

*Anna Dzik¹, Magdalena Malinowska², Agnieszka Szopa³, Elżbieta Sikora²

Ekstrakty z szalwii (*Salvia officinalis*) i szalwii zielonej (*Salvia viridis*) jako potencjalne składniki aktywne preparatów kosmetycznych

Extracts from sage (*Salvia officinalis*) and green sage (*Salvia viridis*) as potential active ingredients for cosmetic preparations

¹Katedra Chemii i Technologii Organicznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Szkoła Doktorska PK, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Kierownik Katedry: dr hab. Elżbieta Sikora, prof. PK

²Katedra Chemii i Technologii Organicznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Kierownik Katedry: dr hab. Elżbieta Sikora, prof. PK

³Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. Bożena Muszyńska

SUMMARY

Plant raw materials are a rich source of active compounds, including saponins, mucilages, tannins, polyphenols, and essential oils, which exhibit a wide range of biological activities. Sage has been a well-known and valued raw material for years. Extracts from both common sage (*Salvia officinalis*) and green sage (*Salvia viridis*) are used in cosmetic preparations as a source of biologically active substances.

Due to the presence of polyphenols, terpenes, phenolic glycosides, polysaccharides, and phytosterols they demonstrate anti-inflammatory, antioxidant, and antibacterial properties. This article presents not only the phytochemical composition and cosmetic activity of sage extracts but also highlights modern extraction methods and their application in cosmetic formulations.

Keywords: *Salvia officinalis*, *Salvia viridis*, extracts, bioactive substances, cosmetic activity

STRESZCZENIE

Surowce roślinne stanowią bogate źródło związków aktywnych, m.in.: saponin, śluzów, garbników, polifenoli czy olejków eterycznych, które wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej. Szalwia jest surowcem znanym i cenionym od lat. Zarówno ekstrakty z szalwii lekarskiej (*Salvia officinalis*), jak również z szalwii zielonej (*Salvia viridis*) znajdują zastosowanie w preparatach kosmetycznych jako źródło substancji biologicznie czynnych. Dzięki zawartości związków z grup polifenoli, terpenów, glikozydów fenolowych, polisacharydów, fitosteroli wykazują działanie przeciwzapalne, przeciwutleniające i przeciwbakteryjne. W artykule przedstawiono nie tylko skład fitochemiczny i aktywność kosmetyczną ekstraktów z szalwii, ale zwrócono szczególną uwagę na nowoczesne metody ich pozyskiwania oraz zastosowanie w preparatach kosmetycznych.

Słowa kluczowe: szalwia lekarska, szalwia zielona, ekstrakty, substancje biologicznie aktywne, działanie kosmetyczne

Wstęp

Rodzaj *Salvia* obejmuje wiele gatunków o różnicowanym występowaniu geograficznym i szerokim zakresie zastosowań. Na przykład *Salvia hispanica* L. (chia) pochodzi z Ameryki Środkowej i Południowej i jest szeroko uprawiana ze względu na nasiona bogate w kwasy tłuszczowe omega-3. *Salvia miltiorrhiza* Bunge (szałwia czerwonokorzeniowa lub Danshen) występuje naturalnie w Azji Wschodniej i jest ceniona w tradycyjnej medycynie chińskiej za korzystne działanie na układ sercowo-naczyniowy. *Salvia sclarea* L. (szałwia muskatołowa) występuje w regionie Morza Śródziemnego i jest ceniona ze względu na olejek eteryczny, który znajduje zastosowanie w aromaterapii i perfumerii. *Salvia officinalis* L. (szałwia lekarska) pochodzi z rejonu Morza Śródziemnego i jest szeroko znana z zastosowań leczniczych i kulinarnych, natomiast *Salvia viridis* L. (szałwia zielona) jest ceniona głównie jako roślina ozdobna, choć czasami znajduje zastosowanie w medycynie ludowej.

Niniejszy artykuł skupia się szczególnie na *S. officinalis* i *S. viridis*. *S. officinalis* jest oficjalnie wymieniona w Farmakopei Polskiej i Europejskiej jako roślina lecznicza, co podkreśla jej potwierdzony potencjał terapeutyczny. Liście tego gatunku są bogate w związki fenolowe, olejki eteryczne i flawonoidy, które wykazują właściwości przeciwbakteryjne, przeciwutleniające i przeciwzapalne. Dzięki temu stanowi ona obiecujący surowiec w kosmetykach chroniących skórę i wspierających jej regenerację.

Szałwia lekarska od wieków znajduje zastosowanie zarówno w tradycyjnej medycynie, jak i we współczesnej kosmetyce. Jest wartościowym składnikiem preparatów wspomagających leczenie infekcji skórnych i przyspieszających procesy gojenia (1, 2). Badania potwierdzają również, że olejek eteryczny z szalwii skutecznie zwalcza bakterie, takie jak *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*, oraz grzyby, np. *Candida albicans* (3). Ponadto dzięki wysokiej zawartości polifenoli ekstrakty z szalwii mają silne działanie przeciwutleniające, co pomaga w neutralizowaniu wolnych rodników i chroni komórki przed stresem oksydacyjnym, spowalniając procesy starzenia się skóry (4).

Blisko spokrewniona z szalwią lekarską jest szalwia zielona (*S. viridis* L., synonim *Salvia horminum* (L.) Moench) naturalnie występująca w obszarze śródziemnomorskim (5). Choć gatunek ten jest mniej poznany i rzadziej opisywany w literaturze naukowej, jego skład fitochemiczny wskazuje na obecność licznych związków bioaktywnych, takich jak flawonoidy i olejki eteryczne (terpeny, alkohole, estry, fenole, aldehydy, ketony), które mogą wspierać zdrowie skóry oraz

pełnić funkcje ochronne. W niniejszej pracy *S. viridis* została uwzględniona jako jeden z głównych obiektów badań w celu oceny jej potencjału kosmetycznego w porównaniu z dobrze poznaną *S. officinalis*.

Napar z zieleń szalwii, kwiatów i liści wykorzystywano do łagodzenia bólu gardła, leczenia stanów zapalnych, skurczów jelit oraz problemów ginekologicznych, a także jako płukanek na ból dziąseł (5). Olejek eteryczny z szalwii zielonej wykazuje podobne właściwości jak olejki innych gatunków, działając przeciwbakteryjnie i przeciwgrzybiczo (2, 6). W kosmetyce naturalnej wyciągi z *S. viridis*, ze względu na swoje działanie antybakteryjne i przeciwzapalne, są szczególnie cenione w leczeniu stanów zapalnych skóry (2, 7).

Pomimo tego, iż szalwia jest rośliną znaną i stosowaną od tysiącleci, obecny rozwój technologii pozwala na pełniejsze wykorzystanie jej potencjału w nowoczesnych preparatach do stosowania na skórę. Intensywny rozwój technik analitycznych i separacyjnych umożliwia potwierdzenie leczniczego i pielęgnującego działania ekstraktów z szalwii poprzez identyfikację specyficznych związków aktywnych. Co istotne, nowoczesne metody ekstrakcji pozwalają na coraz efektywniejsze pozyskiwanie cennych składników z wyciągów z szalwii, ponadto opracowywane innowacyjne receptury kosmetyczne i systemy nośnikowe umożliwiają skuteczniejsze działanie składników aktywnych.

Niniejsza praca stanowi kompendium najważniejszych informacji związanych z zastosowaniem ekstraktów z szalwii lekarskiej oraz szalwii zielonej w pielęgnacji i ochronie skóry. Uwzględniono zarówno ich skład fitochemiczny, jak i aktywność biologiczną, ze szczególnym naciskiem na właściwości przeciwzapalne, przeciwutleniające i przeciwdrobnoustrojowe. Porównując te dwa gatunki, artykuł ma na celu ocenę ich potencjału jako naturalnych surowców do tworzenia innowacyjnych formułacji kosmetycznych, z uwzględnieniem nowoczesnych metod ekstrakcji oraz możliwości zastosowania w produktach wspierających zdrowie skóry.

