

*Katarzyna Antoniak¹, Marlena Dudek-Makuch³,
Marcin Szymański⁴, Wiesława Bylka²

Analiza olejku eterycznego z korzeni *Rumex hydrolapathum*

Analysis of essential oil of *Rumex hydrolapathum* root

¹Badacz niezależny, Łódź

²Badacz niezależny, Poznań

³Pion Badań i Rozwoju, Curtis Health Caps Sp. z o.o. Wysogotowo, Przeźmierowo

⁴Centrum Zaawansowanych Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

SUMMARY

Introduction. The genus *Rumex* is represented by approximately 200 species, which are widespread throughout the world. In Poland, the most commonly used raw material for medicinal purposes is *Hydrolapathi radix* (commonly called sorrel root), which is mainly supplied by *Rumex hydrolapathum* Huds. (water dock), as well as other species, such as *R. crispus* L. (curled sorrel, curled dock), *R. obtusifolius* L. (broad-leaved dock, bitter dock), *R. patientia* L. (patience dock), and *R. alpinus* L. (alpine dock, Monk's-rhubarb). The leaves of both wild and cultivated forms of common sorrel, *R. acetosa* L., and sheep sorrel, *R. acetosella* L., are used for food purposes.

Medicinal raw materials from the *Rumex* genus are used to treat diarrhea, constipation, skin diseases, as well as respiratory, liver, kidney, and rheumatoid diseases.

The main active compounds are derivatives of anthraquinones, catechins, flavonoids, naphthalene, stilbenoids, diterpene alkaloids, and lignans.

Aim. The purpose of our research was to analyze the components of volatile oil obtained from commercial *R. hydrolapathum* root. **Material and methods.** The oil was obtained by hydrodistillation in a Clevenger apparatus, and its composition was analyzed by GC-MS.

Results. Among the 43 identified compounds, unsaturated and saturated fatty acids dominated, including linoleic (50.38%) and palmitic acids (25.99%), as well as α -linolenic and oleic acids, and derivatives of linoleic and petroselinic acids. Terpene compounds, phenylpropane derivatives, hydrocarbons, alcohols, aldehydes, esters, oxides, and organic acids were also identified.

Conclusions. This is the first report on the components of the volatile oil in the root of *R. hydrolapathum*. The essential oil may be co-responsible for the action, e.g., on the skin of sorrel root.

Keywords: *Rumex hydrolapathum*, essential oil

STRESZCZENIE

Wstęp. Rodzaj *Rumex* spp. reprezentuje ok. 200 gatunków, które są szeroko rozpowszechnione na świecie. W Polsce w celach leczniczych najczęściej jest stosowany korzeń kobyłaka (*Hydrolapathi radix*), którego dostarczają różne gatunki – głównie szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum* Huds.), a także szczaw kędzierzawy (*R. crispus* L.), szczaw tępolistny (*R. obtusifolius* L.), szczaw żółty (*R. patientia* L.) i szczaw alpejski (*R. alpinus* L.). Liście form dzikich i uprawnych szczawiu zwyczajnego *R. acetosa* L. i szczawiu polnego *R. acetosella* L. stosuje się jako środki spożywcze.

Surowce lecznicze z rodzaju *Rumex* spp. są stosowane w leczeniu biegunek, zaparć, chorób skóry, układu oddechowego, wątroby, nerek oraz w chorobach reumatycznych.

Związki czynne zidentyfikowane dotąd w różnych gatunkach szczawiu należą do grupy antrachinonów, flawonoidów, garbników, stilbenoidów, naftalenów, alkaloidów diterpenowych i lignanów.

Cel pracy. Celem naszych badań była analiza składników olejku lotnego otrzymanego z handlowego korzenia szczawiu lancetowatego *R. hydrolapathum*.

Materiał i metody. Olejek otrzymano metodą hydrodestylacji w aparacie Clevengera, a jego skład analizowano metodą GC-MS. **Wyniki.** Wśród 43 zidentyfikowanych związków dominowały nienasycone i nasycone kwasy tłuszczowe: linolowy (50,38%) i palmitynowy (25,99%), ponadto wykryto kwasy: α -linolenowy, oleinowy oraz pochodne kwasów linolowego i petroselinowego. Obecne były też związki terpenowe, pochodne fenylopropanu, naftalenu, węglowodory, alkohole, aldehydy, estry, tlenki i kwasy organiczne. **Wnioski.** Jest to pierwsze doniesienie na temat składników olejku lotnego w korzeniu *R. hydrolapathum*. Olejek eteryczny może być współodpowiedzialny za działanie korzenia szczawiu na skórę.

Słowa kluczowe: szczaw lancetowaty, olejek eteryczny

Wstęp

Rodzaj *Rumex* L. – szczaw (ang. *docks, sorrel*) z rodziny *Polygonaceae* (rdzestowate) obejmuje ok. 200 gatunków. Szczawie są szeroko rozpowszechnione w strefach klimatu umiarkowanego. Gatunki wykazują dużą zmienność i są trudne do identyfikacji. Do rodzimej flory Polski należy 15 gatunków szczawiu, ponadto spotykane są liczne gatunki zawleczone na teren Polski i uprawiane.

W Polsce w celach leczniczych najczęściej stosowany korzeń szczawiu – nazywany także korzeniem kobyłaka (*Hydrolapathi radix*) – pozyskiwany jest głównie ze szczawiu lancetowatego (*Rumex hydrolapathum* Huds.) (kobyłak, koński szczaw, kobyli szczaw), byliny występującej pospolicie na łąkach i terenach podmokłych na obszarach niżu. Korzenia kobyłaka dostarczają też inne gatunki, takie jak: szczaw kędzierzawy (*R. crispus* L.), szczaw tępolistny (*R. obtusifolius* L.), niekiedy szczaw żółty (*R. patientia* L.) i szczaw alpejski (*R. alpinus* L.). Jako środki spożywcze znajdują zastosowanie liście form dzikich i uprawnych szczawiu zwyczajnego (*R. acetosa* L.) i szczawiu polnego (*R. acetosella* L.) (1-4).

Zastosowanie gatunków z rodzaju *Rumex*

Korzenie, liście i nasiona *Rumex* spp. są wykorzystywane w medycynie tradycyjnej do przygotowywania odwarów, naparów oraz w postaci sproszkowanej. Wskazaniami do ich stosowania są: biegunka, zaparcia, choroby skórne, w tym przewlekłe dermatozy (egzemy, łuszczyca, trądzik, zapalenie skóry, niewielkie rany, pęcherze, oparzenia), choroby układu oddechowego (kaszel, zapalenie oskrzeli), zaburzenia czynności nerek i wątroby, nienasilona cukrzyca oraz dolegliwości reumatyczne. W Polsce najczęściej stosowany jest *Hydrolapathi radix* w zaburzeniach jelitowych z objawami biegunki wywoływanej m.in. przez wirus grypy żołądkowej.

Związki czynne w rodzaju *Rumex*

Badania związków aktywnych obejmowały dotąd ok. 30 gatunków z rodzaju *Rumex*. Wykryto w nich przeszło 260 związków, głównie z grupy antrachinonów,

flawonoidów, garbników, stilbenoidów, naftalenów, alkaloidów diterpenowych i lignanów (5).

Antrazwiązki stanowią powszechnie występującą grupę związków czynnych. W różnych gatunkach szczawiu, głównie w korzeniach, zidentyfikowano przeszło 50 antrazwiązków, wśród których dominowały: C- i O-glikozydowe pochodne chryzofanolu, emodyny i fiscjonu oraz sennozyd A i B, obtusifoliany A i B, reina, a także pochodne metyloantrachinonu, ponadto antrony: chryzofanolu, emodyny, fiscjonu oraz rumekson i antranony 10-hydroksyaloiny A i B (5-7).

