

Badania fizykochemiczne żyworódki i jej zastosowanie w przemyśle farmaceutyczno-kosmetycznym

Physicochemical studies of *Kalanchoe pinnata* and its application in pharmaceutical and cosmetic industry

dr n. farm. Wioleta Jankowiak^{1,2}, dr n. chem. Edyta Bartoszewicz³, mgr Anna Komorek^{1,2}, dr n. med. Agnieszka Grochulska^{1,2}

¹ Instytut Nauk o Zdrowiu, Akademia Pomorska w Słupsku

² Katedra Rehabilitacji i Odnowy Biologicznej

³ Politechnika Poznańska; Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych Zakład Maszyn Spożywczych i Transportu Żywności

■ **Słowa kluczowe:** sukulenty, żyworódka, absorbancja, widmo absorpcji.

■ **Keywords:** succulents, *Kalanchoe pinnata*, absorbance, absorption spectrum.

■ **Abstract:** *Kalanchoe pinnata* is a treasury of micro- and macroelements such as: manganese, copper, selenium, zinc, boron, aluminum, silicon, potassium, calcium, iron. It also contains a lot of vitamin C, polyphenolic compounds: flavonoids, terpenes, phenylpropanoids, catechins; cardiac glycosides from the group of bufadienolides; organic acids: malic and citric, succinic, oxaloacetic and B vitamins. Preliminary physicochemical studies based on the analysis of absorption spectra in the UV-ViS range indicate the stability of extracts obtained from *Kalanchoe pinnata*, what matters in the application of the extract in cosmetic and therapeutic preparations.

■ Wprowadzenie

Sukulenty to rośliny, które potrafią przetrwać w środowiskach ubogich w zasoby wodne. W tym celu wykształciły mięsiste, grube liście, pozwalające magazynować wodę przez dłuższy okres. Jedną z roślin o wskazanych wyżej cechach jest żyworódka.

Chociaż istnieje wiele gatunków żyworódki, to każdy z nich charakteryzuje się właściwościami leczniczymi. Szczególne zainteresowanie kierowane jest w tym obszarze na **żyworódkę pierza-**

stą (łac. *Kalanchoe pinnata*), która zdobyła miano „rośliny życia” [1]. Określenie to wiąże się z szerokim wachlarzem właściwości uzdrawiających, na tyle uniwersalnych, że można ją wykorzystywać w celu leczenia zróżnicowanych stanów chorobowych. Potwierdzają to zabiegi medycyny ludowej praktykowanej na terenach Indii.

■ Charakterystyka gatunku

Żyworódka jest rośliną kwalifikującą się do rodziny gruboszowatych (łac. *Crassulaceae*) [2].

W naturalnym środowisku występowania, czyli m.in. w Indiach, Afryce, Australii czy Ameryce, może dorastać nawet do 1,5 m wysokości [1]. W Polsce najczęściej hodowana jest w doniczkach, co uniemożliwia jej osiągnięcie takiego wzrostu. Taksonomię prezentuje tab. 1 [3].

Łodyga rośliny jest pusta, czterokanciasta i najczęściej rozgałęziona, przy czym liście ułożone są w sposób naprzeciwległy i osiągają od 10 do 20 cm długości [4]. Liście zakończone są postrzępionymi brzegami, które według niektórych przypominają pióra – stąd nazwa żyworódki pierzastej. Na brzegowych zakończeniach nerwów można często zobaczyć małe grudki, które odpadają i stają się początkiem nowych roślin [5]. Niektóre odmiany charakteryzują się kwiatami w barwach od fioletowej do czerwonej, związającymi w dużych, rozłożystych kwiatostanach (tzw. wierzchołkach). Nasada kwiatu przyjmuje kolor zielony i dalej przechodzi w bardziej intensywne tonacje [3]. Owoce żyworódki pierzastej osiągają długość maksymalnie 1,4 cm i mieszczą się w zamkniętym kielichu i koronie [5].