Metody pozyskiwania ekstraktów z szalwii

Do pozyskiwania ekstraktów z szalwii stosowane są różne rozpuszczalniki, technologie i parametry procesu, co wpływa na skład i jakość uzyskanych produktów. Tradycyjnie w ekstrakcjach rozpuszczalnikowych najczęściej stosowane są jako eluenty: heksan, chloroform, etanol i metanol. Współcześnie jednak unika się toksycznych rozpuszczalników na rzecz bardziej ekologicznych rozwiązań (8, 9). Metody ekstrakcji stosowane w izolacji związków bioaktywnych obejmują klasyczne podejścia. Stosowane są następujące metody:

ekstrakcja heksanem (ang. *hexane extraction* – HEX), ekstrakcja etanolem (ang. *ethanol extraction* – ETE), hydrodestylacja (ang. *hydrodistillation* – HD), maceracja konwencjonalna (ang. *conventional maceration* – CMC) i ekstrakcja Soxhleta (ang. *soxhlet extraction* – SE), jak również nowoczesne techniki, takie jak: ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym (ang. *supercritical fluid extraction* – SFE), ekstrakcja wspomagana mikrofalami (ang. *microwave-assisted extraction* – MAE), ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami (ang. *ultrasound-assisted extraction* – UAE), ekstrakcja enzymatyczna (ang. *enzyme-assisted extraction* – EAE), ekstrakcja wspomagana polem elektrycznym (ang. *pulsed electric field extraction* – PEF), ekstrakcja micelarna wspomagana mikrofalami (ang. *microwave-assisted micellar extraction* – MME) oraz ekstrakcja w rozpuszczalnikach eutektycznych (ang. *natural deep eutectic solvent extraction* – NADES) i jej wariant ultradźwiękowy (ang. *ultrasound-assisted NADES extraction* – UNADE). Każda z tych metod charakteryzuje się zaletami i ograniczeniami, co pozwala na dostosowanie procesu do rodzaju izolowanych substancji oraz wymagań środowiskowych i jakościowych.

HEX oraz ETE to tradycyjne metody stosowane do izolacji substancji lipofilnych i polifenoli. Mimo że nadal są one używane, coraz częściej ustępują miejsca nowoczesnym, ekologicznym metodom, które zmniejszają obciążenie środowiska i poprawiają jakość otrzymanych ekstraktów (10, 11).

Jedną z takich nowoczesnych metod jest SFE, w której wykorzystuje się np. CO₂ w stanie nadkrytycznym. Ta technika pozwala na wyizolowanie z materiału biologicznego czystych związków, jak np. karnozol, bez ryzyka degradacji termicznej, co jest szczególnie istotne przy pozyskiwaniu wrażliwych substancji bioaktywnych (2, 12, 13).

Kolejną efektywną metodą jest MAE, która stosuje mikrofałę do szybkiego nagrzewania próbki, co znacząco przyspiesza proces i minimalizuje degradację cennych substancji (14, 15).

UAE to przykład nowoczesnej techniki, która wykorzystuje ultradźwięki do rozbijania komórek roślinnych, co zwiększa dostępność związków bioaktywnych i ogranicza ryzyko termicznej degradacji (16, 17).

MME wykorzystuje mikrofałę. Pozwala na szybszą i bardziej efektywną ekstrakcję, jednocześnie zachowując stabilność związków wrażliwych na wysoką temperaturę. Użyte w procesie surfaktanty, takie jak: Triton X-100, Tween 20, Tween 80 czy SDS (ang. *sodium dodecyl sulfate*, dodecylosiarczan sodu), zwiększają skuteczność metody, czyniąc ją ekologiczną poprzez rezygnację ze stosowania toksycznych rozpuszczalników,

równocześnie przyczyniając się do bardziej efektywnego pozyskiwania składników aktywnych (18).

Ekstrakcja w aparacie Clevengera to metoda hydrodestylacji stosowana do izolacji olejków eterycznych i lotnych związków z materiałów roślinnych. Polega na ogrzewaniu wody w kolbie destylacyjnej, gdzie para wodna przenosi lotne związki, które następnie kondensują i oddzielają się od wody w rurce Clevengera. Olejki można łatwo zebrać, a woda jest ponownie wykorzystywana, co zwiększa efektywność procesu. Metoda ta jest ceniona z uwagi na zdolność zachowania stabilności termolabilnych związków i prostotę działania (19, 20).

EAE to nowoczesna metoda, która wykorzystuje enzymy do rozkładania błon komórkowych roślin. Enzymy takie jak celulazy czy proteazy pozwalają na zastosowanie łagodniejszych warunków ekstrakcji. To minimalizuje ryzyko degradacji termolabilnych związków bioaktywnych i poprawia ich biodostępność (17, 21).

PEF polega na zastosowaniu krótkich impulsów elektrycznych, które uszkodzają błony komórkowe, zwiększając efektywność ekstrakcji. Jest szczególnie korzystna przy pozyskiwaniu związków wrażliwych na ciepło, gdyż działa w niskich temperaturach (21).

NADES wykorzystuje ekologiczne i biodegradowalne rozpuszczalniki naturalne, takie jak: chlorek choline, kwas mlekowy, gliceryna, fruktoza, kwas cytrynowy oraz mocznik, które w odpowiednich kombinacjach tworzą skuteczną i bezpieczną alternatywę dla tradycyjnych rozpuszczalników chemicznych. Charakteryzują się one wysoką efektywnością w rozpuszczaniu różnych związków bioaktywnych, co czyni je bezpieczniejszymi dla środowiska alternatywami dla tradycyjnych rozpuszczalników. Niestety przygotowanie niektórych NADES może być skomplikowane, a ich stabilność może zależeć od warunków przechowywania (13, 22, 23). UNADE to nowoczesna technika, która łączy wykorzystanie NADES z ultradźwiękami. Użycie ultradźwięków zwiększa wydajność ekstrakcji poprzez skuteczniejsze rozbijanie ścian komórkowych, co pozwala na lepszą elucję związków bioaktywnych przy jednoczesnym zachowaniu stabilności substancji aktywnych (22).

Poza nowoczesnymi metodami ekstrakcji należy pamiętać, że nadal bardzo popularne są metody tradycyjne, takie jak: HEX, ETE, CMC, HD oraz SE. Metody te, mimo swoich ograniczeń, wciąż znajdują szerokie zastosowanie ze względu na prostotę, niski koszt oraz wieloletnie doświadczenie w ich stosowaniu.

CMC jest jedną z najstarszych metod ekstrakcji. Polega na moczeniu surowca roślinnego w rozpuszczalniku w temperaturze pokojowej. Często stosuje się tu dodatkowo mieszanie mechaniczne, które pomaga w wydobywaniu związków aktywnych, zwłaszcza przy długim czasie kontaktu z rozpuszczalnikiem (23).

SE polega na wielokrotnej ekstrakcji próbki w wysokiej temperaturze przy użyciu świeżego rozpuszczalnika, co zapewnia maksymalny odzysk związków. Wadą SE jest długi czas procesu i ryzyko degradacji termicznej niektórych związków (24, 25).

Wydajność ekstrakcji zależy także od innych parametrów, w tym stopnia rozdrobnienia surowca

oraz temperatury procesu. Odpowiednie rozdrobnienie surowca (od 0,25 mm do 0,425 mm) daje możliwość zwiększenia powierzchni kontaktu z rozpuszczalnikiem, przyspieszając elucję związków (16, 17).

W tabeli 1 zestawiono przegląd najczęściej stosowanych metod wraz z warunkami ekstrakcji szalwii.