Drugą grupę związków, współodpowiedzialną za aktywność farmakologiczną, stanowią garbniki. W rodzaju *Rumex* spp. zidentyfikowano ok. 25 skondensowanych garbników, głównie dimerów, trimerów pochodnych katechiny, epikatechiny, afzelechiny, epiafzelechiny, ponadto 3-O-galusan epikatechiny, 3-O-galusan epigalokatechiny, a także pochodne katechin: procyjanidyny i propelargonidyny (5, 7-10).

Wykryto także naftaleny (nepodyna i jej pochodne są szeroko rozpowszechnione w rodzaju *Rumex*), C-glikozydy chloronaftalenu (11); flawonoidy: pochodne kemferolu, kwercetyny, apigeniny, luteoliny, witeksyna, orientyna i inne pochodne chromonu; lignany (5, 7, 10); kwasy fenolowe i ich pochodne (5); stilbenoidy (m.in. resweratrol i polidatyna); terpeny; alkaloidy diterpenowe; sfingadieny (12) oraz kwasy tłuszczowe (oleinowy, palmitynowy i linolowy) i inne związki (5). W korzeniach i liściach *R. crispus* określono zawartość związków mineralnych K, Na, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu i P, a także węglowodanów (w korzeniach znacznie wyższa zawartość węglowodanów i wapnia niż w liściach); zawartość szczawianu wapnia (w liściu $0,15 \pm 0,019$ mg/g, w korzeniu $0,11 \pm 0,0033$ mg/g), kwasu fitynowego (śladowe ilości), białka (wyższa w korzeniu), ponadto podano poziom witamin: A, C oraz E. W olejku z korzeni *R. crispus* spośród 15 zidentyfikowanych związków głównymi składnikami były 1-heptakozanol (związek z grupy alkanoli) i alkany, jak: 4-metylooktan, etylocykloheksan, tetradekan, oktadekan, a także fitol i eukaliptol, natomiast w olejku z liści wśród 23 zidentyfikowanych składników

dominowały 5-eikozen, dokoż-1-en, oktadecen i tetradekan (13).

Badania różnych gatunków rodzaju *Rumex* rosnących w Polsce dotyczyły oznaczenia zawartości sumy garbników, sumy antrazwiązków oraz zawartości wybranych antrazwiązków. W korzeniach gatunków: *R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius*, *R. crispus*, *R. patientia* i *R. alpinus* oznaczono zawartość garbników katechinowych i antrachinonów. Zwraça uwagę wysoka zawartość garbników, szczególnie w *R. hydrolapathum* (19,84%), w pozostałych było 6-11% garbników oraz niska zawartość antrazwiązków, zwłaszcza w korzeniach *R. hydrolapathum* (0,39%), w pozostałych wynosiła 0,65-0,91% (4).

Analizy HPLC wykonane przez Wegiera i wsp. (2) wskazywały na zróżnicowaną zawartość wybranych antrazwiązków (chryzofanol, fisciön, emodyna, aloeemodyna, reina, sennozyd A i B, aloina) w korzeniach, liściach i owocach 6 gatunków szczawiu rosnących w Polsce (*R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius*, *R. crispus*, *R. acetosa*, *R. acetosella*, *R. conifertus*). Oznaczona przez Autorów zawartość sumy antrazwiązków okazała się szczególnie niska w korzeniach *R. hydrolapathum* (1,02 mg/g) i *R. crispus* (25,22 mg/g), zaś najwyższa w *R. conifertus* (163,43 mg/g), natomiast analiza zawartości garbników w korzeniach, liściach i owocach ww. gatunków udowodniła wysoką ich zawartość w korzeniach, szczególnie *R. hydrolapathum* – 26,55%, *R. crispus* – 19,36% i *R. obtusifolius* – 12,98%, w pozostałych wynosiła 11,51-22,65% (2). Różne zawartości garbników i antrazwiązków oznaczone przez Wegiera i wsp. (2) oraz przez Miłkowską i wsp. (4) przypuszczalnie wynikały ze stosowania innych metod analitycznych.

Aktywność biologiczna gatunków z rodzaju *Rumex*

Analiza aktywności biologicznej korzeni, nasion, owoców, liści różnych gatunków szczawiu wskazuje na ich właściwości antyoksydacyjne, przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwalergiczne, gastroprotekcyjne, przeciwcukrzycowe, przeciwnowotworowe, antyproliferacyjne, ściągające, przeciwbiegunkowe i przeczyszczające (5).

Aktywność antyoksydacyjna

Wyciągi z korzeni i nasion *R. crispus* wykazywały właściwości antyoksydacyjne w modelach *in vitro*: zdolności redukcjonowania jonów żelaza (ang. *ferric ion reducing antioxidant parameter* – FRAP) i wychwytywania rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) oraz wpływały na peroksydację lipidów (14-17). Stres

oksydacyjny wywołany czterochlorkiem węgla obniżył się (zmniejszenie lipoproteiny LPx i wzrost zawartości glutationu GSH) w sposób zależny od dawki po zastosowaniu wyciągu dojrzałych owoców *R. crispus* (18). Silna aktywność antyoksydacyjna ekstraktów z korzeni *R. crispus* była skorelowana z zawartością polifenoli (19).

Udowodniono aktywność antyoksydacyjną (zdolność zmiatania rodników DPPH, ABTS (2,2-azobis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian), NO) wyciągów z korzeni i z nadziemnych części szczawiu polnego oraz ich hamujący wpływ na aktywność α -glukozydazy (20). Silne działanie antyoksydacyjne cechowało ekstrakty z różnych organów szczawiu zwyczajnego, a najsilniejsze wyciąg z korzeni (21).

Aktywność antyoksydacyjna wyciągu z korzeni *R. patientia* korelowała z działaniem ochronnym wobec następstw stresu oksydacyjnego wywołanego u myszy nitrylotrioctanem żelaza (Fe-NTA), takich jak uszkodzenie wątroby i zmiany nowotworowe. Obserwowano wpływ na poziom glutationu, enzymów antyoksydacyjnych (katalazy, peroksydazy glutationowej i dysmutazy ponadtlenkowej) oraz enzymów wątrobowych (aminotransferazy alaninowej i aminotransferazy asparaginianowej) (22, 23). Potencjał antyoksydacyjny (CUPRAC [ang. *cupric ion reducing antioxidant capacity*], FRAP, DPPH) wyciągów z liści i łodyg *R. patientia* był zależny od zawartości polifenoli i flawonoidów (24). Zdolność wychwytywania rodnika DPPH, porównywalna z BHT, cechowała wyciąg z nasion szczawiu tępolistnego (25).

Aktywność antyoksydacyjną DPPH korzeni, liści i owoców 6 gatunków *Rumex* rosnących w Polsce (*R. acetosa*, *R. acetosella*, *R. crispus*, *R. conifertus*, *R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius*) oceniono jako bardzo wysoką. Najsilniejszą zdolność redukcji DPPH (42,63% w stężeniu 1 mg/ml) skorelowaną z zawartością garbników wykazywał ekstrakt z korzeni *R. hydrolapathum* (26).

Aktywność antyoksydacyjną wyciągu etanolowego z korzenia szczawiu lancetowatego określono dwiema metodami: z odczynnikiem DPPH i z odczynnikiem FRAP. Wyciąg cechowała zdolność redukcjonowania rodnika DPPH ($IC_{50} = 0,07$ mg/ml), a także właściwość redukcjonowania jonów Fe^{3+} do Fe^{2+} ($IC_{0,5} = 0,02$ mg/ml). Zawartość sumy polifenoli w wyciągu wynosiła 327,79 mg GAE/g surowca i była skorelowana z zawartością polifenoli (27).

