

ELŻBIETA KOŁĘCZEK¹, MICHALINA HOROCHOWSKA¹, ZYGMUNT ZDROJEWICZ², JACEK JAGIEŁŁO¹, JACEK ŁAZECZKO¹

Właściwości prozdrowotne pochryznu (słodkie ziemniaki)

Yummy Yam – prosperity health

¹Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu²Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Witelona w Legnicy

KEYWORDS

yam, diabetes, cancer, *Dioscorea*

SUMMARY

Dioscorea spp., sometimes called yam, is a genus of around 600 species of tuberous climbers. Since ages it has been used as a food source and in the natural medicine. It contains many fitochemical substances: diterpenoids, glycosides, steroids, saponines and sapogenines. Thanks to this it can be used as a medicine in metabolic diseases, such as diabetes, obesity and hypercholesterolemia. Diosgenin present in the plant stimulates differentiation of fatty cells and eliminate ongoing inflammation. Additionally, it lowers the amount of triglicerydes and LDL, acting positively on the diabetes related dyslipidemia, lowering the glucose level likewise. Antimicrobial action allows yam to be used against infections, with the possibility of it's being used against HIV infection. Due to anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties of some polysaccharides present in *Dioscorea bulbifera* it can be helpful in the adjuvant therapy of cervical cancer and in the therapy of either sarcomas or liver cancer. Since years, analgetic and anti-inflammatory effect of Yam has been used in the traditional medicine of Kamerun. Studies performed on mice proved analgetic action of *Dioscorea alata* against neuropatic pain, as well as pain related to inflammation, probably by reducing the level of inflammatory mediators. Studies performed on rats revealed positive effect of usage of *Dioscorea alata* in the condition of low blood estrogen levels, what presented by lowering anxiety levels and action against lowering of the density of bone tissue. It's administration in postmenopausal women led to increase in blood estron, estradiol and sex hormones binding protein levels. Due to this action it can counteract against adverse changes caused by reduced level of those hormones. Additionally, surves have shown beneficial influence of yam on the digestive system, by increasing the level of symbiotic bacterial flora and reducing vulnerability to the toxic effect of lipopolysaccharide.

WSTĘP

Pochryzn (*Dioscorea* spp.), zwany także yam, to rodzaj bulwiastych pnączy, w skład którego wchodzi około 600 gatunków. Siedem do dziesięciu gatunków jest uprawianych w Azji, Afryce oraz Ameryce Południowej, gdzie dzięki jadalnym bulwom stanowią ważne źródło pożywienia. Dwa z nich, pochryzn skrzydlaty (*Dioscorea alata*) oraz *Dioscorea cayenensis*, pełnią kluczową rolę w diecie ponad 100 milionów osób. Pochryzn znalazł zastosowanie nie tylko jako środek spożywczy, jest on wykorzystywany także w medycynie naturalnej oraz jako źródło prekursorów steroidowych. Diosgenina, zaliczana do saponin steroidowych, obecna w bulwach oraz kłączach niektórych gatunków *Dioscorea* spp., jest wykorzystywana w przemyśle farmaceutycznym

do produkcji związków steroidowych będących pochodnymi pregnenolonu (1, 2). Pochryzn cebulowy (*Dioscorea bulbifera*) zawiera diterpenoidy, glikozydy, steroidy, saponiny steroidowe oraz sapogeniny. Od czasów starożytnych tradycyjna medycyna chińska, indyjska oraz afrykańska wykorzystują antynowotworowe, antyoksydacyjne, przeciwzapalne oraz przeciwbólowe właściwości bulw i kłączy tej rośliny do leczenia wielu chorób. Rdzenni mieszkańcy Afryki stosują ją do terapii zapalenia spojówek, biegunek oraz czerwonki bakteryjnej. Z pokruszonych bulw tworzy się olej nakładany na poparzenia, zranienia i owrzodzenia. W Chinach oraz Indiach stosowany jest do leczenia wola tarczycy, infekcji gardła oraz u chorych na raka żołądka i odbytu. Suszone bulwy są wykorzystywane przeciw czyrakom, ropniom,

a także w zatruciach. Ponadto, badania naukowe donoszą o jego działaniu przeciwlipidowym oraz zmniejszającym poziom lipidów we krwi (3, 4). Celem pracy jest przedstawienie właściwości prozdrowotnych pochrzynu.