Tab. 1. Metody ekstrakcji ziela szalwii oraz ich warunki

Metoda ekstrakcji	Warunki ekstrakcji	Rozpuszczalnik	Temperatura (°C)	Czas ekstrakcji (min)	Piśmiennictwo
SFE	Ciśnienie: 350 bar	Nadkrytyczny CO ₂	50	b/d	(5)
SFE	Ciśnienie: 10-30 MPa	CO ₂	40-60	60-180	(26)
MAC	Maceracja 5 g próbki korzeni	96% EtOH	20	1440	(5)
MAE	Mikrofale: 600 W	96% EtOH	b/d	30	(5)
MAE	Mikrofale: 600 W	50% EtOH	50-90	30-420	(26, 27)
MAE	Mikrofale: 300 W	EtOH, MeOH	60-80	10-20	(28)
SE	Ekstrakcja 20 g surowca	96% EtOH	b/d	360	(5)
SE	Ekstrakcja 50 g surowca	60% EtOH	50-90	180-420	(27, 29)
UEA	Ultradźwięki: 30 kHz, moc 50 W	96% EtOH	30	60	(5)
NADES	Ekstrakcja z chlorku choliny: kwas mlekowy (1:2)	Naturalny głęboko eutektyczny rozpuszczalnik	40-50	60	(10, 12, 15)
UNADE	Ultradźwięki: 700 W	Naturalny głęboko eutektyczny rozpuszczalnik	60	45	(30)
HEX	Ekstrakcja ciecz-ciecz	Heksan	20	180-420	(27, 31)
ETE	Ekstrakcja ciecz-ciecz	EtOH	25	180-420	(8)
UAE	Ultradźwięki: 40 kHz, moc 300 W	MeOH	50-90	180-600	(8, 9)
UAE	Ultradźwięki: implozja pęcherzyków kawitacyjnych	50% EtOH	40	22	(17)
UAE	Ultradźwięki: 40 kHz, moc 300 W	EtOH, H ₂ O	25-50	30-60	(26)
HD	Destylacja w aparacie typu Clevengera	H ₂ O	Zależna od destylacji	Zależna od destylacji	(26, 32)
CMC	Orbitalny shaker	50% MeOH	25	b/d	(10)
EAE	Zastosowanie enzymów rozkładających błony komórkowe	H ₂ O	Zmienna	Zależny od typu enzymu	(33)
EAE	Mieszanie enzymów celulazy i proteazy (1:1 w/w)	H ₂ O	54,3	120	(22)
PEF	Pole elektryczne: pulsacja 100 μs	25% EtOH	22	30	(34)
MME	Mikrofale: 260 W	Genapol X-080	22	7	(23)

b/d – brak danych; CMC (ang. *conventional maceration*) – maceracja konwencjonalna; EAE (ang. *enzyme-assisted extraction*) – ekstrakcja enzymatyczna; ETE (ang. *ethanol extraction*) – ekstrakcja etanolem; HD (ang. *hydrodistillation*) – hydrodestylacja; HEX (ang. *hexane extraction*) – ekstrakcja heksanem; MAC – maceracja; MAE (ang. *microwave-assisted extraction*) – ekstrakcja wspomagana mikrofalami; MME (ang. *microwave-assisted micellar extraction*) – ekstrakcja micelarna wspomagana mikrofalami; NADES (ang. *natural deep eutectic solvent extraction*) – ekstrakcja w rozpuszczalnikach eutektycznych; PEF (ang. *pulsed electric field extraction*) – ekstrakcja wspomagana polem elektrycznym; SE (ang. *soxhlet extraction*) – ekstrakcja Soxhleta; SFE (ang. *supercritical fluid extraction*) – ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym; UAE (ang. *ultrasound-assisted extraction*) – ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami; UNADE (ang. *ultrasound-assisted NADES extraction*) – wariant ultradźwiękowy NADES

Warto wspomnieć również, że oprócz ekstraktów z szalwii wysoki potencjał kosmetyczny wykazuje olejek eteryczny pozyskany z tej rośliny. HD to klasyczna metoda izolacji olejków eterycznych, która w ostatnich latach została udoskonalona poprzez zastosowanie technologii mikrofalowej. Użycie mikrofal w tym procesie przyspiesza ekstrakcję, zwiększając jej wydajność i redukując ryzyko utraty składników termolabilnych (14, 15).

Postęp technologiczny w metodach ekstrakcji, takich jak ekstrakcja nadkrytycznym CO₂, wspomagana ultradźwiękami, wspomagana mikrofalami, hydrodestylacja czy ekstrakcja w rozpuszczalnikach eutektycznych i ekstrakcja w rozpuszczalnikach eutektycznych wspomagana ultradźwiękami, a także ekstrakcja wspomagana polem elektrycznym oraz micelarna wspomagana mikrofalami pozwalają na znaczne zwiększenie efektywności pozyskiwania cennych substancji aktywnych z tych roślin. Nowoczesne techniki pozwalają na wydobycie kluczowych związków, takich jak: kwas rozmarynowy, kwas ursolowy, kwas oleanowy czy inne terpeny, bez ryzyka ich degradacji i przy jednoczesnym zmniejszeniu użycia toksycznych rozpuszczalników. Z kolei ekstrakcje wspomagane ultradźwiękami z użyciem etanolu pozwalają na skuteczne pozyskiwanie polifenoli, co przekłada się na większą aktywność przeciwutleniającą i przeciwzapalną ekstraktów. Technologie enzymatyczne i micelarne, wykorzystujące bezpieczne i nietoksyczne rozpuszczalniki, eliminują potrzebę użycia szkodliwych substancji, takich jak heksan czy chloroform, co przyczynia się do bardziej ekologicznych procesów produkcyjnych.

Składniki aktywne występujące w ekstrakcie z szalwii

W tabelach 2 i 3 przedstawiono składniki aktywne występujące w poszczególnych częściach szalwii, odpowiednio lekarskiej i zielonej.

Szałwia lekarska (*S. officinalis*) charakteryzuje się bogatym składem chemicznym, w którym dominują składniki olejku eterycznego, takie jak: α -tujon, β -tujon, 1,8-cyneol i kamfora, oraz kwasy fenolowe, w tym: kwas rozmarynowy, kawowy i chlorogenowy. Te związki nadają roślinie właściwości antybakteryjne, przeciwzapalne, antyoksydacyjne oraz wspierające odporność, co wyjaśnia jej szerokie zastosowanie w medycynie naturalnej i kosmetyce (40, 41). Szczególnie istotna jest obecność flawonoidów i związków terpenowych, których synergiczne działanie dodatkowo wzmacnia właściwości terapeutyczne.

Skład chemiczny szalwii zielonej obejmuje głównie: monoterpeny, seskwiterpeny, diterpeny, fenole,

aldehydy, ketony, estry, kwasy fenolowe, flawonoidy oraz triterpenoidy. Najczęściej wymienianą grupą są olejki eteryczne, które charakteryzują się dużą różnorodnością monoterpenów i seskwiterpenów. Ważną rolę odgrywają również flawonoidy, takie jak luteolina i apigenina, oraz kwasy fenolowe, w tym kwas rozmarynowy, kawowy i chlorogenowy, które występują w różnych częściach rośliny. Triterpenoidy, takie jak kwas ursolowy i kwas oleanolowy, oraz pozostałe związki uzupełniają bogactwo aktywnych składników w tej roślinie.

Aktywność biologiczna ekstraktów z szalwii

S. officinalis znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym (5). W kosmetyce ekstrakty i olejek z szalwii lekarskiej są cenione za właściwości odkażające, ściągające, regulujące wydzielanie sebum oraz łagodzące przekrwienie skóry (49), co jest związane z wysoką zawartością polifenoli.

S. viridis wykazuje umiarkowaną aktywność przeciwbakteryjną i przeciwutleniającą, co potwierdzają dostępne badania (44, 47). Pomimo ograniczonej liczby publikacji gatunek ten zasługuje na uwagę jako wartościowy surowiec roślinny o potencjale kosmetycznym.