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Aktywnością przeciwdrobnoustrojową wobec niektórych bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz *Candida albicans* cechowały się wyciągi uzyskane

z korzeni różnych gatunków szczawiu, m.in. *R. alpinus*, *R. crispus*, *R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius* i *R. patientia*. Aktywność tę określono jako wysoką. Spośród związków wyizolowanych z surowców naftaleny silnie hamowały wzrost wielu badanych szczepów bakterii (28). Badania dotyczyły też różnych wyciągów szczawiu kędzierzawego, a ich wynik wskazywał na działanie wobec wielu drobnoustrojów, szczególnie przez wyciąg z korzeni (29).

Wyniki analizy aktywności przeciwgrzybiczej wyciągów etanolowych pozyskanych z owoców, liści i korzeni rosnących w Polsce gatunków: *R. acetosa*, *R. acetosella*, *R. confertus*, *R. crispus*, *R. hydrolapathum* i *R. obtusifolius* wobec referencyjnych szczepów grzybów (drożdże, dermatofity, pleśnie) wskazywały na silną aktywność ekstraktów z owoców, wyciągi z liści były mniej aktywne, a dla ekstraktów z korzeni nie wykazano działania (30). Udowodniono też zróżnicowany efekt hamujący wzrost analizowanych 7 szczepów bakterii Gram-dodatnich, 7 szczepów bakterii Gram-ujemnych oraz 5 szczepów grzybów przez ekstrakty z owoców tych gatunków (31).

Działanie przeciwdrożdżakowe wyciągu wodno-alkoholowego z nasion i liści *R. obtusifolius* zademonstrowano wobec 40 wyizolowanych szczepów *Candida* spp. (25, 32). Właściwości przeciwwirusowe wykazano dla wyciągów z *R. acetosa* i *R. aquaticus* (33), a także dla wyciągu z nadziemnych części *R. acetosa* bogatego we flawonoidy oraz oligo- i polimeryczne proantocyjanidyny (5).

Działanie przeciwzapalne

Przedmiotem szerokich badań pod kątem oceny działania przeciwzapalnego był gatunek *R. patientia*. Wyciąg wodny z korzeni analizowano w wielu modelach eksperymentalnych, udowadniając jego wpływ na: łagodzenie stanu zapalnego i obrzęku wywołanego u szczurów podaniem karagenu, histaminy, dekstranu, serotoniny i formaldehydu (34), zmniejszenie bólu i gorączki u myszy i królików (35), hamowanie przepuszczalności naczyń indukowanej ksylolem i hialuronidazą u szczurów w stopniu porównywalnym z indometacyną (36), a także potwierdzono właściwości gastroprotecyjne i przeciwwrzdodowe wobec zmian wywołanych w żołądku szczura NLPZ (37) oraz etanolem (38). Działanie przeciwwrzdodowe cechowały odwary z nasion *R. patientia* (39).

Inne kierunki aktywności wyciągów i wyodrębnionych związków

Dla wyciągów z korzeni *R. crispus* wykazano znaczący wpływ hamujący aktywność α -glukozydazy i α -amylazy (16). Wyciąg alkoholowy z *R. acetosella*

wykazywał wyraźne działanie hamujące α -glukozydazę, silniej działał ekstrakt z korzeni niż z części nadziemnych, co wskazuje na jego potencjał przeciwcukrzycowy. Związkami, które wpływały na obniżenie aktywności α -glukozydazy, okazały się chryzofanol i fiscjon (5).

Właściwości hipoglikemiczne, hepatoprotekcyjne i normalizujące profil lipidowy potwierdzono w różnych modelach zwierzęcych dla wyciągów z nasion *R. obtusifolius* (40) i z nasion *R. patientia* (41).

W badaniach na komórkach, a także na zwierzętach laboratoryjnych (szczury, myszy) wykazano, że nepodynę – aktywny składnik wielu gatunków szczawiu – cechuje aktywność przeciwcukrzycowa (42, 43).

Istotne zmniejszenie aktywności oksydazy ksantynowej – enzymu uczestniczącego w przemianach prowadzących do powstawania kwasu moczowego – następowało w obecności wyciągu z korzeni *R. hydrolapathum* ($IC_{50} = 25,4 \mu\text{g/ml}$) (28).

Aktywność antyproliferacyjną (50% zahamowanie proliferacji komórek) wobec komórek HeLa (gruczolakoraka nabłonka szyjki macicy), A431 (raka nabłonka skóry) i MCF7 (gruczolakoraka nabłonka piersi) udowodniono dla różnych wyciągów z *R. acetosa*, *R. alpinus*, *R. aquaticus*, *R. scutatus* i *R. tyrsiflorus* (44). Wyraźne i zależne od stężenia działanie cytotoksyczne obserwowano w liniach komórkowych białaczki 1301 i EOL-1 oraz w linii limfocytów T dla ekstraktów z owoców z *R. confertus*, *R. crispus*, *R. hydrolapathum* i *R. obtusifolius* (45). Lee i wsp. stwierdzili, że w obecności emodyny słabiej proliferowały różne komórki nowotworowe (A549, SK-OV-3, SK-MEL-2, XF-498 i HCY15) (46). Wyniki analiz prowadzonych przez Han i wsp. wskazywały na działanie antyproliferacyjne chryzofanolu (47). Xue i wsp. (48) oraz Wang i wsp. (21) odkryli, że 8-O- β -glukopiranozyd fiscjonu zmniejszał migrację i inwazję komórek raka (SK-OV-3, OVCAR-3 i HCC) poprzez oddziaływanie na wydzielanie metaloproteiny 2 (MMP-2) i tkankowego inhibitora metaloproteiny 3 (TIMP-3).

W kolejnym eksperymencie wykazano, że wyciąg z korzenia szczawiu lancetowatego znacznie zwiększał ekspresję metaloproteiny 1 (MMP-1), hamując jednocześnie produkcję jej inhibitora TIMP-1 i sprzyjając procesom inwazyjnym. Na aktywność antyangiogenną i przeciwzapalną ekstraktu może natomiast wskazywać zmniejszenie migracji (o 22%) i proliferacji (o 58%) komórek śródbłonka z żyły pępowinowej (ang. *human umbilical vein endothelial cells* – HUVEC), hamowanie wydzielania czynników proangiogennych: płytkowego czynnika wzrostu (ang. *platelet-derived growth factor* – PDGF) i czynnika wzrostu hepatocytów (ang. *hepatocyte growth factor* – HGF), a także cytokin

prozapalnych: interleukiny 6 (IL-6) i 8 (IL-8). Z kolei w badaniu *in vitro* wykazano istotną zdolność wyciągu do hamowania aktywności enzymatycznej hialuronidazy ($IC_{50} = 0,43$ mg/ml), prawie dwukrotnie silniejszą w porównaniu z substancją wzorcową kemferolem ($IC_{50} = 0,78$ mg/ml), prawdopodobnie skorelowaną z zawartością polifenoli (27).

Właściwości przeciwbiegunkowe wykazane zostały dla wyciągów z korzeni *R. maritimus* (biegunkę u myszy indukowano olejem rycynowym i serotoniną). Wyciąg metanolowy wydłużył czas indukcji biegunki, zmniejszył częstość jej epizodów w sposób dawkozależny (49). Skuteczność przeciwbiegunkową udowodniono też dla wyciągów z liści *R. nervosus* w teście wykonanym z udziałem myszy i szczurów (50). Hamowanie biegunki wywołanej u szczurów olejem rycynowym następowało pod wpływem wyciągu z korzeni *R. hastatus* (51).