DZIAŁANIE NA CHOROBY METABOLICZNE

Do najpoważniejszych chorób cywilizacyjnych należy aktualnie cukrzyca. Według danych WHO rozpowszechnienie cukrzycy podwoiło swoją wartość od 1980 roku, a do roku 2030 stanie się siódmą przyczyną śmierci na świecie (5, 6). Jako schorzenie endokrynologiczno-metaboliczne, posiadające wiele powikłań odległych w czasie, musi być kompleksowo monitorowane i leczone. Poza leczeniem farmakologicznym właściwa dieta stanowi nieodzowny element kontroli poziomu glukozy we krwi. Nieustannie prowadzone są badania mające na celu wprowadzenie naturalnych i bezpiecznych substancji o działaniu hipoglikemizującym. Światowa Organizacja Zdrowia podchodzi z dużą aprobatą do medycyny naturalnej, jako swoistego uzupełnienia terapii i propaguje rozwój badań w tym kierunku (7). Jednym z najpoważniejszych powikłań związanych z cukrzycą jest poposiłkowa hiperglikemia (PPHG). Komplikacja ta może być kontrolowana dzięki wielu substancjom chemicznym, m.in. inhibitorom glukozydazy i inhibitorom α -amylazy. Oba związki znacząco obniżają PPHG.

Pochrzyn cebulowy (*Dioscorea bulbifera*) jest rośliną z długoletnią tradycją stosowania w medycynie chińskiej do leczenia zaburzeń metabolicznych, zwłaszcza cukrzycy (8). Jednym ze składników aktywnych zawartych w bulwach pochrzynu cebulowego jest diosgenina. Substancja ta należy do naturalnie występujących sterydowych sapogenin i wykorzystywana jest w przemyśle farmaceutycznym do syntezy leków steroidowych. Podczas ostatnich dwóch dekad prowadzono badania przedkliniczne, mające na celu zrozumienie mechanizmów korzystnego działania diosgeniny w chorobach metabolicznych, takich jak: hipercholesterolemia, cukrzyca, otyłość (9). Praktycznie rzecz biorąc, diosgenina może być używana w leczeniu cukrzycy dzięki kontrolowaniu równowagi glukozy, przez pobudzenie różnicowania komórek tłuszczowych oraz niwelowanie w nich stanu zapalnego. Wobec tego, substancja ta może być niezwykle użyteczna w polepszaniu kondycji pacjenta w zaburzeniach gospodarki cukrowo-lipidowej związanych z otyłością. W kolejnych badaniach zaobserwowano, że diosgenina pozwala na redukcję triglicerydów i wykazuje dobroczynne działanie w kontroli dyslipidemii związanych z cukrzycą (10, 11). Istnieje kilka eksperymentalnych prac dotyczących korzystnego działania diosgeniny na gospodarkę lipidową ustroju. W eksperymencie przeprowadzonym na szczurach, poddanych działaniu diosgeniny, zauważono istotny spadek cholesterolu LDL w grupie szczurów ze zwiększonym jego poziomem oraz brak działania na lipidogram w grupie szczurów zdrowych. Dodatkowo, diosgenina hamuje absorpcję cholesterolu i jego wychwyty przez wątrobę, co prowadzi do zmniejszonej jego akumulacji w wątrobie (9, 12). Niewątpliwie zwracającymi uwagę są badania prowadzone przez Ghosh i wsp.

W swojej publikacji zaprezentowali wyniki badań potwierdzające działanie *Dioscorea bulbifera* w praktyce i biologiczne właściwości diosgeniny jako inhibitorów trzustkowej α -amylazy i α -glukozydazy. Badanie wykazało, że diosgenina wchodzi w interakcję z dwoma centrami aktywnymi (Asp352 i Glu411) α -glukozydazy, co wpływa na nią hamująco i potwierdza jej rolę w redukcji wysokiego poziomu glukozy. Jest to pierwsza relacja podkreślająca naukowe i racjonalne przesłanki w zastosowaniu tego związku jako nowatorskiego leku w cukrzycy typu 2 (13).