Tabele 4 i 5 szczegółowo przedstawiają właściwości biologiczne ekstraktów z *S. officinalis* i *S. viridis*, w tym metody ich pozyskiwania, testy aktywności oraz wyniki badań.

Ekstrakty z obu gatunków szalwii wykazują szerokie spektrum biologicznych aktywności, co czyni je idealnymi kandydatami do wielu zastosowań, w tym w przemyśle kosmetycznym. *S. officinalis* i *S. viridis* są bogate w związki o silnym działaniu przeciwutleniającym, takie jak: kwas rozmarynowy, kwas karnozowy, kwas kawowy. Zdolność tych związków do neutralizacji wolnych rodników jest kluczowa w przeciwdziałaniu procesom starzenia się skóry, co w praktyce przekłada się na ochronę przed stresem oksydacyjnym, utratą elastyczności i powstawaniem zmarszczek.

Dodatkowo, olejek eteryczny z szalwii zawierający związki terpenowe, takie jak α -tujon i β -tujon, wykazuje działanie przeciwdrobnoustrojowe (41). To sprawia, że produkty z szalwią mogą być skuteczne w pielęgnacji skóry skłonnej do trądziku, łagodząc stany zapalne i zapobiegając powstawaniu nowych wyprysków. Kwasy ursolowy, oleanowy i rozmarynowy obecne w ekstraktach z szalwii wykazują także silne działanie przeciwzapalne, co czyni je cennymi składnikami produktów łagodzących podrażnienia skóry oraz chroniących ją przed stanami zapalnymi. Ponadto ich potencjalne działanie promieniochronne,

Tab. 2. Skład chemiczny *S. officinalis*

Część rośliny	Grupa związków	Związki	Piśmiennictwo
Ziele z korzeniem	Olejek eteryczny	α -tujon, β -tujon, 1,8-cyneol, α -humulen, β -kariofilen, wiridiflorol, linalol, α -pinen, kamfen, limonen, cirsilineol, mentol, tymol	(32)
		kamfora	(9, 35, 36)
		tujon, cyneol	(9)
		octan bornylu, borneol, kamfen	(37, 38)
		linalol, izoborneol	(27, 37, 38)
	Fenole	rozmarynian metylu	(36)
	Kwasy fenolowe	kwaskawowy, kwas rozmarynowy	(35, 39)
		kwaskarnozowy, kwas cynamonowy, kwas chinowy	(39)
			(32, 36, 39)
		kwaskferulowy	(9, 32, 39)
		kwaskchlorogenowy	(36)
		kwaskwanilinowy	(9, 32, 36)
		kwaskelagowy	(32, 36)
		kwaskp-hydroksybenzoesowy	(32)
		kwaskgalusowy	(32)
	Diterpeny	karnozol	(9)
	Monosacharydy	arabinoza, galaktoza, glukoza, mannoza, ksyliza, kwasy uronowe, ramnoza	(9, 39)
	Polisacharydy	arabinogalaktany	(32)
	Flawonoidy	kwercetyna	(9)
	Flawonoidy	epikatechina, galusan epigallokatechiny, 7-glukozyd luteoliny	(9, 36)
		rutyna	(39)
		apigenina, luteolina	(36)
		naryngenina, mirycetyna, kemferol	(32)
		luteolina i jej pochodne (7-glukozyd, 7-glukuronid, 3'-glukuronid, 7-eter metylowy), 6-hydroksyluteolina i jej pochodne (7-glukozyd, 7-glukuronid), 6-metoksyluteolina i jej pochodne (7-eter metylowy), apigenina i jej pochodne (7-glukozyd, eter 7-metylowy), 6-metoksyapigenina (hispidulina), 7-O-metylowy eter apigeniny (= cirsimarityna), wicenina-2 (= 6,8-di-C-glukozyd apigeniny), 5-metoksy-salvigenina	(32)
	Diterpeny fenolowe o strukturze laktonowej	epirosmanol, 7-metoksy-rosmanol, galdosol, safficinolid, sagechinon metyd A	(32)
	Polifenole (pochodne kwasów hydroksycynamonowych)	trimery kwasu kawowego (kwas melitrynowy A, melitrat metylu A, kwas salwianolowy K, tetramer kwasu kawowego (kwas sagerenowy, 6-feruloilglukoza, polialkoholowa pochodna 6-feruloilglukozy, trzy hydroksycynamonowe estry disacharydów (1-kawoilo- (6'-apiozylo)-glukozyd)	(32)
	Pentacykliczne kwasy triterpenowe	kwaskursolowy, kwaskoleanolowy	(32)
	Alkohole triterpenowe	α -amyryna, β -amyryna	(32)
	Diterpeny fenolowe	octan bornylu, izorozzmanol, octan linalilu	(9, 32)
	Bicykliczny terpen	borneol	(32)
	Kwasy fenolowe	kwaskgentyzynowy, kwasksyringowy	(32)
	Sterole	β -sitosterol, stigmasterol	(37)
	Terpeny	α -pinen	(27, 38)

Liście	Olejek eteryczny	1,8-cyneol	(38)
		trans-salven, α -trans-ocimen, 1-octen-3-ol, L-fellandren, ν -terpinen, p-cymen, hydrat trans-sabinenu, α -terpinolen, izopinokamfon, aromadendren – lakton seskwiterpenowy, octan 6-oksobornylu, ν -1-kadinen, walencen, β -kadinen, α -farnezen, propionian citronellylu, β -elemen, hydroksykariofilen, tlenek kariofilenu, α -santalol, manool, wirydiflorol	(38)
		α -humulen, α -tujon i β -tujon, kamfora	(37)
Korzeń <i>in vitro</i>	Terpeny	β -pinen	(27, 37)

Tab. 3. Skład chemiczny *S. viridis*

Część rośliny	Grupa związków	Związki	Piśmien- nictwo
Ziele z korzeniem	Olejek eteryczny	α -tujon, α -pinen, kamfen, β -pinen, mircen, p-menta-1(7), 8-dien, α -terpinen, p-cymen, β -fellandren, δ -3-karen, (Z)- β -ocimen, 7 (E)- β -ocimen, γ -terpinen, terpinolen, allo-ocimen, utleniony monoteren pinokarwon, terpinen-4-ol, safranal, γ -terpineol, β -cyclocitral, δ -elemen, α -kubeben, α -kopaen, β -kubeben, β -bourbonen, β -elemen, (Z)-kariofilen, (E)-kariofilen, β -kopaen, γ -elemen, aromadendren, cis-muuroła-3, 5-dien, α -humulen, 9-epi-(E)-kariofilen, cis-muuroła-4(14), 5-dien, γ -muurolen, germakren D, trans-muuroła-4(14), 5-dien, γ -amorfen, bicyklogermakren, α -muurolen, epizonaren, δ -amorfen, γ -kadinen, δ -kadinen, zonaren, α -kadinen, α -kalakoren, selina-3,7(11)-dien, germakren-B, β -kalakoren, germakren D-4-ol, tlenek kariofilenu, wiridiflorol, salvia-4(14)-en-1-on, epoksyd humulenowy II, 1-epi-kubenol, epoksyd alloaromadendrenu, α -muuroloł, kubenol, α -kadinol, walerianol, neo-intermedeol, intermedeol, trans-kalamenen-10-ol, (Z)- α -santalol, khusinol, α -bisabolol, δ -cedren-3-ol, mintsulfid 14-hydroksy- δ -muurolen, 14-hydroksy- δ -kadinen, tlenek epi-13-manoilu, krypton, heksahydro farnesyacetone, aceton farnesyloxy, linalol, kamfora, myrtenol, tymol, eugenol, kariofilen, bicyklogermakrena, octan izobornylu, 1,5-epoksysalvia-4[14]en, β -selinen, α -kurkumen, spathulenol, benzen, tlenek aromadendrenu, karwakrol, n-dekanal, β -mircen, α -fellandren, limonen, 1,8-cyneol, sabinen, β -kariofilen, α -amorfen, δ -muurolen, germakren, α -kadinol, kariofilenol, 2-pentadekanon	(42-44)
	Flawonoidy	rutynoza, aglikon luteoliny, O-rutynozyd luteoliny, O-heksuronid apigeniny, aglikon apigeniny, heksuronid chrysoeriolu (heksuronid metyloluteoliny), diheksozyd aglikonu luteoliny, O-diheksozyd luteoliny	(45)
	Fenylotanoidy	forsytozyd A, lipidozyd A, leukosceptozyd, izomartynozyd, leukosceptozyd A, werbaskozyd, izowerbaskozyd, martynozyd	(45, 46)
	Kwasy fenolowe	kwas rozmarynowy, rozmarynian metylu, heksozyd kwasu kawowego, kwas kawowy, kwas galusowy, kwas salwinolowy B, kwas chlorogenowy, kwas salwinolowy F (I), kwas salwinolowy F (II), 6-O-kawoilo-glukoza	(47, 48)
Ziele	Sterole	β -sitosterol, glukozyd β -sitosterolu	(47)
	Febylotanoidy	trans- werbaskozyd, cis-werbaskozyd, leukosceptozyd A, martynozyd, salidrozyd	(47)
	Pentacykliczne kwasy triterpenowe	kwas ursolowy, kwas oleanolowy	(47)
	Triterpenoidy	lupan, 2 α -acetoksy-lup-20(29)-en-3 β -ol, 3 β -acetoksy-lup-20(29)-en-2 α -ol	(47)
		lupeol, lup-(20)29-en-2 α ,3 β -diol, olean-13(18)-ene-2 β ,3 β -diol	(45)
	Flawonoidy	apigenina, luteolina i jej 7-glikozydy: 7-O- β -galakto-piranozyd luteoliny, 7-O- β -glukopiranozyd luteoliny, 7-O- β -glukopiranozyd apigeniny	(45)
		7-O-glukozyd luteoliny, hesperydyna, rutyna, kwercetyna, apigenina, naryngenina	(48)
	Kwasy fenolowe	kwas kawowy, kwas rozmarynowy, kwas galusowy, kwas salwinolowy B, kwas chlorogenowy	(48)