Uzyskano wyniki wskazujące, że składniki korzenia *R. crispus*, takie jak: emodyna, chryzofanol i fiscjon, mogą być skuteczne w osteoporozie. Pod wpływem tych związków następowało zwiększenie różnicowania osteoblastów i zmniejszenie przekształcania się osteoklastów na drodze aktywacji ścieżek Runx-2 i RANKL (ang. *receptor activator for nuclear factor κ B ligand*) (52).

Aktywność antymalaryczną wobec wrażliwych (3D7) i opornych (S20) na chlorochinę szczepów *P. falciparum* wykazano dla nepodyny otrzymanej z wyciągu etanolowego *R. crispus* (53).

Działanie i zastosowanie korzenia kobyłaka

Korzeń kobyłaka jest stosowany jako łagodny środek przeciwbiegunkowy, szczególnie zalecany dla dzieci. Jego właściwości wynikają z obecności garbników, które działają poprzez wiązanie się z białkami na powierzchni błon śluzowych w nierozpuszczalne w wodzie kompleksy białkowo-garbnikowe, co prowadzi do zmiany struktury śluzówki jelit i efektu ściągającego. Powstała cienka warstwa chroni przed czynnikami drażniącymi, osłabia sekrecję błony śluzowej, upośledza resorpcję toksyn bakteryjnych i metabolitów z przewodu pokarmowego, utrudnia przenikanie wody do światła jelit, hamuje rozrzedzanie treści jelitowej, co wpływa na zmniejszenie nasilenia lub hamowanie biegunki. Ponadto taniny mogą spowalniać motorykę jelit, wpływając na wewnątrzkomórkowe poziomy wapnia.

Garbniki oddziałują także na zmniejszenie odczynów zapalnych przez obkurczenie drobnych naczyń krwionośnych oraz wpływ na komórki nabłonka. Ponadto pod ich wpływem zostaje zahamowany rozwój drobnoustrojów patogennych (1).

Gatunki z rodzaju *Rumex* zawierają także antrachinony, które stymulują perystaltykę jelit, zwiększają produkcję śluzu i wydzielanie wody do światła jelita. W zależności od ilości i proporcji, w jakich występują garbniki i antrazwiązki, a także od stosowanych dawek dany surowiec przejawia odpowiedni profil działania (1). W aktywności przeciwbiegunkowej zwracają uwagę korzenie szczawiu lancetowatego, które cechuje wysoka zawartość garbników i niska antrazwiązków.

W medycynie tradycyjnej szczawie stosowane są też jako środki łagodzące choroby skóry, takie jak: egzema, łuszczyca, owrzodzenia i drobne rany, ze względu na właściwości antyoksydacyjne, przeciwzapalne i przeciwdrobnoustrojowe (7).

Działania uboczne

Działania uboczne gatunków z rodzaju *Rumex* spp. wynikają z obecności w nich kwasu szczawowego. Rozpuszczalne szczawiany, w tym kwas szczawowy, mogą wiązać wapń i magnez. Powodują hipokalcemię i uszkodzenie nerek. U osób z kamicią nerkową (zwłaszcza szczawianowo-wapniową) przyjmowanie szczawiu w dużych ilościach nie jest zalecane (54). Opisano przypadek hipokalcemii u owiec po spożyciu *R. crispus* (55), a spożycie surowca zawierającego od 6,6% do 11,1% kwasu szczawowego może doprowadzić do ostrego zatrucia (56).

Cel pracy

Celem pracy była analiza składników olejku lotnego otrzymanego z handlowego korzenia szczawiu lancetowatego (*R. hydrolapathum* Huds.).

Materiał i metody

Materiał roślinny

Materiał stanowił wysuszony korzeń *Rumicis hydrolapathi* zakupiony w Zakładzie Konfekcjonowania Ziół Flos Elżbieta i Jan Głęb sp. j. Mokrsko, Polska w 2017 roku.

Otrzymywanie olejku

Olejek eteryczny otrzymano metodą hydrodestylacji w aparacie Clevengera. W tym celu do 30 g surowca dodano 500 ml wody oraz 0,5 ml ksyleny, a mieszaninę poddano trzygodzinnej destylacji z parą wodną (57).

Analiza GC-MS

Identyfikację związków obecnych w oleju eterycznym przeprowadzono za pomocą aparatu Varian 4000 GC – MS wyposażonego w kolumnę krzemionkową Varian VF-5 ms (30 mm × 0,25 mm × 0,39 mm, nr

CP8944). Gazem nośnym był hel przy prędkości przepływu 1,0 ml/min i współczynnika podziału równym 1:50. Temperaturę pieca podniesiono z 40°C do 280°C z szybkością 10°C/min. Temperaturę wtryskiwaczy utrzymywano na poziomie 220°C. Temperatury detektora były następujące: pułapka jonowa 220°C, kolektor 50°C i linia przesyłowa 280°C.

Związki zidentyfikowano przez porównanie ich czasu retencji i widm masowych EI (70 eV) ze standardami z NIST Mass Spectra Library. Dane półilościowe uzyskano ze względnych wartości procentowych powierzchni pików. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki i dyskusja wyników

Z handlowego *Rumicis hydrolapathi radix* metodą destylacji z parą wodną otrzymano 3,03 ml/kg olejku. Metodą GC/MS w olejku wykryto obecność 45 związków, spośród których zidentyfikowano 43.

Głównymi składnikami olejku okazały się kwasy tłuszczowe: kwas linolowy (50,38%) i kwas palmitynowy (25,99%). W mniejszej ilości (w sumie ok. 7,7%) występowały inne kwasy tłuszczowe i ich pochodne, takie jak: kwas oleinowy (2,05%), kwas α -linolenowy (1,07%), alkohol kwasu linolenowego (3,30%), estry

Tab. 1. Składniki olejku eterycznego z korzenia szczawiu lancetowatego *Rumicis hydrolapathi radix*