Istnieją również inne eksperymenty dowodzące dobroczynnego działania *Dioscorea bulbifera* na gospodarkę lipidowo-węglowodanową (8), jednakże w celu całkowitego zrozumienia mechanizmów prowadzących do prozdrowotnego efektu niezbędne są dalsze badania w tym zakresie.

DZIAŁANIE PRZECIW ZAKAŻENIOM DROBNOUSTROJOWYM

Zgodnie z teoriami rozpowszechnianymi w tradycyjnej medycynie *Dioscorea bulbifera* ma szerokie spektrum właściwości związanych z walką z infekcjami. Do tych działań należą: zmniejszanie stanu zapalnego, obniżanie gorączki, rozrzedzanie płwociny. To wszystko pozwalało na wykorzystywanie opisywanej rośliny w medycynie chińskiej w takich jednostkach chorobowych, jak: zapalenie gardła, zakażenia ropne skóry, skrofuloza, kiła, rzeżączka i wszelkie stany zapalne (14). Literatura naukowa opisuje działanie niszczące drobnoustroje, m.in.: wirusy, bakterie, grzyby i pierwotniaki (15). Eksperymentalnie wykazano, że alkoholowy rozwór *Dioscorea bulbifera* może niszczyć DNA wirusa i hamować transkrypcję RNA wirusów Coxackie i Herpes (14). Na szczególną uwagę zasługują badania Chaniad i wsp., którzy jako pierwsi podjęli próby badań nad pozyskaniem naturalnych inhibitorów integrazy HIV-1 (HIV-1 IN) z pochrzynu cebulowego. Ich eksperyment okazał się dużym sukcesem i daje nadzieje terapeutyczne, gdyż autorzy udokumentowali, że etanolowy ekstrakt z *Dioscorea bulbifera* ma znacząco hamujące działanie na HIV-1 IN przy połowie maksymalnego stężenia hamującego IC₅₀ = 9,3 μ g/ml. Bazując na aktywności anty-HIV-1 IN składników *D. bulbifera*, można stwierdzić, że bulwy tej rośliny mogą mieć potencjalnie korzystne działanie w leczeniu AIDS (16). Najczęściej opisywanym składnikiem aktywnym zawartym w pochrzynie cebulowym jest diosgenina. Jak wykazały badania *in vitro*, składnik ten ujawnia aktywność antywirusową wobec wirusa zapalenia wątroby typu C (HCV), znacząco redukując poziom wirusowego RNA (17).

Kolejnym celem licznych badań naukowych było potwierdzenie hipotetycznego działania antybakteryjnego. Bazując na wybranych publikacjach i doniesieniach z literatury, można potwierdzić szerokie spektrum działania na patogeny. Publikacja Guan i wsp. ujawniła, że wywary i organiczne rozpuszczalniki z *D. bulbifera* mają działanie antybiotyczne na bakterie *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* oraz na grzyby z rodzaju *Candida* sp. (14). Natomiast, w nawiązaniu

do badań Teponno i wsp., można potwierdzić bakteriobójczy wpływ ekstraktu $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ przeciwko *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A* oraz *Salmonella paratyphi B* (18). Szczególnie szerokim spektrum antybakteryjnym charakteryzuje się diosgenina. Jako główny składnik aktywny, wykazuje wrażliwość wobec bakterii Gram-dodatnich, tj. *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* i *Staphylococcus epidermidis* oraz Gram-ujemnych *Escherichia coli* i *Salmonella typhi* (14). Wszelkie zaprezentowane wyniki badań są swoistym potwierdzeniem skuteczności stosowania pochrzynu cebulowego w medycynie naturalnej. Jednocześnie otwierają nowe perspektywy w tworzeniu skutecznych leków. Narastająca oporność szczepów bakteryjnych oraz niekorzystne działania niepożądane wymuszają badania nad składnikami znanymi człowiekowi już od wielu pokoleń i sięgnięcie do korzeni medycyny.