Korzeń	Terpenoidy	7 α -acetoksy-14-hydroksy-8,13-abietadien-11,12-dion (tautomer 7-O-acetylohorminonu), 7 α ,14-dihydroksy-8,13-abietadien-11,12-dion (tautomer horminonu), ferruginol, 1-oksomikrostegiol, wiroksocyna, wirydochinon, ferulan-1-dokozylo, mieszanina 2-(4'-alkoksyfenilo) alkanianów etylu	(47)
	Flawonoidy	pentahydroksyflawon, luteolina (3',4',5,7-tetrahydroksyflawon), o-(kumaroilo)heksozyd luteoliny, apigenina (4',5,7-trihydroksyflawon), chryzoeriol (skoparol, 3'-metoksy-4',5,7-trihydroksyflawon), dimetoksy-trihydroksy(izo)flawon, metoksy-trihydroksyflawon, 1-oksomikrostegiol, dihydroksy-dimetoksy(izo)flawon, genkwanina, hydroksy-trimetoksy(izo)flawon, hydroksy-tetrametoksy(izo)flawon, wiroksocyna, dihydroksytrimetoksy(izo)flawon, hydroksy-trimetoksy(izo)flawon, hydroksy-tetrametoksy(izo)flawon, eter 4',7-dimetylowy apigeniny (4',7-dimetoksy-5-hydroksyflawon), wanilina, C-heksozyd-O-pentozyd apigeniny, cosmosiin (apigetryna, 7-O-glukozyd apigeniny), O-(deoksyheksozylo)heksozyd apigeniny, O-glukuronid apigeniny	(5)
	Kwasy fenolowe	kwas chinowy, kwas kawowy, kwas chlorogenowy (kwas 3-O-kofeinowy), kwas kumaroilochinowy, kwas galusowy (kwas 3,4,5-trihydroksybenzoesowy), kwas kynureninowy, kwas 3-[(1-karboksywinylo)oksy]benzoesowy, kwas rozmarynowy (kwas labiatenowy), kwas 3-O-metylorozmarynowy, O-heksozyd kwasu rozmarynowego, izomer kwasu salwianolowego	(5)
	Hydroksykwas	kwas di-O-metylomlekowy, kwas tri-O-metylomlekowy	(5)
	Kwasy tłuszczowe	kwas heksadekanowy	(5)
	Amidy i estry	N-(2-feniloetylo)acetamid, syringinian etylu, kofeinian etylu, N-trans-feruloilotyramina	(5)
	Związki fenolowe	4-karbalddehyd indolowy, aldehyd koniferylowy (4-hydroksy-3-metoksycynamaldehyd), aldehyd sinapylowy (3,5-dimetoksy-4-hydroksycynamaldehyd)	(5)
	Inne	martynozyd, leukosceptozyd A, O-heksozyd kwasu rozmarynowego, izomer kwasu salwianolowego, lipidozyd A izomer 1, lipidozyd A izomer 2, eter 12-metylowo-salwinolowy	(5)

Tab. 4. Właściwości biologiczne ekstraktów z *S. officinalis*

Część rośliny (ekstrakt, rozpuszczalnik/metoda)	Aktywność	Metody i wyniki	Pismienictwo
Liście (ekstrakt acetonowy 70%, maceracja)	Antybakteryjna	MIC (minimalne stężenie hamujące) kwas oleanolowy: 8 mg/ml dla <i>Enterococcus faecium</i> ; kwas ursolowy: 4 mg/ml	(50)
Liście (ekstrakt acetonowy/maceracja przez 72 godz.)	Antybakteryjna	Strefy inhibicji: <i>Bacillus anthracis</i> (25 mm), <i>Staphylococcus aureus</i> (17 mm), <i>Escherichia coli</i> (11 mm), MIC dla <i>S. aureus</i> = 35 mg/ml	(51)
Ziele (olejek eteryczny, hydrodestylacja Clevenger, 3h)	Antybakteryjna	Strefy inhibicji: <i>E. coli</i> (25 mm), <i>Klebsiella pneumoniae</i> (13 mm), <i>S. aureus</i> (22 mm), <i>C. albicans</i> (28 mm)	(43)
Ziele (olejek eteryczny, hydrodestylacja Clevenger, 1h)	Antybakteryjna	MIC: <i>B. cereus</i> (0,3 mg/ml), <i>Aeromonas hydrophila</i> (0,5 mg/ml), <i>S. aureus</i> (5,0-10,0 mg/ml)	(52)
Ziele (nadkrytyczny CO ₂)	Antybakteryjna	MIC powyżej 200 μ M dla <i>K. pneumoniae</i> , <i>E. coli</i>	(53)
Ziele (ekstrakt etanolowy, maceracja, ultrazwybka ekstrakcja)	Antybakteryjna, hamowanie tworzenia biofilmów	MIC kwas ursolowy: 0,75 mg/ml dla MRSA; kwas oleanolowy: 39 μ g/ml dla <i>S. aureus</i>	(54)
Liście (ekstrakt wodny sonikacja, maceracja)	Antybakteryjna, antyoksydacyjna	Strefy inhibicji: <i>E. coli</i> (16 mm), <i>Listeria monocytogenes</i> (20 mm), <i>S. aureus</i> (18 mm); aktywność antyoksydacyjna: 90,2%	(55)
Liście (ekstrakt etanolowy 50%, Soxhlet)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna, antybakteryjna	DPPH: 50% inhibicji, MIC dla <i>S. aureus</i> (8 μ g/ml), <i>E. coli</i> (10 μ g/ml)	(56)
Liście (ekstrakt wodny infuzja wodna, napar wodny)	Radioprotekcyjna, antyoksydacyjna	Redukcja TBARS (produktów peroksydacji reagujących z kwasem tiobarbiturowym), NO (tlenek azotu); wzrost SOD (dysmutazy ponadtlenkowej), CAT (katalazy), GSH (zredukowanej formy glutationu) po promieniowaniu gamma (6 Gy)	(57)
Ziele (ekstrakt etanolowy 50%, Soxhlet)	Antyoksydacyjna	DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl): 89,89% inhibicji, wysoka zawartość polifenoli	(7)
Ziele (hydrodestylacja, olejek eteryczny)	Antyoksydacyjna	Inhibicja AChE (acetylocholinoesterazy) (IC ₅₀ = 47,68 μ g/mL), BChE (butyrylocholinoesterazy) (IC ₅₀ = 70,94 μ g/mL)	(41)
Kwiaty (ekstrakt wodny, odwar)	Antyoksydacyjna	IC ₅₀ dla ABTS: 52,58 $\pm$ 4,13 μ g/ml; ochrona przed stresem oksydacyjnym w modelu szczurzym	(58)
Liście (ekstrakt metanolowy, ekstrakcja podciśnieniowa)	Antyoksydacyjna	Wysoka zawartość kwasu rozmarynowego, IC ₅₀ dla DPPH: 20 μ g/m	(59)