Klimat, w którym następuje optymalny rozwój żyworódki, charakteryzuje się wysoką temperaturą i przynajmniej częściowym dostępem do słońca, choć wskazuje się, że roślina dostosowuje się również do warunków odbiegających od tych występujących w jej miejscu pochodzenia (na Madagaskarze) [5,6]. W warunkach laboratoryjnych lub domowych można ją łatwo rozmnażać poprzez sadzonki będące częściami

łodygi lub liści [2]. Z uwagi na jej przystosowanie do magazynowania wody, nadmiar tego płynu w glebie może powodować procesy gnilne w obrębie korzenia.

W składzie chemicznym można wskazać na obecność: alkaloidów, triterpenów, glikozydów, flawonoidów, kardenolidów, steroidów i lipidów [4].

Liście zawierają w sobie bufadienolidy (np. bryotoksynę), które pod względem strukturalnym i funkcjonalnym przypominają glikozydy nasercowe (digoksynę i digitoksynę) [7].

Przykłady związków klasyfikujących się do wskazanych wyżej grup przedstawiono w tab. 2 [4,8].

■ Działanie farmakologiczne

Właściwości żyworódki miały zastosowanie już w medycynie starożytnej. W Afryce używano jej głównie jako środek przeciwzapalny (np. przy zapaleniu ucha), przeciwbólowy, przeciwdrgawkowy oraz w celu leczenia ogólnego osłabienia organizmu [2].

Obecnie z leczniczej specyfiki rośliny korzysta medycyna tradycyjna na całym świecie.

Przykładowo na obszarach Nigerii żyworódkę wykorzystuje się przy odbieraniu porodów, a także przy leczeniu chorób reumatoidalnych, kaszlu, wyprysków i infekcji [2,9].

W medycynie ajurwedyskiej stosowana jest do łagodzenia różnego rodzaju bólów, nudności i wymiotów [10].

Amerykańska medycyna tradycyjna używa żyworódki w przypadku ospy wietrznej, przezię-

Tabela 1. Taksonomia żyworódki pierzastej

Królestwo	rośliny (<i>Plantae</i>)
Podkrólestwo	rośliny naczyniowe (<i>Tracheobionta</i>)
Nadgromada	rośliny nasienne (<i>Spermatophyta</i>)
Gromada	rośliny kwitnące (<i>Magnoliophyta</i>)
Klasa	rośliny dwuliścienne (<i>Magnoliopsida</i>)
Podklasa	różowate (<i>Rosidae</i>)
Rząd	skalnicowate (<i>Saxifragales</i>)
Rodzina	gruboszowate (<i>Crassulaceae</i>)
Rodzaj	żyworódka (<i>Kalanchoe</i>)
Gatunek	żyworódka pierzasta – <i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.

bienia, gorączki, bólów brzucha, odleżyn, nadwyrężenia mięśni, a nawet guzów [3].

W innych krajach roślina ta stosowana jest w leczeniu m.in. zapalenia stawów, astmy, oparzeń, zapać, cukrzycy, migren, obrzęków, ran, zakażeń bakteryjnych, grzybiczych, zapalenia nerek czy wrzodów [11,12].

Bogaty skład chemiczny i wykorzystywanie żyworódki w celach leczniczych na całym świecie wskazują na istniejące właściwości farmakologiczne.

Aktywność w gojeniu ran i stanach zapalnych

Powszechnie obserwuje się korzystny wpływ ekstraktu z liści żyworódki na proces gojenia się ran, co obserwane jest w postaci szybszego zasklepiania się uszkodzenia oraz niwelowania bólu [1,9]. Takie działanie może wynikać z obecności glikozydów steroidowych oraz przeciwutleniaczy fenolowych [2]. Wskazuje się przy tym również na udział saponin, które powodują koagulację czerwonych krwinek oraz tanin o właściwościach ściągających [4].