DZIAŁANIE PRZECIWNOWOTWOROWE

Wykazano, że niektóre polisacharydy zawarte w *Dioscorea bulbifera* mają działanie przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i antyoksydacyjne. W związku z tym w 2015 roku wykonano badanie, w którym oceniono wpływ pochrzynu cebulowego na raka szyjki macicy u myszy w stosunku do powszechnie używanego w tym schorzeniu cyklofosfamidu. Okazało się, że w wyniku zastosowania cyklofosfamidu doszło do supresji wzrostu nowotworu o 65,4%, w wyniku zastosowania *Dioscorea bulbifera* o 37,6%, natomiast najlepszy efekt dała kombinacja tych dwóch produktów. Można zatem wnioskować, że zastosowanie pochrzynu cebulowego jako terapii adjuwantowej raka szyjki macicy może mieć pozytywny efekt, jednak wprowadzenie tej metody jako powszechnie używanej wymaga dodatkowych badań (20).

W innym badaniu z *Dioscorea bulbifera* wyizolowano diosbulbinę B. Okazało się, że roztwór etanolu oraz octanu etylu, do których dodano diosbulbinę B, zmniejszyły masę nowotworów S180 (mięsak) oraz H22 (rak wątroby) u myszy doświadczalnych. Co więcej, roztwór z octanem etylu spowodował zwiększenie masy grasicy, zwiększenie ilości leukocytów, limfocytów oraz neutrofilii. Dalsze obserwacje wykazały, że takie leczenie nie powodowało znaczącej toksyczności i objawów ubocznych. Na podstawie analizy chemicznej roztworów w wysokosprawnej chromatografii cieczowej wykazano, że za efekt antynowotworowy odpowiada diosbulbina B z grupy furanoidów (4). Zbadano również wpływ pochrzynu cebulowego na nowotwór wątroby HepA u myszy. Wykonano ekstrakty z użyciem eteru naftowego, etanolu i wody. Wykazano, że wszystkie roztwory z wyjątkiem wodnego wpłynęły hamująco na powstawanie wodobrzusza oraz przeżycie komórek nowotworowych (najskuteczniejsze działanie wykazał ekstrakt z eterem naftowym). Długość życia myszy, które leczono roztworem eteru naftowego, została przedłużona, natomiast skrócona u tych, które leczone były roztworem wodnym (21).

Wyniki przeprowadzonych prac są obiecujące, ale zastosowanie *Dioscorea bulbifera* jako terapii nowotworowej

wymaga wielu kolejnych badań, również tych przeprowadzanych bezpośrednio na pacjentach.

DZIAŁANIE PRZECIWBÓLOWE I PRZECIWPALNE

Dioscorea bulbifera od dawna stosowana jest w kamedyckiej medycynie naturalnej jako roślina uśmierniająca ból i lecząca zapalenie. W związku z tymi informacjami wykonano badania mające na celu potwierdzenie lub wykluczenie tych właściwości. W jednej z prac stosowano pochrzyn cebulowy w dawce 250 i 500 mg/kg masy ciała podawany doustnie myszom doświadczalnym. Jednocześnie wywoływano u nich ból na tle zapalnym, stosując wstrzyknięcia adjuwantu Freund'a (emulsja oleju parafinowego lub mineralnego z zawieszonymi w niej prątkami gruźlicy), lipopolisacharydu (LPS) i prostaglandyny E2. Stosując częściowe podwiązanie nerwu kulszowego (PLSN) wraz z wstrzykiwaniem kapsaicyny lub adjuwantu Freund'a, wywołano ból o charakterze neuropatycznym. Efekt terapeutyczny mierzony był brakiem lub obecnością estru metylowego nitroargininy, syntazy tlenu azotu oraz glibenklamidu (inhibitor kanałów potasowych zależnych od ATP). Wykazano znaczący efekt przeciwbólowy w przewlekłym bólu wywołanym adjuwantem Freund'a oraz w bólu o charakterze neuropatycznym wywołanym częściowym podwiązaniem nerwu kulszowego. *Dioscorea bulbifera* znacząco zmniejszyła ostry ból wywołany podaniem lipopolisacharydu, jednak pozostała bez wpływu na ten wywołany kapsaicyną. Wnioskować można, że pochrzyn cebulowy jest skuteczny zarówno w leczeniu bólu wywołanego zapaleniem, jak i bólu neuropatycznego. Prawdopodobnie działanie to wynika z wpływu na kanały potasowe zależne od ATP, działające za pośrednictwem NO i cGMP (22). W 2010 roku zbadano właściwości przeciwzapalne i przeciwbólowe *Dioscorea bulbifera*. Roztwory wodny i metanolowy, do których dodano ekstrakty z pochrzynu cebulowego, zastosowano w celu łagodzenia bólu wywołanego zastosowaniem kwasu octowego, formaliny oraz naciskiem, a także zredukowania odczynu zapalnego wyindukowanego karagenem, histaminą, serotoniną oraz formaliną. Badanie zostało przeprowadzone na myszach i szczurach doświadczalnych. Wykazano zmniejszenie zarówno bólu, jak i objawów zapalenia u zwierząt doświadczalnych. Wnioskować można, że składniki pochrzynu cebulowego zmniejszają stężenie mediatorów stanu zapalnego, takich jak: histamina, serotonina i prostaglandyny (23).