Liście (ekstrakt metanolowy 60%, ekstrakcja zimna [24 h])	Antyoksydacyjna, aktywność zmiatająca wolne rodniki	IC50: DPPH (6,79 mg/ml), Superoksyd (74,22% zmiatania), NO (67,36%), hydroksylowe (57,28%)	(60)
Liście (ekstrakt wodny, infuzja)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	IC50 DPPH: 157,0 µg/ml, ABTS (kwas 2,2'-azino-bis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowy): 125,2 µg/ml; redukcja IL-6 (interleukina 6) o 38,54%	(61)
Liście, (ekstrakt etanolowy 50%, Soxhlet)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	IC50 DPPH: 124,7 µg/ml, ABTS: 99,3 µg/ml; redukcja IL-6 o 56,26%	(61)
Liście (ekstrakt etanolowy, Soxhlet)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	IC50 DPPH: 252,3 µg/ml, ABTS: 170,6 µg/ml, redukcja IL-6 o 43,23%	(61)
Ziele (ekstrakt metanolowy oraz ekstrakty wodne [infuzja/dekokt])	Antyoksydacyjna, antyglikacyjna	Wysoka aktywność DPPH, ABTS; kwas rozmarynowy: 13,3-47,3 mg/g suchej masy	(7)
Liście (olejek eteryczny, hydrodestylacja, Clevenger)	Antyoksydacyjna, przeciwbakteryjna	Skład: α-tujon (17,3%), β-tujon (4,8%), kamfora (29,2%), 1,8-cyneol (10,4%)	(62)
Liście (nadkrytyczny CO ₂)	Antyoksydacyjna, przeciwbakteryjna	Skład: α-tujon (7,5%), β-tujon (4,9%), borneol (8,4%), α-humulen (6,4%)	(62)
Liście (ekstrakt etanolowy 50%, Soxhlet)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	Testy DPPH: 80% inhibicji, hamowanie TNF-α (czynnik martwicy nowotworu) o 40%	(2)
Liście (hydrodestylacja, olejek eteryczny)	Przeciwzapalna, przeciwbakteryjna, antyoksydacyjna	Hamowanie wzrostu bakterii Gram+, działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne (kwas rozmarynowy)	(49)
Liście (ekstrakt alkoholowy, ekstrakcja w nadkrytycznym CO ₂)	Przeciwzapalna, antyoksydacyjna, przeciwdrobnoustrojowa	Inhibicja NF-κB (<i>nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells</i>), wzrost poziomu peroksydazy glutationu	(9)
Ziele (ekstrakt wodny, hydrodestylacja, olejek eteryczny)	Przeciwzapalna	IC ₅₀ (połowa maksymalnego stężenia hamującego) dla hamowania aktywności COX-2 (cyklooksygenaza indukowana): 12,3 µg/mL; znacząca redukcja peroksydacji lipidów	(7)
Ziele (ekstrakt etanolowy, Soxhlet)	Przeciwzapalna	Redukcja obrzęku (badania na fibroblastach)	(53)
Liście (wodny i alkoholowy ekstrakt, maceracja)	Rozjaśniające	Stymulacja tyrozynazy: obserwowana przy stężeniu kwasu rozmarynowego 15 µg/mL. Inhibicja tyrozynazy: wartość IC50 wynosi 43,6 µg/mL, co oznacza stężenie, przy którym następuje połowiczne zahamowanie aktywności enzymu	(63)

zwłaszcza w kontekście ochrony przed promieniowaniem UV zyskuje coraz większe znaczenie w formułach ochronnych.

Warto również podkreślić, że kwas rozmarynowy zawarty w ekstraktach z szalwii może regulować produkcję melaniny, działając zarówno jako stymulator, jak i inhibitor tyrozynazy, w zależności od stężenia. Dzięki temu ekstrakty te mogą być skuteczne w redukcji przebarwień i wyrównywaniu kolorytu skóry, co czyni je istotnymi składnikami kosmetyków wybielających i przeciwdziałających przebarwieniom. Ekstrakty z szalwii wykazują zdolność do regulacji aktywności gruczołów łojowych, co umożliwia redukcję nadmiernego wydzielania sebum przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniego poziomu nawilżenia skóry. Właściwości te czynią je szczególnie przydatnymi w pielęgnacji skóry tłustej, mieszanej oraz skłonnej do niedoskonałości.

Podsumowanie

Podsumowując, ekstrakty z *S. officinalis* i *S. viridis* stanowią wszechstronne składniki aktywne o dużym potencjale kosmetycznym. Na przykładzie tych dwóch

gatunków przedstawiono możliwości zastosowania nowoczesnych metod ekstrakcji, które pozwalają na efektywne i selektywne pozyskiwanie związków bioaktywnych przy jednoczesnym ograniczeniu stosowania toksycznych rozpuszczalników. Takie podejście wpisuje się w aktualne trendy zrównoważonego rozwoju oraz projektowania innowacyjnych formułacji kosmetycznych opartych na surowcach roślinnych. Artykuł skupia się na właściwościach dwóch gatunków szalwii: szalwii lekarskiej oraz szalwii zielonej. O ile pierwsza odmiana jest znana i opisana w literaturze dość obszernie, to brakuje doniesień na temat *S. viridis*. Odmiana ta została wybrana ze względu na jej unikalne właściwości fitochemiczne, które nie są dostatecznie zbadane w kontekście zastosowań kosmetycznych. Gatunek ten charakteryzuje się obecnością bioaktywnych związków, takich jak: flawonoidy, kwasy fenolowe i olejek eteryczny, które mogą wykazywać działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne i ochronne dla skóry.

Dodatkowo *S. viridis* jest rośliną łatwą w uprawie i dobrze adaptującą się do zróżnicowanych warunków środowiskowych, co czyni ją potencjalnie dostępnym