Po przerwaniu ciągłości tkanki może pojawić się stan zapalny, charakteryzujący się jej obrzękiem, bólem i migracją leukocytów w miejsce uszkodzenia. Potencjał przeciwzapalny żyworódki przypisywany był głównie liściom, w których wykryto obecność sitosterolu i alkoholi alifatycznych, jednak obecnie wskazuje się także na wartość związków o wskazanych właściwościach w kwiatach czy łodygach tej rośliny [13,14]. W badaniu nad ranami łap u szczurów wyszczególniono silnie działający flawonoid – kwercetynę, która szybko niwelowała nawet ostre stany zapalne. Oprócz flawonoidów, aktywnością przeciwzapalną cechują się obecne w roślinie triterpeny i steroidy [15].

Triterpeny to związki złożone z podjednostek izoprenowych, w których można wskazać na obecność takich grup funkcyjnych, jak np. hydroksylowa, karboksylowa czy ketonowa [16]. Można je wydobyć po odpowiedniej obróbce partii roślin (kwiatów, liści, drewna itp.), na przykład na drodze ekstrakcji etanolowej, metanolowej, chloroformowej czy macerowania [17].

Tabela 2. Związki chemiczne występujące w częściach naziemnych żyworódki pierzastej

Fenole	kwas kawowy, kwas ferulowy, kwas 4-hydroksybenzoesowy, kwas p-kumarowy, kwas p-hydroksycynamonowy, kwas protokatechowy, kwas fosfoenolopirogronowy
Flawonoidy	kwercetyna, astragalina, 3,8-dimetoksy-4,5,7-trihydroksyflawon, epigalokatechina, luteolina, rutyna, kemferol
Triterpeny	alfa-amiryryna, octan alfa-amiryryny, β -amiryryna, octan beta-amiryryny, bryofolon, tarakserol, Ψ -taraksasterol, 18- α oleanan, friedelina, glutinol
Kardenolidy i steroidy	beta-sitosterol, bryofilina-A, bryofilina-B, bryofilina-C, octan bersaldegeniny-3, kampesterol, klionasterol, kodisterol, peposterol
Kwasy tłuszczowe	kwas palmitynowy, kwas stearynowy, kwas arachidowy, kwas behenowy, kwas szczawiowy, kwas cytrynowy, kwas izocytrynowy, kwas oksaloctowy, kwas jabłkowy, kwas bursztynowy
Witaminy i aminokwasy	witamina C, witamina B: B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₆ , glicyna, cysteina, hydrolizat kazeiny, kwas glutaminowy, hydrolizat białka, metionina, tyrozyna, fenyloalanina
Minerały	sód, wapń, potas, fosfor, magnez, mangan, żelazo, miedź, cynk
Inne	cukry, białka, tłuszcze, jod, garbniki, alkaloidy

Surowce roślinne bogate w triterpeny wykorzystywane są w medycynie z uwagi na ich właściwości lecznicze. Dzięki ograniczeniu działania enzymów biorących udział w rozwoju stanu zapalnego oraz hamowaniu produkcji prostaglandyn i cytokin prozapalnych, triterpeny leczą obszary objęte zapaleniem. Oprócz tego wskazuje się na działanie antyoksydacyjne tych związków oraz zapobiegające powstawaniu komórek nowotworowych [18].

Steroidy to lipidy, które w roślinach często współwystępują z cukrami i tworzą glikozydy – na przykład saponiny steroidowe. Do ich węglowej struktury mogą być przyłączone różne grupy funkcyjne, które stanowią o właściwościach danego związku [19,20].

Steroidy charakteryzują się głównie silnymi właściwościami przeciwzapalnymi, dzięki którym możliwe jest leczenie przewlekłych chorób zapalnych (np. reumatoidalnego zapalenia stawów; RZS). Z drugiej strony, leki steroidowe wywołują wiele skutków ubocznych, stąd istotne są poszukiwania naturalnych alternatyw leczniczych.