DZIAŁANIE PODCZAS OKRESU PRZEKWITANIA

W związku z tym, że pochrzyn skrzydlaty od wieków był używany w medycynie ludowej jako roślina zmniejszająca objawy menopauzy, postanowiono sprawdzić, czy jego podawanie jest uzasadnione medycznie. Przeprowadzono dwa badania na szczurach doświadczalnych, którym wykonano owariektomię, co spowodowało drastyczny spadek estrogenów. W ten sposób zwierzętom wyindukowano takie objawy, jakich doświadczają kobiety w okresie postmenopauzalnym. W pierwszym z badań skupiono swoją uwagę na zbadaniu wpływu *Dioscorea alata* na

osteoporozę, czyli typowe powikłanie menopauzy. Okazało się, że kości szczurów, które przyjmowały pochrzyn, wykazywały znacznie większą siłę niż u zwierząt, które go nie przyjmowały. W drugim badaniu mierzono poziom lęku, który także może być objawem niskiego poziomu estrogenów. Poziom lęku oceniany był na podstawie stężenia IL-2 w mózgu. Zaobserwowano znaczny spadek poziomu lęku u osobników, które suplementowane były *Dioscorea alata* (24, 25). Przeprowadzono również badanie kliniczne w grupie 24 kobiety po menopauzie, u których zastąpiono typową dietę bazującą na ryżu na zawierającą pochrzyn. Zarówno przed dietą, jak i po wprowadzeniu nowej diety pobrano krew i moc w celu zbadania określonych parametrów. Zaobserwowano znaczący wzrost stężenia estronu, białka wiążącego hormony płciowe (SHBG) oraz estradiolu. Nie zaobserwowano znaczących zmian w stężeniach innych hormonów płciowych ani ich metabolitów. Mimo że niejasny jest mechanizm działania *Dioscorea* spp. na układ hormonalny, należy sądzić, że ma on zdecydowanie pozytywny wpływ na stężenia estrogenów oraz SHBG we krwi. Można zatem wnioskować, że za jego pomocą możliwe jest zwalczanie nieprzyjemnych dla pacjentki objawów postmenopauzalnych, przeciwdziałanie rakowi piersi, chorobom układu krążenia oraz innym problemom związanym z niskim poziomem estrogenów (24).

WPŁYW NA UKŁAD POKARMOWY

Badano także wpływ *Dioscorea alata* oraz *Dioscorea japonica* na funkcję układu pokarmowego, w tym na florę bakteryjną, aktywność enzymów oraz na aktywność antyoksydacyjną lipopolisacharydu bakteryjnego. Prace wykonywane były na myszach doświadczalnych. W pierwszym etapie zwierzęta karmiono przez okres 4-8 tygodni dietą zawierającą pochrzyn, a następnie zabijano. W drugim etapie myszy karmiono pochrzynem przez okres 4 tygodni, a następnie

podawano im lipopolisacharyd dootrzewnowo. Podawanie *Dioscorea* spp. znacznie zwiększyło ilość korzystnej flory bakteryjnej, w tym *Bifidobacterium* sp. i *Lactobacillus* sp., natomiast zmniejszyło ilość *Clostridium perfringens*. Zwiększyła się również aktywność aminopeptydazy leucynowej, lipazy, α -glikozydazy cukrozy oraz maltazy. Zmniejszyła się za to wrażliwość układu pokarmowego na toksyczne działanie lipopolisacharydu. Na podstawie tych wyników wnioskować można, że pochrzyn ma pozytywny wpływ na pracę układu pokarmowego (26).