| Lp. | Czas retencji [min] | Związki | Masa cząsteczkowa [m/z] | Wzór sumaryczny | Zawartość [%] | Indeks retencji Kovatsa |
|-----|---------------------|--|-------------------------|---|---------------|-------------------------|
| 1 | 11,037 | spiro[2.4]hepta-4,6-dien | 92 | C ₇ H ₈ | 0,636 | 1012 |
| 2 | 12,036 | bicyklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol | 120 | C ₈ H ₈ O | 0,147 | 1040 |
| 3 | 15,309 | menton | 154 | C ₁₀ H ₁₈ O | 0,189 | 1122 |
| 4 | 16,138 | mentol | 156 | C ₁₀ H ₂₀ O | 0,397 | 1145 |
| 5 | 20,023 | anetol | 148 | C ₁₀ H ₁₂ O | 0,465 | 1251 |
| 6 | 20,205 | karwakrol | 150 | C ₁₀ H ₁₄ O | 0,217 | 1256 |
| 7 | 22,768 | 7-bicyklo[4.1.0]hepta-7-ylideno-bicyklo[4.1.0] heptan | 188 | C ₁₄ H ₂₀ | 0,135 | 1329 |
| 8 | 23,888 | 2,4,5,6,7,8-heksahydro-1,4,9,9-tetrametylo-3H-3a β ,7-metanoazulen (cyperen) | 204 | C ₁₅ H ₂₄ | 0,232 | 1363 |
| 9 | 26,277 | kwas 1-(3,3-dimetylo-1-ylo)-2,2-dimetylocyklopropeno-3-karboksylowy | 192 | C ₁₂ H ₁₆ O ₂ | 0,099 | 1437 |
| 10 | 26,591 | 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahydro-4a,8-dimetylo-2-(1-metyloetenilo)-naftalen (α -selinen, eudesma-3,11-dien) | 204 | C ₁₅ H ₂₄ | 0,205 | 1447 |
| 11 | 26,803 | alloalomadendren | 204 | C ₁₅ H ₂₄ | 0,086 | 1454 |
| 12 | 28,346 | 4-etenilo- $\alpha,\alpha,4$ -trimetylo-3-(1-metyloetenilo)-cykloheksanometanol (elemol) | 222 | C ₁₅ H ₂₆ O | 0,086 | 1502 |
| 13 | 29,381 | tlenek kariofilenu | 220 | C ₁₅ H ₂₄ O | 0,087 | 1539 |
| 14 | 29,848 | 3-(bromometylo)-cykloheksen | 174 | C ₇ H ₁₁ Br | 0,110 | 1555 |
| 15 | 30,010 | ester metylowy kwasu 5,11,14,17-eikozatetraenowego | 318 | C ₂₁ H ₃₄ O ₂ | 0,089 | 1560 |
| 16 | 30,202 | azaron | 208 | C ₁₂ H ₁₆ O ₃ | 0,068 | 1566 |
| 17 | 30,303 | tlenek ledenu | 220 | C ₁₅ H ₂₄ O | 0,119 | 1570 |
| 18 | 30,536 | 3,5,6,7,8,8a-heksahydro-4,8a-dimetylo-6-(1-metyloetenilo)-2(1H)naftalenon | 281 | C ₁₅ H ₂₂ O | 0,109 | 1578 |
| 19 | 30,797 | γ -eudesmol (selinenol) | 222 | C ₁₅ H ₂₆ O | 0,646 | 1586 |
| 20 | 31,028 | 1,2,3,5,6,7,8,8a-oktahydro-1,8a-dimetylo-7-(1-metyloetenilo)-naftalen (eremofilen) | 204 | C ₁₅ H ₂₄ | 0,094 | 1594 |
| 21 | 31,470 | dekahydro- $\alpha,\alpha,4$ -trimetylo-8-metyleno-2-naftylometanol(β -eudesmol, β -selinenol) | 222 | C ₁₅ H ₂₆ O | 5,472 | 1609 |
| 22 | 31,636 | alkohol 9,12,15-oktadekatrieno-1-olowy (linolenowy) | 264 | C ₁₈ H ₃₂ O | 3,293 | 1615 |
| 23 | 31,883 | 3-butylideno-1(3H)-izobenzofuranon | 188 | C ₁₂ H ₁₂ O ₂ | 0,794 | 1625 |
| 24 | 32,359 | 1,7-dimetylo-4-(1-metyloetylo)-spiro[4.5]dec-6-en-8-on (1,4-trans-1,7-cis-akorenon) | 220 | C ₁₅ H ₂₄ O | 0,164 | 1642 |
| 25 | 32,642 | 2,2,7,7-tetrametylotricyklo [6.2.1.0(1,6)]undec-4-en-3-on | 218 | C ₁₅ H ₂₂ O | 0,288 | 1652 |
| 26 | 32,855 | 1,2,3,4-tetrahydro-3-O-metylo-papawerolin(a) | 301 | C ₁₇ H ₁₉ NO ₄ | 0,124 | 1660 |
| 27 | 32,955 | 1,5-dimetylo-3-hydroksy-8-(1-metyleno-2-hydroksyetylo-1-bicyklo[4.4.0]dec-5-en | 236 | C ₁₅ H ₂₄ O ₂ | 0,379 | 1663 |

| | | | | | | |
|----|--------|--|-----|--|--------|------|
| 28 | 33,359 | niezidentyfikowany* | 192 | C ₁₃ H ₈ N ₂ | 1,359 | 1677 |
| 29 | 33,497 | 5,9,9-trimetylospiro[3.6]deka-5,7-dien-1-on | 190 | C ₁₃ H ₁₆ O | 0,751 | 1682 |
| 30 | 34,096 | 8-okso-9H-cykloizolongifolen | 218 | C ₁₅ H ₂₂ O | 0,247 | 1703 |
| 31 | 34,874 | fenantren | 178 | C ₁₄ H ₁₀ | 0,244 | 1734 |
| 32 | 34,965 | 9,10-dehydro-izolongifolen | 202 | C ₁₅ H ₂₂ | 0,066 | 1737 |
| 33 | 36,168 | 1,7-dimetylo-4 α -izopropenylo-bicyklo[4.4.0]dec-6-en-9 β -ol | 262 | C ₁₇ H ₂₆ O ₂ | 0,115 | 1782 |
| 34 | 37,724 | 2-nitro-3-(1-cyklooktenylo)-1-propen | 195 | C ₁₁ H ₁₇ NO ₂ | 0,587 | 1844 |
| 35 | 37,823 | chlorek (Z,Z)-9,12-oktadekadienoylu (chlorek kwasu linolowego) | 298 | C ₁₈ H ₃₁ ClO | 0,300 | 1847 |
| 36 | 37,945 | eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olid | 232 | C ₁₅ H ₂₀ O ₂ | 0,146 | 1852 |
| 37 | 38,037 | 6,6-dimetylo-bicyklo[3.1.1]hept-2-eno-2-metanol (2-pinen-10-ol, mirtenol) | 152 | C ₁₀ H ₁₆ O | 0,210 | 1856 |
| 38 | 38,358 | ester metylowy kwasu 14-metylopentadekanowego | 270 | C ₁₇ H ₃₄ O ₂ | 0,329 | 1869 |
| 39 | 38,680 | niezidentyfikowany* | 305 | C ₁₁ H ₂₀ N ₃ O ₃ PS | 0,166 | 1881 |
| 40 | 38,910 | kwas oleinowy | 282 | C ₁₈ H ₃₄ O ₂ | 2,046 | 1890 |
| 41 | 39,637 | kwas palmitynowy | 256 | C ₁₆ H ₃₂ O ₂ | 25,987 | 1920 |
| 42 | 41,838 | kwas (Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatrienowy (kwas α -linolenowy) | 278 | C ₁₈ H ₃₀ O ₂ | 1,071 | 2012 |
| 43 | 42,269 | ester metylowy kwasu 9,12-oktadekadienowego (linolowego) | 294 | C ₁₉ H ₃₄ O ₂ | 0,737 | 2031 |
| 44 | 42,418 | ester metylowy kwasu 6-oktadekaenowego (petroselinowego) | 296 | C ₁₉ H ₃₆ O ₂ | 0,528 | 2038 |
| 45 | 43,507 | kwas linolowy | 280 | C ₁₈ H ₃₂ O ₂ | 50,381 | 2085 |

*związki o zawartości poniżej 0,1% nie były identyfikowane

metylowe kwasu linolowego (0,74%) oraz kwasu petroselinowego (0,53%) i inne. Sumaryczna zawartość pochodnych eudesmanu w olejku wynosiła ok. 7,5%, którą stanowiły: β -eudesmol (β -selinenol) (5,47%), γ -eudesmol (selinenol) (0,65%), α -selinen (0,20%) i eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olid (0,146%). Pozostałe składniki to występujące w ilości 0,2-0,6% związki terpenowe i izopropanoidowe, m.in.: menton, mentol, anetol, karwakrol, cyperen, tlenek węgla, mirtenol, izolongifolen i jego pochodna, a także pochodne naftalenu oraz obecne poniżej 0,2% związki z różnych grup chemicznych.