Aktywność antyoksydacyjna

Ekstrakty alkoholowe uzyskane z żyworódki wykazały dużą aktywność antyoksydacyjną, co w dużej mierze przypisuje się obecności fenoli i flawonoidów (np. kwercetyny i kemferolu) [2]. Wskazuje się, że związki te cechują się wyższą skutecznością antyoksydacyjną niż powszechnie stosowane w tym celu witaminy C i E czy karotenoidy [21]. Działanie przeciwutleniające przejawia się w tym przypadku poprzez hamowanie peroksydacji lipidów, tlenu azotu, anionorodnika ponadtlenkowego i rodnika hydroksylowego. Substancje zawarte w żyworódce, reagując z rodnikami nadtlenkowymi początkującymi reakcję łańcuchową utleniania się tłuszczów, zmiatają wolne rodniki i kończą proces ich szkodliwego wpływu [22,23].

Właściwości przeciwutleniające związków chemicznych są istotne nie tylko w obszarze dermatologii i działania *anti-aging*. Ochrona komórek przed szkodliwymi reaktywnymi formami tlenu ma znaczenie w przypadku leczeniu zaburzeń układu sercowo-naczyniowego, układu moczowego czy chorób wątroby [1].



Fotografia 1. Żyworódka pierzasta wyhodowana w warunkach domowych



Fotografia 2. Rozdrobniony liść żyworódki pierzastej

Aktywność przeciwbakteryjna

Dzięki występowaniu w roślinie związków fenolowych, alkaloidów oraz ich pochodnych, znajduje ona zastosowanie w leczeniu infekcji powodowanych przez bakterie, takie jak np. *E. coli*, *P. vulgaris*, *B. subtilis*, *S. aureus* [4].

Fakt ten wykorzystywany jest również w przypadku pielęgnacji pępka noworodka (przyspiesza gojenie się i przeciwdziała powstaniu infekcji), zwalczania duru brzuszego czy biegunek. *Kalanchoe* spełnia zatem dwie funkcje w obszarze antybakteryjnym – prewencyjną i leczniczą.

Badania wskazują na hamowanie rozwoju większości bakterii (zarówno Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych) po oddziaływaniu 60-procentowym metanolewym ekstraktem z liści żyworódki. Mikroorganizmami, na które roztwór nie zadziałał, były *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* oraz *C. albicans* [4].

Aktywność neurofarmakologiczna

Medycyna tradycyjna wykorzystuje metanolewy ekstrakt z liści żyworódki (bogaty w flawonoidy) jako substancję przeciwpsychotyczną i przeciwdepresyjną [4]. Działanie uspokajające wynika

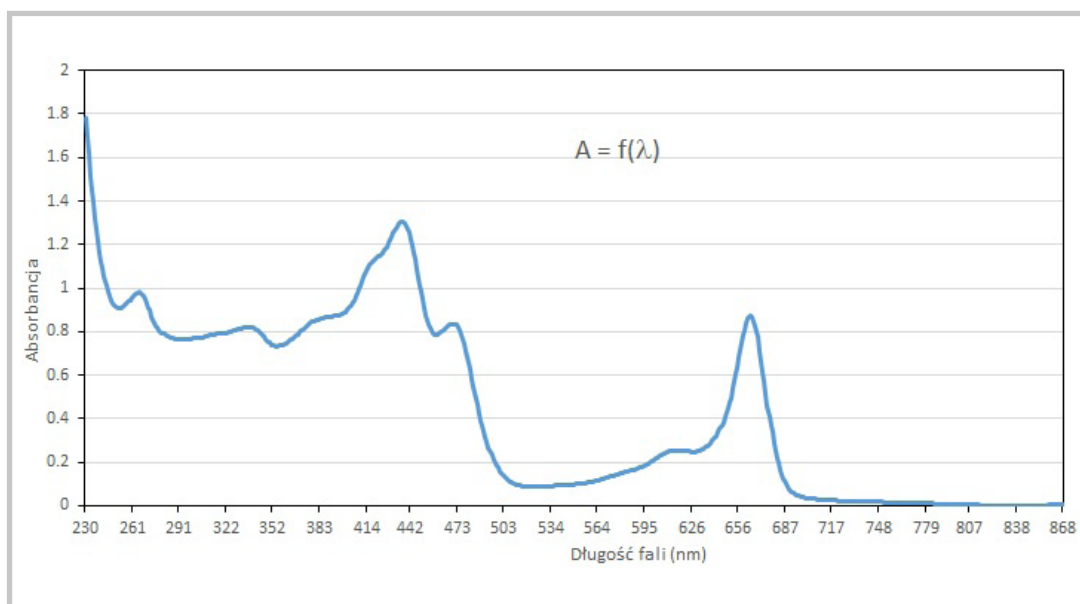
także z substancji zawartych w liściach *Kalanchoe pinnata*, które podnoszą poziom neuroprzekaźnika mózgowego (GABA) [24].