PODSUMOWANIE

Pochrzyn jest nie tylko pożywieniem ważnym dla milionów osób. Jego bulwy oraz kłącza od wieków są także szeroko wykorzystywane w medycynie naturalnej. Dzięki obecności wielu związków fitochemicznych, np. diosgeniny, można go stosować do leczenia wielu chorób. Badania wykazują możliwe zastosowanie roślin z rodzaju *Dioscorea* w leczeniu chorób metabolicznych, takich jak: cukrzyca, otyłość oraz hipercholesterolemia. Dzięki właściwościom przeciwdrobnoustrojowym, antyoksydacyjnym, przeciwzapalnym i przeciwbólowym wykazuje skuteczność działania przeciw chorobom infekcyjnym oraz w chorobach przebiegających z przewlekłym bólem. Wyniki badań na temat działania przeciwnowotworowego są wprawdzie obiecujące, ale zastosowanie pochrzynu w terapii chorób nowotworowych wymaga dalszych doświadczeń, szczególnie klinicznych. Dzięki łagodzeniu objawów niedoboru estrogenów, pochrzyn skrzydlaty może znaleźć zastosowanie w zapobieganiu i leczeniu zmian postmenopauzalnych u kobiet. Ponadto spożywanie roślin z rodzaju *Dioscorea* wpływa pozytywnie na funkcję jelit. Pochrzyn, mało popularny w Polsce, może stanowić pozytywny dodatek do diety wielu chorych. Poznanie pełnych jego właściwości wymaga jednakże przeprowadzenia kolejnych badań.

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI

Zygmunt Zdrojewicz
ul. Niedźwiedzia 57 m. 7, 54-232 Wrocław
tel.: +48 (71) 355-26-34
zygmunt.zdrojewicz@wp.pl

PIŚMIENNICTWO

1. Ngo Ngwe MFS, Omokolo DN, Joly S: Evolution and Phylogenetic Diversity of Yam Species (*Dioscorea* spp.): Implication for Conservation and Agricultural Practices. PLoS One 2015; 10: e0145364.
2. Price EJ, Wilkin P, Sarasan V et al.: Metabolite profiling of *Dioscorea* (yam) species reveals underutilised biodiversity and renewable sources for high-value compounds. Sci Rep 2016; 6: 29136.
3. Ghosh S, Parihar V, More P et al.: Phytochemistry and Therapeutic Potential of Medicinal Plant: *Dioscorea bulbifera*. Med Chem (Los Angeles) 2015; 5: 154-159.
4. Wang J-M, Ji L-L, Branford-White CJ et al.: Antitumor activity of *Dioscorea bulbifera* L. rhizome *in vivo*. Fitoterapia 2012; 83: 388-394.
5. World Health Organization: Global Report on Diabetes 2016; 1-86.
6. Mathers CD, Loncar D: Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. PLoS Med 2006; 3: e442.
7. World Health Organization: WHO Traditional Medicine Strategy 2014-2023. 2013; 1-76.
8. Zabeer A, Mohd ZC, Rakesh KJ et al.: Antihyperglycemic and antidiabetic activity of aqueous extract of *Dioscorea bulbifera* tubers. Diabetol Croat 2009; 38: 63-72.