Jest to pierwsze doniesienie na temat składników olejku lotnego obecnego w korzeniu *R. hydrolapathum*. Składniki olejku mogą wpływać na stan skóry, co może wyjaśniać tradycyjne zastosowanie surowca w dermatozach. Skóra jest największym organem w ludzkim ciele. Pełni ona funkcję ochronną przed uszkodzeniami wywołanymi przez substancje obce, utrzymując w ten sposób stabilność środowiska wewnętrznego i zewnętrznego człowieka. Potencjał leczniczy olejku z korzenia szczawiu lancetowatego determinują główne składniki olejku, mianowicie kwasy tłuszczowe: kwas linolowy i kwas palmitynowy, jak również obecne w mniejszej ilości kwas oleinowy i kwas α -linolenowy oraz pochodne kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe odgrywają w organizmie

ludzkim niezastąpioną rolę: uzupełniają warstwę lipidową w składniki naturalnie występujące w skórze, a także zmniejszają proliferację i migrację komórek śródbłonna oraz formowanie się kapilar pod wpływem czynnika wzrostu śródbłonna naczyń (ang. *vascular endothelial growth factor* – VEGF), które w istotnym stopniu przyczyniają się do rozwoju zmian zapalnych. Mogą też inicjować reakcje immunologiczne. Pomocne w łagodzeniu chorób skóry może być ich działanie regenerujące i osłaniające nadmiernie proliferujący naskórek, dzięki czemu odgrywają ważną rolę w utrzymaniu zdrowia skóry (58).

Nieprawidłowości w metabolizmie kwasu linolowego sprzyjają rozwojowi różnych dermatoz, głównie trądziku pospolitego, atopowego zapalenia skóry i łuszczycy. Stosowanie kwasu linolowego na skórę dotyczy korzystnego wpływu na: uszczelnianie bariery naskórkowej, gojenie się ran, rozjaśnianie przebarwień skórnych, fotoprotekcję i działanie przeciwzapalne, a poprzez uczestniczenie w mechanizmach prowadzących do uwalniania czynników wzrostu, m.in. transformującego czynnika wzrostu β (ang. *transforming growth factor* β – TGF- β) na porost włosów (59). U pacjentów z łagodną formą trądziku po miesiącu aplikacji na skórę żelu zawierającego 2,5% kwasu linolowego zmniejszył się rozmiar mikrozaskórników o ok. 25% (60). Znaczny udział lipidów, m.in.

kwasów: linolowego, palmitynowego i oleinowego w utrzymaniu prawidłowej struktury i funkcji bariery naskórkowej wynika z regulowania aktywności keratynocytów, zdolności penetrowania do skóry właściwej i oddziaływania z makrofagami i sebocytami (61). W badaniu *in vitro* potwierdzono kluczową rolę kwasu palmitynowego w morfogenezie i różnicowaniu bariery naskórkowej (62).

W olejku obecne są też pochodne naftalenu. W piśmiennictwie opisano skuteczność terapii naftalenem u pacjentów z łuszczycą, która przynosiła zadowalającą, trwającą wiele miesięcy remisję u ponad 70% leczonych, a także u pacjentów z atopowym zapaleniem skóry ze względu na działanie przeciwzapalne i antyproliferacyjne naftalenu (58).

Wart odnotowania jest potencjał antyoksydacyjny, przeciwzapalny i dermoprotekcyjny β -eudesmolu, którego zawartość w badanym przez nas olejku wynosiła 5,47%. Działanie antyoksydacyjne tego składnika przejawia się poprawą zdolności wychwytywania wolnych rodników (DPPH), a także wzrostem poziomu glutationu oraz ekspresji genów kodujących enzymy antyoksydacyjne: dysmutazę nadtlenkową i katalazę. Korzystny wpływ na hamowanie przebiegu procesu zapalnego i starzenia się skóry był związany z wyłączeniem ścieżki sygnalizacyjnej jądrowego czynnika transkrypcyjnego (NF- κ B), która odgrywa kluczową rolę w obu tych procesach. Zauważono, że wraz ze wzrostem stężenia β -eudesmolu w ludzkich fibroblastach skóry malała aktywność NF- κ B i ekspresja genów dla czynników związanych ze stanem zapalnym: IL-1 β oraz czynnika martwicy nowotworów (TNF- α). W wyniku hamowania aktywności transkrypcyjnej NF- κ B nasilała się również ekspresja genu dla kolagenu typu α 1 i tkankowego inhibitora metaloproteiny 1 (TIMP-1), natomiast malała dla metaloproteiny 1 (MMP-1), co w konsekwencji przyczyniało się do stabilizacji struktury macierzy zewnątrzkomórkowej i działania regulującego proces starzenia (63). W badaniach *in vitro* β -eudesmol hamował proliferację i migrację komórek śródbłonna różnego pochodzenia komórek śródbłonna różnego pochodzenia (HDMEC [ang. *human dermal microvascular endothelial cells*], HUVEC i PBMEC) oraz tworzenie nowych naczyń także z komórek endotelialnych stymulowanych przez VEGF (ang. *vascular endothelial growth factor*) i zasadowy czynnik wzrostu fibroblastów (bFGF). U zwierząt doświadczalnych (myszy) wykazano natomiast efekt hamujący angiogenezę w podskórnie wszczepionym macierzy i ziarniniaku (64). Wyniki badań wskazują na to, że aktywność antyangiogenna β -eudesmolu przynajmniej częściowo powiązana jest z hamowaniem aktywacji ścieżki sygnalizacyjnej:

ERK-MAPK i blokowaniem fosforylacji białka CREB (białka wiążącego element odpowiedzi C-AMP) uczestniczących w regulacji ekspresji genów (65).

Spośród terpenów obecnych w badanym przez nas olejku aktywnością biologiczną charakteryzują się m.in. anetol i karwakrol. Anetol zmniejszał aktywację cytokin prozapalnych, m.in.: IL-1 β , IL-2, IL-6 i TNF- α , a także hamował melanogenezę wywołaną promieniowaniem UV. W hodowanych fibroblastach ludzkich pozytywnie wpływał na zawartość kolagenu, glikozaminoglikanów i MMP-2, których ilość zmienia się w trakcie starzenia skóry, głównie pod wpływem wolnych rodników i w przebiegu różnych dermatoz. Również w badaniach na myszach zaobserwowano zwiększenie liczby fibroblastów i włókien kolagenowych, a także przyspieszone gojenie się ran. Podobnie karwakrol charakteryzuje się działaniem przeciwzapalnym: hamuje markery stanu zapalnego (VCAM-1 i ICAM-1) i ekspresję czynników prozapalnych (TNF- α , IL-1 β , IL-6 i NF- κ B), a także przeciwrodnikowym zmniejszając aktywność dysmutazy ponadtlenkowej i peroksydazy glutationowej. Posiada korzystny wpływ na kolagen I i III oraz czynniki uczestniczące w przebudowie macierzy zewnątrzkomórkowej: MMP-1, TIMP-1 i TIMP-2. W komórkach gruczołakoraka płuc A549 karwakrol w postaci nanoemulsji o/w obniżał ekspresję białek przyczyniających się do rozwoju stanu zapalnego i angiogenezy: VEGF, COX-2, CD31 i MAPK. W ludzkich komórkach mezenchymalnych sprzyjał gojeniu się ran: reepitelizacji, ziarninowaniu, odkładaniu się kolagenu, fibroblastów i keratynocytów (66).

Terpeny oprócz aktywności biologicznej charakteryzują się także wpływem na penetrację składników obecnych w preparatach podawanych na skórę. Zwiększona przepuszczalność związków występujących zarówno w formie cząsteczkowej, jak i zjonizowanej jest następstwem zmian w układzie hydrolipidowym warstwy rogowej naskórka, głównie w miejscach występowania cholesterolu, wynikających ze zmniejszenia przez terpeny energii barierowej przenikających substancji (67).