Obserwowany spadek aktywności i wzrost uspokojenia definiowano w badaniach jako niwelowanie zachowań agresywnych i wzmożoną senność. Wskazane właściwości odpowiadają również za ochronę przed drgawkami lub opóźnienie ich wystąpienia.

Inne obszary aktywności leczniczej żyworódki

Sok wyciśnięty z liści żyworódki okazał się skuteczny w leczeniu zaburzeń czynności wątroby i łagodzenia objawów żółtaczki [2]. Można to potwierdzić obniżeniem hiperbilirubinemii po podaniu skoncentrowanego preparatu roślinnego. Wykazano również pozytywny wpływ kwercytyny na funkcjonowanie nerek [4].

Żyworódkę zbadano także pod kątem leczenia cukrzycy. Badania wskazały na obniżenie glikemii poposiłkowej lub glikemii w przebiegu eksperymentalnie wywoływanej cukrzycy u zwierząt (cukrzyca streptozotocynowa). Towarzyszył temu wzrost lipoprotein o wysokim



Rycina 1. Widmo absorpcji $A = f(\lambda)$ dla ekstraktu żyworódki

poziomie gęstości [3]. Właściwości obniżające poziom cukru mogą wynikać z obecności cynku, flawonoidów, polifenoli, triterpenoidów i fitosteroli w roślinie [4].

Bogaty w kwercetynę ekstrakt z żyworoćki wykazał się właściwościami zapobiegającymi wstrząsom anafilaktycznym. Nasycone kwasy tłuszczowe biorą udział w proliferacji limfocytów, co wskazuje na aktywność immunosupresyjną wyciągu z żyworoćki [3].

Bufadienolidy mogą być wykorzystywane w terapii nowotworów, z uwagi na ich właściwości inhibicyjne w stosunku do antygeny wirusa Epsteina-Barr (EBV)* [2]. Szczególnie istotna jest w tym przypadku bryofilina-A, którą cechuje silniejsza aktywność przeciwnowotworowa w porównaniu z bryofiliną-C [9].

Analiza właściwości fizykochemicznych ekstraktu z żyworoćki

Żyworoćka jest skarbnicą mikro- i makroelementów, takich jak: mangan, miedź, selen, cynk, bor, glin, krzem, potas, wapń, żelazo. Ponadto zawiera dużo witaminy C, związki polifenolowe: flawonoidy, terpeny, fenylopropanoidy, katechiny; glikozydy nasercowe z grupy bufadienolidów; kwasy organiczne: jabłkowy i cytrynowy, bursztynowy, szczawiooctowy, oraz witaminy z grupy B.

Aby oznaczyć zawartość poszczególnych składników ekstraktu żyworoćki, sprawdzono trwałość metanolowego ekstraktu rośliny. Roślinę wyhodowano w warunkach domowych. Liść rośliny rozdrobiono i poddano ekstrakcji za pomocą metanolu.

Wykonano spektrofotometryczne widmo absorpcji w zakresie UV-VIS (ryc. 1). Do pomiarów wykorzystany został spektrofotometr Ultra-3660 UV-VIS dwuwiązkowy. Zaobserwowano dwa

charakterystyczne pasma absorpcji przy długości fali ok. 400 i 600 nm.