Tab. 5. Właściwości biologiczne ekstraktów z *S. viridis*

Część rośliny (ekstrakt, rozpuszczalnik/metoda)	Aktywność	Metody i wyniki	Piśmien- nictwo
Ziele (olejek eteryczny, hydrodestylacja Clevengera)	Antybakteryjna, przeciwwgrzybicza	Strefy inhibicji: <i>K. pneumoniae</i> (25 mm), <i>S. aureus</i> (10 mm), <i>Candida albicans</i> (15 mm)	(43)
Ziele (ekstrakt acetonowy i metanolowy, maceracja rozpuszczalnikowa, frakcjonowanie eter naftowy > octan etylu > butanol)	Antybakteryjna	MIC dla <i>Enterococcus faecalis</i> : 12,5 µM	(47)
Ziele (ekstrakt acetonowy i metanolowy, maceracja rozpuszczalnikowa, frakcjonowanie eter naftowy > octan etylu > butanol, frakcja MB [metanol-butanol])	Antybakteryjna	Werbaskozyd: MIC 100 µM dla <i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i>	(47)
Korzeń i ziele (ekstrakt acetonowy i metanolowy, maceracja rozpuszczalnikowa, frakcjonowanie eter naftowy > octan etylu > butanol)	Antybakteryjna	MIC 50 µM dla <i>E. faecalis</i>	(53)
Korzeń i ziele (ekstrakt acetonowy i metanolowy, maceracja rozpuszczalnikowa, frakcjonowanie eter naftowy > octan etylu > butanol)	Antybakteryjna	MIC: 12,5-50 µM dla <i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i>	(53)
Ziele (olejek eteryczny, hydrodestylacja Clevengera)	Antybakteryjna, antyoksydacyjna	β-kariofilen, germakren D o działaniu antybakteryjnym i antyoksydacyjnym	(44)
Korzenie (metanol/woda, sonikacja)	Antyoksydacyjna	RA (kwas rozmarynowy) wzrost o 30% do 30,1 mg/g	(64)
Liście (metanolowy ekstrakt, maceracja)	Antyoksydacyjna	IC50: <i>in vivo</i> : 117,51 mg/ml; <i>in vitro</i> : 185,40 mg/ml. Fenole: <i>in vivo</i> 184,15 mg GAE/g (ekwiwalent kwasu galusowego). Flawonoidy: <i>in vivo</i> : 212,92 mg (ekwiwalent kwercetyny) QE/g	(65)
Kwiaty (ekstrakt wodno-etanolowy 80%), ultradźwięki	Antyoksydacyjna (redukcja Fe3+)	FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power): 1575 µM Fe/g DW (suchej masy), DPPH: EC50 = 31,99 µg/mL, ABTS: EC50 = 16,81 µg/mL	(45)
Ziele (ekstrakt etanolowy 80%, ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami)	Antyoksydacyjna (redukcja wolnych rodników, Fe3+)	ABTS: EC50 = 16,81 µg/mL, NBT (Nitro Blue Tetrazolium): EC50 = 75 µg/mL, TBARS: 66,7% inhibicji	(45)
Ziele (ekstrakt etanolowy 80%, ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami)	Antyoksydacyjna	FRAP: 890 µM Fe/g DW, DPPH: EC50 = 47,99 µg/mL, TBARS: 57,1% inhibicji	(45)
Pędy (ekstrakcja w bioreaktorze metanol/woda [8:2 v/v])	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	Zawartość RA: 16,6 mg/g DW, werbaskozyd 9,8 mg/g DW, inhibicja wolnych rodników	(46)
Pędy (wodno-etanolowy ekstrakt 50%)	Antyoksydacyjna, przeciwzapalna	IC50 dla DPPH: 40 µg/ml; wysoka zawartość kwasów fenolowych i flawonoidów	(59)
Ziele (ekstrakt acetonowy i metanolowy, maceracja)	Ochrona przed UVA	Zwiększenie przeżywalności komórek 1,4-krotnie w porównaniu z komórkami narażonymi na promieniowanie UVA bez ochrony	(53)
Korzenie (etanolowy ekstrakt, ekstrakcja wspomagana mikrofalami, maceracja, ekstrakcja nadkrytycznym CO ₂ , ekstrakcja Soxhleta, ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami)	Rozjaśniające	Inhibicja tyrozynazy dla poszczególnych metod ekstrakcji: Ekstrakcja wspomagana mikrofalami (MAE): 159,75 mg KAE/g (ekwiwalent kwasu kojowego/gram) ekstraktu. Maceracja (MAC): 162,56 mg KAE/g ekstraktu. Ekstrakcja płynami nadkrytycznymi (SFE): 151,54 mg KAE/g ekstraktu. Ekstrakcja Soxhleta (SE): 159,58 mg KAE/g ekstraktu. Ekstrakcja wspomagana ultradźwiękami (UAE): 158,38 mg KAE/g ekstraktu	(5)

i zrównoważonym źródłem surowców roślinnych. Na przykładzie tego gatunku niniejsza praca pokazuje, że eksploracja mniej znanych przedstawicieli rodzaju *Salvia* może stanowić alternatywę dla intensywnie wykorzystywanych roślin leczniczych, takich jak *S. officinalis*, przyczyniając się do bardziej zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych.

Porównanie potencjału kosmetycznego dobrze poznanej szalwii lekarskiej oraz mniej popularnej szalwii zielonej otwiera nowe możliwości ich zastosowania w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym. W pracy zestawiono ich profile fitochemiczne, aktywność biologiczną oraz efektywność różnych metod ekstrakcji – od klasycznych po nowoczesne, takie jak:

ekstrakcja nadkrytycznym CO₂, wspomagana ultradźwiękami, mikrofalami czy enzymami. Prowadzone badania przytoczone w niniejszej pracy przyczyniają się nie tylko do rozwoju wiedzy naukowej, ale także wspierają zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych poprzez

identyfikację alternatywnych, łatwo dostępnych surowców roślinnych. Dalsze badania nad właściwościami ekstraktów z różnych gatunków szalwii mogą przynieść nowe perspektywy w projektowaniu innowacyjnych formułacji kosmetycznych i terapeutycznych.