Podsumowując, można stwierdzić, że składniki wykryte w analizowanym przez nas olejku z korzenia szczawiu lancetowatego *R. hydrolapathum* charakteryzują się aktywnością biologiczną o udowodnionym doświadczalnie działaniu. W badaniach *in vitro* i *in vivo* wykazano ich działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne, antyangiogenne i dermoprotekcyjne, które mogą przyczyniać się do łagodzenia objawów występujących w chorobach skóry i współodpowiadać za tradycyjne stosowanie korzenia szczawiu lancetowatego w miejscowym leczeniu dermatoz.

Piśmiennictwo

- Wegiera M, Smolarz HD. Właściwości lecznicze szczawii (*Rumex* sp. L.). Post Fitoter 2005; 3-4:98-102.
- Wegiera M, Smolarz HD, Wilanowska D i wsp. Anthracene derivatives in some species of *Rumex* L. genus. Acta Soc Botanic Pol 2007; 26(2):103-8.
- Łuczaj Ł, Szymański WM. Wild vascular plants gathered for consumption in the Polish countryside: a review. J Ethnobiol Ethnomed 2007; 15:3-17.
- Miłkowska K, Bazyłko A, Strzelecka H. Korzeń Kobylaka (*Radix Lapathi*) jako surowiec leczniczy. Herba Pol 1997; 43(1):26-9.
- Li J-J, Li Y-X, Li N i wsp. The genus *Rumex* (*Polygonaceae*): an ethnobotanical, phytochemical and pharmacological review. Nat Prod Bioprospect 2022; 12:21-9.
- Yang Y, Yan YM, Wei W i wsp. Anthraquinone derivatives from *Rumex* plants and endophytic *Aspergillus fumigatus* and their effects on diabetic nephropathy. Bioorg Med Chem Lett 2013; 23(13):3905-9.
- Vasas A, Orbán-Gyapai O, Hohmann J. The Genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. J Ethnopharmacol 2015;175:198-228.
- Demirezer O, Kuruüzüm A, Bergere I i wsp. Five naphthalene glycosides from the roots of *Rumex patientia*. Phytochem 2001a; 56(4):399-402.
- Spencer P, Sivakumaran S, Fraser K i wsp. Isolation and characterisation of procyanidins from *Rumex obtusifolius*. Phytochem Anal 2007; 18(3):193-203.
- Bicker J, Petereit F, Hensel A. Proanthocyanidins and a phloroglucinol derivative from *Rumex acetosa* L. Fitoterapia 2009; 80(8):483-95.
- Kuruüzüm A, Demirezer LO, Bergere I i wsp. Two new chlorinated naphthalene glycosides from *Rumex patientia*. J Nat Prod 2001; 64(5):688-90.
- Watanabe M, Miyagi A, Nagano M i wsp. Characterization of glucosylceramides in the *Polygonaceae*, *Rumex obtusifolius* L. injurious weed. Biosci Biotechnol Biochem 2011; 75(5):877-81.
- Idris OA, Wintola OA, Afolayan AJ. Comparison of the proximate composition, vitamins (ascorbic acid, α -tocopherol and retinol), anti-nutrients (phytate and oxalate) and the GC-MS analysis of the essential oil of the root and leaf of *Rumex crispus* L. Plants 2019; 8(3):51.
- Yildirim A, Mavi A, Kara AA. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. J Agric Food Chem 2001; 49(8):4083-9.
- Suh HJ, Lee KS, Kim SR i wsp. Determination of singlet oxygen quenching and protection of biological systems by various extracts from seed of *Rumex crispus* L. J Photochem Photobiol B 2011; 102(2):102-7.
- Shiwani S, Singh NK, Wang MH. Carbohydrase inhibition and anti-cancerous and free radical scavenging properties along with DNA and protein protection ability of methanolic root extracts of *Rumex crispus*. Nutr Res Pract 2012; 6(5):389-95.
- Shafiq N, Saleem M, Kousar S i wsp. Investigation of genus *Rumex* for their biologically active constituents. RJLBPCS 2017; 2(6):149-65.
- Maksimović Z, Kovacević N, Lakusić B i wsp. Antioxidant activity of yellow dock (*Rumex crispus* L., *Polygonaceae*) fruit extract. Phytother Res 2011; 25(1):101-5.
- Eom T, Kim E, Kim JS. *In vitro* antioxidant, antiinflammation, and anticancer activities and anthraquinone content from *Rumex crispus* root extract and fractions. Antioxidants 2020, 10;9(8):726.
- Ozenver N, Guvenalp Z, Kuruuzum-Uz A i wsp. Inhibitory potential on key enzymes relevant to type II diabetes mellitus and antioxidant properties of the various extracts and phytochemical constituents from *Rumex acetosella* L. J Food Biochem 2020; 44(10):e13415.
- Wang JF, Wang JX, Xu YZ i wsp. Extraction technology of total phenols from *Rumex acetosa* L. and its scavenging activity to DPPH free radicals. Medicinal Plant 2015; 6:51-5.
- Cetinkaya O, Silig Y, Cetinkaya S i wsp. The effects of *Rumex patientia* extract on rat liver and erythrocyte antioxidant enzyme system. Pharmazie 2002; 57(7):487-8.
- Lone IA, Kaur G, Athar M i wsp. Protective effect of *Rumex patientia* (English Spinach) roots on ferric nitrotriacetate (Fe-NTA) induced hepatic oxidative stress and tumor promotion response. Food Chem Toxicol 2007; 45(10):1821-9.
- Ceylan S, Cetin S, Camadan Y i wsp. Antibacterial and antioxidant activities of traditional medicinal plants from the Erzurum region of Turkey. Ir J Med Sci 2019; 188(4):1303-9.
- Nazari H, Bakhshandeh N, Gholami M i wsp. Anti-candida activities and GC Mass analysis of seeds hydroalcoholic extract of *Rumex obtusifolius*. Jundishapur J Microbiol 2017; 10(7):e13733.
- Wegiera M, Grabarczyk P, Baraniak B i wsp. Antiradical properties of extracts from roots, leaves and fruits of six *Rumex* L. species. Acta Biol Cracov Bot 2011; 53(1):125-31.
- Antoniak K, Studzińska-Sroka E, Szymański M i wsp. Antiangiogenic, anti-inflammatory and antioxidant properties of *Bidens tripartite* herb, *Galium verum* herb and *Rumex hydrolapathum* root. Molecules 2023; 28(13):4966.
- Orbán-Gyapai O, Liktor-Busa E, Kúsz N i wsp. Antibacterial screening of *Rumex* species native to the Carpathian Basin and bioactivity-guided isolation of compounds from *Rumex aquaticus*. Fitoterapia 2017; 118:101-6.
- Ulukanli Z, Ulukanli S, Ozbay H i wsp. Antimicrobial activities of some plants from the Eastern Anatolia region of Turkey. Pharm Biol 2005; 43(4):334-9.
- Kosikowska U, Wegiera M, Smolarz HD i wsp. Screening of antifungal activity of *Rumex* L. species. Annales UMCS 2011; 24(4):99-104.
- Wegiera M, Kosikowska U, Malm A i wsp. Antimicrobial activity of the extracts from fruits of *Rumex* L. species. Cent Eur J Biol 2011a; 6(6):1036-43.
- Bineshian F, Bakhshandeh N, Freidounian M i wsp. Anti-Candida and antioxidant activities of hydroalcoholic extract of *Rumex obtusifolius* leaves. Pak J Pharm Sci 2019; 32(3):919-26.
- Bicker J, Petereit F, Hensel A. Proanthocyanidins and a phloroglucinol derivative from *Rumex acetosa* L. Fitoterapia 2009; 80(8):483-95.
- Süleyman H, Demirezer LO, Kuruüzüm A i wsp. Antiinflammatory effect of the aqueous extract from *Rumex patientia* L. roots. J Ethnopharmacol 1999; 65(2):141-8.
- Süleyman H, Demirezer LO, Kuruüzüm-Uz A. Analgesic and antipyretic activities of *Rumex patientia* extract on mice and rabbits. Pharmazie 2001; 56(10):815-7.
- Süleyman H, Demirezer LO, Kuruüzüm A i wsp. Effect of the aqueous extract of *Rumex patientia* on xylol and hyaluronidase induced capillary permeability compared to indomethacin. Pharmazie 2001a; 56(1):92-3.
- Süleyman H, Demirezer LO, Kuruüzüm-Uz A i wsp. Gastroprotective and antiulcerogenic effects of *Rumex patientia* L. extract. Pharmazie 2002; 57(3):204-5.

