 2016, 70: 33–35.
11. Chan E.W.C., Lye P.Y., Eng S.Y., Tan Y.P.: Antioxidant properties of herbs with enhancement effects of drying: a synopsis. *Free Radicals and Antioxidants* 2013, 3: 2–6.
12. Jiang D.Q., Guo Y., Xu D.H., Huang Y.S., Yuan K., Lv Z.Q.: Antioxidant and anti-fatigue effects of anthocyanins of mulberry juice purification (MJP) and mulberry marc purification (MMP) from different varieties mulberry fruit in China. *Food Chem. Toxicol.* 2013, 59: 1–7.
13. Kim S.Y., Gao J.J., Kang H.K.: Two flavonoids from the leaves of *Morus alba* induce differentiation of the human promyelocytic leukemia (HL-60) cell line. *Biol. Pharm. Bull.* 2000, 23: 451–455.
14. Kikuchi T., Nihei M., Nagai H., Fukushima H., Tabata K., Suzuki T., Akishita T.: Albinol A from the root bark of *Morus alba* L. induces apoptotic cell death in HL60 human leukemia cell line. *Chem. Pharm. Bull.* 2010, 58: 568–571.
15. Park J.M., Bong H.Y., Jeong H.I., Kim Y.K., Kim J.Y., Kwon O.: Postprandial hypoglycemic effect of mulberry leaf in Goto-Kakizaki rats and counterpart control Wistar rats. *Nutr. Res. Pract.* 2009, 3: 272–278.
16. Mohammadi J., Naik P.R.: Evaluation of hypoglycemic effect of *Morus alba* in an animal model. *Indian J. Pharmacol.* 2008, 40: 15–18.
17. Singab A.N., El-Beshbishy H.A., Yonekawa M., Nomura T., Fukai T.: Hypoglycemic effect of Egyptian *Morus alba* root bark extract: effect on diabetes and lipid peroxidation of streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 2005, 100: 333–338.
18. Wang Y., Xiang L., Wang C., Tang C., He X.: Antidiabetic and antioxidant effects and phytochemicals of mulberry fruit (*Morus alba* L.) polyphenol enhanced extract. *Public Library of Science ONE*, 2013, 8: e71144.
19. Harauma A., Murayama T., Ikeyama K., Sano H., Arai H., Takano R., Kita T., Hara S., Kamei K., Yokode M.: Mulberry leaf powder prevents atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2007, 358: 751–756.
20. Chen C.C., Liu L.K., Hsu J.D., Huang H.P., Yang M.Y., Wang C.J.: Mulberry extract inhibits the development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Food Chem.* 2005, 91: 601–607.
21. Peng C.H., Liu L.K., Chuang C.M., Chyau C.C., Huang C.N., Wang C.J.: Mulberry water extracts possess an anti-obesity effect and ability to inhibit hepatic lipogenesis and promote lipolysis. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59: 2663–2671.
22. Valacchi G., Belmonte G., Miracco C., Eo H., Lim Y.: Effect of combined mulberry leaf and fruit extract on liver and skin cholesterol transporters in high fat diet-induced obese mice. *Nutr. Res. Pract.* 2014, 8: 20–26.
23. Oh K.S., Ryu S.Y., Lee S., Seo H.W., Oh B.K., Kim Y.S., Lee B.H.: Melanin-concentrating hormone-1 receptor antagonism and anti-obesity effects of ethanolic extract from *Morus alba* leaves in diet-induced obese mice. *J. Ethnopharmacol.* 2009, 122: 216–220.
24. Hsu L.S., Ho H.H., Lin M.C., Chyau C.C., Peng J.S., Wang C.J.: Mulberry water extracts (MWEs) ameliorated carbon tetrachloride-induced liver damages in rat. *Food Chem. Toxicol.* 2012, 50: 3086–3093.
25. Franco R., Schoneveld O.J., Pappa A., Panayiotidis M.I.: The central role of glutathione in the pathophysiology of human diseases. *Arch. Physiol. Biochem.* 2007, 113: 234–258.
26. Sohn H.Y., Son K.H., Kwon C.S., Kwon G.S., Kang S.S.: Antimicrobial and cytotoxic activity of 18 prenylated flavonoids isolated from medicinal plants: *Morus alba* L., *Morus mongolica* Schneider., *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent *Sophora flavescens* Ait and *Echinophora koreensis* Nakai. *Phytomedicine* 2004, 11: 666–672.

27. Park K.M., You J.S., Lee H.Y., Baek N.I., Hwang J.K. Kuwanon G.: An antibacterial agent from the root bark of *Morus alba* against oral pathogens. *J. Ethnopharmacol.* 2003, 84: 181–185.
28. Rao S.J.A., Ramesh C.K., Mahmood R., Prabhakar B.T.: Anthelmintic and antimicrobial activities in some species of mulberry. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 2012, 4: 335–338.