9. Raju J, Rao CV: Diosgenin, a Steroid Saponin Constituent of Yams and Fenugreek: Emerging Evidence for Applications in Medicine. *Bioactive Compounds in Phyto-medicine* 2012; 126-131.
10. Uemura T, Goto T, Kang M et al.: Diosgenin, the main aglycon of fenugreek, inhibits LXR α activity in HepG2 cells and decreases plasma and hepatic triglycerides in obese diabetic mice. *J Nutr* 2011; 141: 17-23.
11. Uemura T, Hirai S, Mizoguchi N et al.: Diosgenin present in fenugreek improves glucose metabolism by promoting adipocyte differentiation and inhibiting inflammation in adipose tissues. *Mol Nutr Food Res* 2010; 54: 1596-1608.
12. Cayen MN, Dvornik D: Effect of diosgenin on lipid metabolism in rats. *J Lipid Res* 1979; 20: 162-174.
13. Ghosh S, More P, Derle A et al.: Diosgenin from *Dioscorea bulbifera*: Novel Hit for Treatment of Type II Diabetes Mellitus with Inhibitory Activity against α -Amylase and α -Glucosidase. *PLoS One* 2014; 9: e106039.
14. Guan XR, Zhu L, Xiao ZG et al.: Bioactivity, toxicity and detoxification assessment of *Dioscorea bulbifera* L.: a comprehensive review. *Phytochem Rev* 2017; 16: 573-601.
15. Jesus M, Martins APJ, Gallardo E et al.: Diosgenin: Recent Highlights on Pharmacology and Analytical Methodology. *J Anal Methods Chem* 2016; 1-16.
16. Chaniad P, Wattanapiromsakul C, Pianwanit S et al.: Inhibitors of HIV-1 integrase from *Dioscorea bulbifera*. *Songklanakarin J Sci Technol* 2016; 38: 229-236.
17. Wang Y-J, Pan K-L, Hsieh T-C et al.: Diosgenin, a Plant-Derived Saponin, Exhibits Antiviral Activity *in Vitro* against Hepatitis C Virus. *J Nat Prod* 2011; 74: 580-584.
18. Teponno RB, Taponjou AL, Gatsing D et al.: Bafoudiosbulbins A, and B, two anti-salmonellal clerodane diterpenoids from *Dioscorea bulbifera* L. var sativa. *Phytochemistry* 2006; 67: 1957-1963.
19. Khan H, Saeed M, Rauf A et al.: Antimicrobial and inhibition on heat-induced protein denaturation of constituents isolated from *Polygonatum verticillatum* rhizomes. *Nat Prod Res* 2015; 29: 2160-2163.
20. Cui H, Li T, Wang L et al.: *Dioscorea bulbifera* polysaccharide and cyclophosphamide combination enhances anti-cervical cancer effect and attenuates immunosuppression and oxidative stress in mice. *Sci Rep* 2016; 6: 19185.
21. Yu Z, Liu X, McCulloch M et al.: Anticancer effects of various fractions extracted from *Dioscorea bulbifera* on mice bearing HepA. *China J Chinese Mater Medica* 2004; 29: 563-567.
22. Nguetefack TB, Dutra RC, Paszcuk AF et al.: Antinociceptive activities of the methanol extract of the bulbs of *Dioscorea bulbifera* L. var sativa in mice is dependent of NO-cGMP-ATP-sensitive-K⁺ channel activation. *J Ethnopharmacol* 2010; 128: 567-574.
23. Mbiancha M, Kamanyi A, Teponno RB et al.: Analgesic and Anti-Inflammatory Properties of Extracts from the Bulbs of *Dioscorea bulbifera* L. var sativa (*Dioscoreaceae*) in Mice and Rats. *Evidence-Based Complement Altern Med* 2011; 2011: 1-9.
24. Wu W-H, Liu L-Y, Chung C-J et al.: Estrogenic effect of yam ingestion in healthy postmenopausal women. *J Am Coll Nutr* 2005; 24: 235-243.
25. Chen J-H, Shih-Shyn Wu J, Lin H-C et al.: *Dioscorea* improves the morphometric and mechanical properties of bone in ovariectomised rats. *J Sci Food Agric* 2008; 88: 2700-2706.
26. Hsu C-C, Huang Y-C, Yin M-C et al.: Effect of Yam (*Dioscorea alata* Compared to *Dioscorea japonica*) on Gastrointestinal Function and Antioxidant Activity in Mice. *J Food Sci* 2006; 71: 513-516.

nadesłano: 25.01.2018

zaakceptowano do druku: 15.02.2018