38. Süleyman H, Demirezer LO, Kuruüzüm-Uz A. Effects of *Rumex patientia* root extract on indomethacine and ethanol induced gastric damage in rats. *Pharmazie* 2004; 59(2):147-9.
39. Gürbüz I, Ozkan AM, Yesilada E i wsp. Anti-ulcerogenic activity of some plants used in folk medicine of Pinarbasi (Kayseri, Turkey). *J Ethnopharmacol* 2005; 101(1-3):313-8.
40. Aghajanyan A, Nikoyan A, Trchounian A. Biochemical activity and hypoglycemic effects of *Rumex obtusifolius* L. Seeds used in armenian traditional medicine. *Biomed Res Int* 2018; 2018:4526352.
41. Degirmenci I, Ustuner MC, Kalender Y i wsp. The effects of acarbose and *Rumex patientia* L. on ultrastructural and biochemical changes of pancreatic B cells in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacol* 2005; 97(3):555-9.
42. Ha BG, Yonezawa T, Son MJ i wsp. Antidiabetic effect of nepodin, a component of *Rumex* roots, and its modes of action in vitro and in vivo *Biofactors* 2014; 40(4):436-47.
43. Sedaghat R, Roghani M, Ahmadi M i wsp. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effect of *Rumex patientia* seed preparation in streptozotocin-diabetic rats. *Pathophysiology* 2011; 18(2):111-5.
44. Lajter I, Zupkó I, Molnár J i wsp. Antiproliferative activity of polygonaceae species from the Carpathian Basin against human cancer cell lines. *Phytother Res* 2013; 27(1):77-85.
45. Wegiera M, Smolarz HD, Bogucka-Kocka A. *Rumex* L. species induce apoptosis in 1301, EOL-1 and H-9 cell lines. *Acta Pol Pharm* 2012; 69(3):487-99.
46. Lee NJ, Choi JH, Koo BS i wsp. 2005. Antimutagenicity and cytotoxicity of the constituents from the aerial parts of *Rumex acetosa*. *Biol Pharm Bull* 2005; 28:2158-61.
47. Han NR, Kim HY, Kang S i wsp. Chrysophanol, an anthraquinone from AST2017-01, possesses the anti-proliferative effect through increasing p53 protein levels in human mast cells. *Inflamm Res* 2019; 68:569.
48. Xue CL, Liu HG, Li BY i wsp. Phycion 8-O- β -glucopyranoside exhibits anti-growth and anti-metastatic activities in ovarian cancer by downregulating miR-25. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2019; 23(12):5101-12.
49. Rouf AS, Islam M, Rahman M. Evaluation of anti-diarrhoeal activity *Rumex maritimus* Root. *J Ethnopharmacol* 2003; 84(2-3):307-10.
50. Asad M, Getachew A, Ahmad M. Antidiarrheal activity of methanolic extract of *Rumex nervosus*. *J Pharm Res* 2004; 4:67-9.
51. Bharti SP, Sachan N, Chandra P i wsp. Evaluation of Anti-diarrhoeal activity of extract from roots of *Rumex hastatus* (Family: Polygonaceae) on experimental animals. *J Appl Pharm Sci* 2011; 01(06):182-5.
52. Shim KS, Lee B, Ma JY. Water extract of *Rumex crispus* prevents bone loss by inhibiting osteoclastogenesis and inducing osteoblast mineralization. *BMC Complement Altern Med* 2017; 17(1):483.
53. Lee KH, Rhee KH. Antimalarial activity of nepodin isolated from *Rumex crispus*. *Arch Pharm Res* 2013; 36(4):430-5.
54. Siener R, Ebert D, Nicolay C i wsp. Dietary risk factors for hyperoxaluria in calcium oxalate stone formers *Kidney Int* 2003; 63(3):1037-43.
55. Laan T T, Spoorenberg J F, van der Kolk J H. Hypocalcemia in a four-week-old foal. *Tijdschr Diergeneesk* 2000; 125(6):185-7.
56. Panciera RJ, Martin T, Burrows GE i wsp. Acute oxalate poisoning attributable to ingestion of curly dock (*Rumex crispus*) in sheep. *J Am Vet Med Assoc* 1990; 196(12):1981-4.
57. Farmakopea Polska XI. Urząd Rejestracji Leków, Warszawa, 2017.
58. Yang Manli BS, Zhou Mingyue BS, Jia Yan i wsp. A review of fatty acids influencing skin condition *J Cosmet Dermatol* 2020; 00:1-6.
59. Wang X, Jia, Y, He H. The role of linoleic acid in skin and hair health: A review. *Int J Mol Sci* 2024; 26:246.
60. Letawe C, Boone M, Piérard GE. Digital image analysis of the effect of topically applied linoleic acid on acne microcomedones. *Clin Exp Dermatol* 1998; 23(2):56-8.
61. Kovács D, Camera E, Póliska S i wsp. Linoleic acid induced changes in SZ95 sebocytes-comparison with palmitic acid and arachidonic acid. *Nutrients* 2023; 15:3315.
62. Mieremet A, Helder R, Nadaban A i wsp. Contribution of Palmitic Acid to Epidermal Morphogenesis and Lipid Barrier Formation in Human Skin Equivalents. *Int J Mol Sci* 2019; 2,20(23):6069.
63. Kim KY. Anti-inflammatory and ECM gene expression modulations of β -eudesmol via NF- κ B signaling pathway in normal human dermal fibroblasts. *Biomed Dermatol* 2018; 2(1):3.
64. Tsuneki H, Ma EL, Kobayashi S i wsp. Antiangiogenic activity of beta-eudesmol *in vitro* and *in vivo*. *Eur J Pharmacol* 2005; 512(2-3):105-15.
65. Ma EL, Tsuneki H, Xiao JF i wsp. Beta-eudesmol suppresses tumour growth through inhibition of tumour neovascularisation and tumour cell proliferation. *J Asian Nat Prod Resear* 2008; 10(1-2):159-67.
66. Antoniak K, Bylka W. Aktywność biologiczna wybranych składników olejków eterycznych. Cz. 1. *Post Fitoter* 2020; 21(1):35-41.
67. Yu X, Liu S, Li Y i wsp. Molecular insights into the penetration enhancement mechanism of terpenes to skin. *J Phys Chem B* 2024; 19;128(50):12507-16.

Konflikt interesów**Conflict of interest**

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 09.04.2025

zaakceptowano/accepted: 30.04.2025

Adres/address:

*dr n. farm. Katarzyna Antoniak
e-mail: antoniakkatarzyna@wp.pl