29. Omidiran M.O., Baiyewu R.A., Ademola I.T., Fakorede O.C., Toyinbo E.O., Adewumi O.J., Adekunle E.A.: Phytochemical analysis, nutritional composition and antimicrobial activities of white mulberry (*Morus alba*). *PJN* 2012, 11: 456–460.
30. Du J., He Z.D., Jiang R.W., Ye W.C., Xu H.X., But P.P.: Antiviral flavonoids from the root bark of *Morus alba* L. *Phytochemistry* 2003, 62: 1235–1238.
31. Lim H.J., Jin H.G., Woo E.R., Lee S.K., Kim H.P.: The root barks of *Morus alba* and the flavonoid constituents inhibit airway inflammation. *J. Ethnopharmacol.* 2013, 149: 169–175.
32. Lee S.H., Choi S.Y., Kim H., Hwang J.S., Lee B.G., Gao J.J., Kim S.Y.: Mulberroside F isolated from the leaves of *Morus alba* inhibits melanin biosynthesis. *Biol. Pharm. Bull.* 2002, 25: 1045–1048.
33. Kim Y.M., Yun J., Lee C.K., Lee H., Min K.R., Kim Y.: Oxyresveratrol and hydroxystilbene compounds: inhibitory effect on tyrosinase and mechanism of action. *J. Biol. Chem.* 2002, 277: 16340–16344.
34. Shin N.H., Ryu S.Y., Choi E.J., Kang S.H., Chang I.M., Min K.R., Kim Y.: Oxyresveratrol as the potent inhibitor on dopa oxidase activity of mushroom tyrosinase. *Biochem. Bioph. Res. Co.* 1998, 243: 801–803.
35. Kim D.S., Ji H.D., Rhee M.H., Sung Y.Y., Yang W.K., Kim S.H., Kim H.K.: Antiplatelet activity of *Morus alba* leaves extract, mediated via inhibiting granule secretion and blocking the phosphorylation of extracellular-signalregulated kinase and Akt. *Evid.-based Complementary Altern. Med.* 2014, 2014: 1–11.
36. Hogade M.G., Halkai M.A., Malipatil M.: *In vitro* anthelmintic activity leaves of *Morus alba* Linn. against *Pheretima posthuma*. *Deccan J. Natural Products* 2010, 1: 16–19.
37. Yadav A.V., Kawale L.A., Nade V.S.: Effect of *Morus alba* L. (mulberry) leaves on anxiety in mice. *Indian J. Pharmacol.* 2008, 40: 32–36.
38. Jung H.W., Kang S.Y., Kang J.S., Kim A.R., Woo E.R., Park Y.K.: Effect of kuwanon G isolated from the root bark of *Morus alba* on ovalbumin induced allergic response in a mouse model of asthma. *Phytother. Res.* 2014, 28: 1713–1719.
39. Lim D.W., Kim Y.T., Park J.H., Baek N.-I., Han D.: Antidepressant-like effects of the ethyl acetate soluble fraction of the root bark of *Morus alba* on the immobility behavior of rats in the forced swim test. *Molecules* 2014, 19: 7981–7989.
40. Madhumitha S., Indhuleka A.: Cardioprotective effect of *Morus alba* L. leaves in isoprenaline induced rats. *International J. Pharm. Sci. Res.* 2012, 2: 1475–1480.
41. Bharani S.E., Asad M., Dhamanigi S.S., Chandrakala G.K.: Immunomodulatory activity of methanolic extract of *Morus alba* Linn. (mulberry) leaves. *Pakistan J. Pharm. Sci.* 2010, 23: 63–68.
42. Agabeyli R.A.: Antimutagenic activities extracts from leaves of the *Morus alba*, *Morus nigra* and their mixtures. *Int. J. Biol.* 2012, 4: 166–172.
43. Niidome T., Takahashi K., Goto Y., Goh S., Tanaka N., Kamei K., Ichida M., Hara S., Akaïke A., Kihara T., Sugimoto H.: Mulberry leaf extract prevents amyloid beta-peptide fibril formation and neurotoxicity. *NeuroReport* 2007, 18: 813–816.
44. Kim S.Y., Gao J.J., Lee W.C., Ryu K.S., Lee K.R., Kim Y.C.: Antioxidative flavonoids from the leaves of *Morus alba*. *Archiv der Pharmazie* 1999, 22: 81–85.
45. El-Beshbishy H.A., Singab A.N., Sinkkonen J., Pihlaja K.: Hypolipidemic and antioxidant effects of *Morus alba* L. (Egyptian mulberry) root bark fractions supplementation In cholesterol-fed rats. *Life Sci.* 2006, 78: 2724–2733.
46. Katsube T., Imawaka N., Kawano Y., Yamazaki Y., Shiwaku K., Yamane Y.: Antioxidant flavonol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. *Food Chem.* 2006, 97: 25–31.