Wartość absorbancji** nie uległa zmianie po czasie, co potwierdza trwałość ekstraktu żyworoćki. Fakt ten zostanie wykorzystany przy dalszych badaniach właściwości fizykochemicznych soku z żyworoćki.

Podsumowanie

Żyworoćka pierzasta to roślina o bogatym składzie chemicznym, zawierającym fenole, flawonoidy, triterpeny, kwasy tłuszczowe, witaminy i minerały. Jej bogactwo substancji aktywnych było wykorzystywane już w medycynie ludowej, a dzięki leczeniu bardzo zróżnicowanych stanów chorobowych żyworoćka zyskała miano „rośliny życia”. Związki aktywne można pozyskiwać z niemal każdej partii rośliny, jednak najczęściej materiał pobierany jest z liści. Tak powstałe ekstrakty znajdują swoje zastosowanie m.in. w przyspieszaniu procesu gojenia się ran, niwelowaniu stanów zapalnych, zwalczaniu wolnych rodników i bakterii czy obniżaniu poziomu cukru we krwi. Trwałość ekstraktu, potwierdzona wstępnymi badaniami spektrofotometrycznymi, pozwala na zachowanie właściwości leczniczych rośliny w różnych warunkach przechowywania (temperatura, wilgotność, wpływ promieniowania słonecznego), stąd zainteresowanie stosowaniem żyworoćki w kosmetykach i lekach. Może stanowić ona uniwersalny środek wykorzystywany w celach leczniczych, jak i estetycznych (np. w przypadku produktów kosmetycznych związanych z obszarem *anti-aging*). © ®

Autorka korespondująca:
dr n. farm. Wioleta Jankowiak
Wioleta.jankowiak@apsl.edu.pl
Nadesłano: 01-12-2021

* Wirus EBV posiada potencjał onkogenny w przypadkach niektórych podtypów chłoniaków złośliwych oraz raka jamy nosowo-gardłowej. Ryzyko wystąpienia chłoniaka rośnie po zakażeniu EBV przez pacjentów po przebytych transplantacjach narządów, poddawanych immunosupresji i chorych z nabytym zespołem odporności [przypr. red. WŁ].

** Absorbancja – współczynnik absorpcji (pochłaniania) światła, stosowany w spektrofotometrii do oznaczania stężenia substancji w roztworze [przypr. red. WŁ].

Piśmiennictwo:

1. Rajsekhar PB, Bharani RA, Ramachandran M, Angel KJ, Rajsekhar SPV. The "wonder plant" *Kalanchoe pinnata* (Linn.) Pers.: A Review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2016;6(3):151-158.
2. Biswas SK, Chowdhury A, Das J, Hosen SZ, Uddin R, Rahaman MS. Literature review on pharmacological potentials of *Kalanchoe pinnata* (Crassulaceae). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011;5(10):1258-1262.
3. Majaz QA, Tatiya AU, Kurshid M, Nazim S, Siraj S. The miracle plant (*Kalanchoe pinnata*): a phytochemical and pharmacological review. *IJRAP*. 2011;2(5):1478-1482.
4. Pattewar SV. *Kalanchoe pinnata*: phytochemical and pharmacological profile. *IJPSR*. 2012;3(4):993-1000.
5. Neves CRSS, Procopio MC, Penna TCV. Micropropagation photoautotrophic *Kalanchoe pinnata* in water and humus with use of natural light, and determination of total flavonoids: a review. *IJSRST*. 2016;2(4):1-13.
6. Smith GF, Figueiredo E. Nomenclatural notes on *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (Crassulaceae). *Bradleya*. 2018;36(36):220-223.
7. Gaiind K, Gupta R. Identification of waxes from the leaves of *Kalanchoe pinnata*. *Planta Medica*. 1974;25(2):193-197.
8. Gaiind K, Gupta R. Alkanes, alkanols, triterpenes and sterols of *Kalanchoe pinnata*. *Phytochemistry*. 1972;11:1500-1502.
9. Nayak BS, Marshall JR, Isitor G. Wound healing potential of thanolic extract of *Kalanchoe pinnata* Lam. Leaf-a preliminary study. *Indian J. Experim. Biol*. 2010;48:572-576.
10. Majaz QA, Nazim S, Asir Q, Shoeb Q, Bilal GM. Screening of Invitro anthelmintic activity of *Kalanchoe pinnata* roots. *Int. J. Res. Ayurveda. Pharm*. 2011;2(1):221-223.
11. Okwu DE, Uchenna NF. Exotic multifaceted medical plants of drug and pharmaceutical industries. *African Journal of Biotechnology*. 2009;8(25):7271-7282.
12. Mohan SC, Balamurugan V, Salini ST, Rekha R. Metal ion chelating activity and hydrogen peroxide scavenging activity of medicinal plant *Kalanchoe pinnata*. *JOCPR*. 2012;4(1):197-202.
13. Ferreira RT, Coutinho MAS, Malvar DDC, Costa EA, Florentino IF, Costa SS, Vanderlinde FA. Mechanisms underlying the antinociceptive, antiedematogenic, and anti-inflammatory activity of the main flavonoid from *Kalanchoe pinnata*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014;1-8.
14. Chatuverdi OS, Joshi A, Dubey BK. Pharmacognostical, phytochemical evaluation and antiinflammatory activity of stem of *Kalanchoe pinnata* pers. *IJPSR*. 2012;3(4):1133-1140.
15. Fernandes JM, Felix-Silva J, da Cunha LM, Gomes JADS, Siqueira EMDS, Gimenes LP, Lopes NP, Soares LA, Fernandes-Pedrosa MF, Zucolotto SM. Inhibitory effects of hydroethanolic leaf extracts of *Kalanchoe brasiliensis* and *Kalanchoe pinnata* (Crassulaceae) against local effects induced by *Bothrops jararaca* snake venom. *PLoS one*. 2016;11(12):e0168658.
16. Muffler K, Leipold D, Scheller MC, Haas C, Steingroewer J, Bley T, Neuhaus HE, Mirata MA, Schrader J, Ulber R. Biotransformation of triterpenes. *Process Biochemistry*. 2011;46:1-15.
17. Gu JQ, Wang Y, Franzblau SG. Dereplication of pentacyclic triterpenoids in plants by GC-ESI/MS. *Phytochem Anal*. 2006;17:102-106
18. Kujawa-Warchala K, Nazaruk J. Aktywność farmakologiczna pentacyklicznych związków triterpenowych. *Postępy Fitoterapii*. 2012;1:35-47.
19. Heftmann E. Biochemistry of Plant Steroids. *Annual Review of Plant Physiology*. 1963;14(1):225-248.
20. Kołodziejczyk A. *Naturalne związki organiczne*. Wydawnictwo Naukowe PWN. 2010.
21. Nascimento LBS, Leal-Costa MV, Coutinho MAS, Moreira N, Lage CLS, Barbi N, Costa SS, Tavares ES. Increased antioxidant activity and changes in phenolic profile of *Kalanchoe pinnata* (Lamarck) Persoon (Crassulaceae) specimens grown under supplemental blue light. *Photochemistry and Photobiology*. 2012;89(2):391-399.
22. Mohan SC, Balamurugan V, Elayaraja R, Prabakaran AS. Antioxidant and phytochemical potential of medicinal plant *Kalanchoe pinnata*. *IJPSR*. 2012;3(3):881-885.
23. Asiedu-Gyekye IJ, Antwi DA, Bugyei KA, Awortwe C. Comparative study of two *Kalanchoe* species: total flavonoid, phenolic contents and antioxidant properties. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*. 2012;6(5):65-73.
24. Joseph B, Sridhar S, Sankarganesh J, Edwin BT. Rare medicinal plant - *Kalanchoe pinnata*. *Research Journal of Microbiology*. 2011;6(4):322-327.