Piśmiennictwo

1. Abdelkader M, Ahcen B, Rachid D i wsp. Materiel AP. Phytochemical study and biological activity of Sage. *Int J Biol Biomol Agric Food Biotechnol Eng* 2014; 8(11):1227-31.
2. Zhumaliyeva G, Zhussupova A, Zhusupova GE i wsp. Natural compounds of *Salvia* L. genus and molecular mechanism of their biological activity. *Biomedicines* 2023; 11(12):3151-75.
3. Hamidpour R, Hamidpour S, Hamidpour M i wsp. Sage: The functional novel natural medicine for preventing and curing chronic illnesses. *Int J Case Rep Images Cover* 2013; 4(12):671-7.
4. Jassbi AR, Zare S, Firuzi O i wsp. Bioactive phytochemicals from shoots and roots of *Salvia* species. *Phytochem Rev* 2016; 15(5):829-67.
5. Zengin G, Mahomoodally F, Picot-Allain C i wsp. Metabolic profile of *Salvia viridis* L. root extracts using HPLC-MS/MS technique and their pharmacological properties: A comparative study. *Ind Crops Prod* 2019; 131:266-80.
6. Topçu G, Yücer R, Şenol H. Bioactive constituents of anatolian *Salvia* Species. In: Georgiev V, Pavlov A (eds.): *Salvia Biotechnology*. Cham: Springer International Publishing 2017:131-2.
7. Poullos E, Giaginis C, Vasios GK. Current state of the art on the antioxidant activity of Sage (*Salvia* spp) and its bioactive components. *Planta Med* 2020; 86(4):224-38.
8. Miguel G, Cruz C, Faleiro ML i wsp. *Salvia officinalis* L. essential oils: Effect of hydrodistillation time on the chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Nat Prod Res* 2011; 25(5):526-41.
9. Ghorbani A, Esmailizadeh M. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *J Tradit Complement Med* 2017; 7(4):433-40.
10. He X, Yang J, Huang Y i wsp. Green and Efficient Ultrasonic-Assisted Extraction of Bioactive Components from *Salvia miltiorrhiza* by Natural Deep Eutectic Solvents. *Molecules*, 2020; 25(1):140.
11. Vanda H, Dai Y, Wilson EG i wsp. Green solvents from ionic liquids and deep eutectic solvents to natural deep eutectic solvents. *Comptes Rendus Chim* 2018; 21(6):628-38.
12. Jakovljević M, Jokić S, Molnar M i wsp. Application of deep eutectic solvents for the extraction of carnosic acid and carnosol from sage (*Salvia officinalis* L.) with response surface methodology optimization. *Plants* 2021; 10(1):1-20.
13. Karakaya S, El SN, Karagozlu N i wsp. Microwave-assisted hydrodistillation of essential oil from rosemary. *J Food Sci Technol* 2014; 51(6):1056-65.
14. Pingret D, Fabiano-Tixier AS, Chemat F. An Improved Ultrasound Clevenger for Extraction of Essential Oils. *Food Anal Methods* 2014; 7(1):9-12.
15. Kyriakoudi A, Radojčić Redovniković I, Vidović S i wsp. Coupling deep eutectic solvents with innovative extraction techniques towards plant derived bioactive compositions. *RSC Sustain* 2024; 2(6):1675-91.
16. Chávez-González ML, Sepúlveda L, Verma DK i wsp. Conventional and emerging extraction processes of flavonoids. *Processes* 2020; 8(4):1-15.
17. Shi L, Zhao W, Yang Z i wsp. Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environ Sci Pollut Res* 2022; 29(54):81112-29.
18. Peng LQ, Cao J, Du LJ i wsp. Rapid ultrasonic and microwave-assisted micellar extraction of zingiberone, shogaol and gingerols from gingers using biosurfactants. *J Chromatogr A* 2017; 1515:37-44.
19. Wolski T, Najda A, Wolska-Gawron K. Czarnuszka damasceńska (*Nigella damascena* L.) – zawartość i skład lipidów oraz oleju występującego w nasionach. *Postępy Fitoter* 2017; 18(4):259-66.
20. Makuch E, Wróblewska A. Wpływ czasu prowadzenia ekstrakcji nierozwiniętych pąków kwiatowych drzewa goździkowca wonnego na zawartość substancji biologicznie aktywnych w ekstraktach etanolowych. *Postępy w technologii i inżynierii chem* 2017; 14-22.
21. Porres-Martínez M, González-Burgos E, Carretero ME i wsp. *Salvia* spp.: An updated on antioxidant activity and pharmacological uses. [In:] Georgiev V, Pavlov A (eds.): *Salvia Biotechnology*. Cham: Springer Intern Publ 2017; 151-77.
22. Su CH, Pham TTT, Cheng HH. Aqueous enzymatic extraction of rosmarinic acid from *Salvia officinalis*: optimisation using response surface methodology. *Phytochem Anal* 2020; 31(5):575-82.
23. Shi Z, Wang Y, Zhang H. Combination of microwave assisted micellar extraction and liquid chromatography for determination of cryptotanshinone, tanshinone I, and tanshinone IIA in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *J Liq Chromatogr Relat Technol* 2009; 32(5):698-711.
24. González-Hernández RA, Valdez-Cruz NA, Trujillo-Roldán MA. Factors that influence the extraction methods of terpenes from natural sources. *Chem Pap* 2024; 78(5):2783-810.
25. López-Salazar H, Camacho-Díaz BH, Ocampo MLA i wsp. Microwave-assisted extraction of functional compounds from plants: A Review. *BioResources* 2023; 18(3):6614-38.
26. Jakovljević M, Jokić S, Molnar M i wsp. Bioactive profile of various *Salvia officinalis* L. Preparations. *Plants* 2019; 8(3):1-11.
27. Raal A, Orav A, Arak E. Composition of the essential oil of *Salvia officinalis* L. from various European countries. *Nat Prod Res* 2007; 21(5):406-11.
28. Patel K, Panchal N, Ingle P. Review of extraction techniques extraction methods: Microwave, Ultrasonic, Pressurized Fluid, Soxhlet Extraction, Etc. *Int J Adv Res Chem Sci* 2019; 6(3):6-21.
29. Glisic S, Ivanovic J, Ristic M i wsp. Extraction of sage (*Salvia officinalis* L.) by supercritical CO₂: Kinetic data, chemical composition and selectivity of diterpenes. *J Supercrit Fluids* 2010; 52(1):62-70.
30. Bajkacz S, Adamek J. Development of a method based on natural deep eutectic solvents for extraction of flavonoids from food samples. *Food Anal Methods* 2018; 11(5):1330-44.
31. Aleksovski SA, Sovová H. Supercritical CO₂ extraction of *Salvia officinalis* L. *J Supercrit Fluids* 2007; 40(2):239-45.
32. European Medicines Agency. Assessment report on *Salvia Officinalis* L., folium and *Salvia Officinales* L., aetheroleum. 2016; 44:17-8.

33. Shi M, Huang F, Deng C i wsp. Bioactivities, biosynthesis and biotechnological production of phenolic acids in *Salvia miltiorrhiza*. Crit Rev Food Sci Nutr 2019; 59(6):953-64.
34. Athanasiadis V, Lakka A, Palaogiannis D i wsp. Pulsed electric field and salvia officinalis L. Leaves: A successful combination for the extraction of high value added compounds. Foods 2021; 10(9):1-15.
35. Veličković DT, Karabegović IT, Stojičević SS i wsp. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained from *Salvia glutinosa* L. and *Salvia officinalis* L. Hem Ind 2011; 65(5):599-605.
36. Sabry MM, Abdel-Rahman RF, El-Shenawy SM i wsp. Estrogenic activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) aerial parts and its isolated ferulic acid in immature ovariectomized female rats. J Ethnopharmacol 2022; 282:1-10.
37. Politeo O, Jukić M, Miloš M. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of twelve spice plants. Croat Chem Acta 2006; 79(4):545-52.
38. Radulescu V, Chiliment S, Oprea E. Capillary gas chromatography-mass spectrometry of volatile and semi-volatile compounds of *Salvia officinalis*. J Chromatogr A 2004; 1027(1-2):121-6.
39. Roby MHH, Sarhan MA, Selim KAH i wsp. Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. Ind Crops Prod 2013; 43(1):827-31.
40. Cuvelier ME, Berset C, Richard H. Antioxidant constituents in Sage (*Salvia officinalis*). J Agric Food Chem. 1994;42(3):665-9.
41. Tundis R, Leporini M, Bonesi M i wsp. *Salvia officinalis* L. from Italy: A comparative chemical and biological study of its Essential Oil in the mediterranean context. Molecules 2020; 25(24):1-16.
42. Yayli N, Cansu TB, Yilmaz N i wsp. Constituents of the essential oil from the flower, leaf and stem of *Salvia viridis* L. grown in Turkey. Asian J Chem 2010; 22(5):3439-46.
43. Demirpolat A. Essential Oil composition analysis, antimicrobial activities, and biosystematic studies on six species of *Salvia*. Life 2023; 13(3):634-44.
44. Belgin ÇŞ. The effect of cuttings stages on components and content of Essential Oils from *Salvia viridis* L. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Derg 2019; 22(1):71-7.
45. Grzegorzczak-Karolak I, Kiss AK. Determination of the phenolic profile and antioxidant properties of *Salvia viridis* L. shoots: A comparison of aqueous and hydroethanolic extracts. Molecules 2018; 23(6):1-16.
46. Grzegorzczak-Karolak I, Staniewska P, Lebelt L i wsp. Optimization of cultivation conditions of *Salvia viridis* L. shoots in the Plantform bioreactor to increase polyphenol production. Plant Cell Tissue Organ Cult 2022; 149(1-2):269-80.
47. Rungsimakan S, Rowan MG. Terpenoids, flavonoids and caffeic acid derivatives from *Salvia viridis* L. cvar. Blue Jeans. Phytochemistry 2014; 108:177-88.
48. Al-Jaber HI, Al-Kubaisi SK. HPLC profiling of selected phenolic acids and flavonoids in *Salvia eigii*, *Salvia hierosolymitana* and *Salvia viridis* growing wild in Jordan and their in vitro antioxidant activity. PeerJ 2020; 8.
49. Grzegorzczak I, Wilmańska H. Mikrorozmnażanie *Salvia officinalis* L. Biotechnologia 2004; 2(65):212-8.
50. Horiuchi K, Shiota S, Hatano T i wsp. Antimicrobial activity of oleanolic acid from *Salvia officinalis* and related compounds on vancomycin-resistant enterococci (VRE). Biol Pharm Bull 2007; 30(6):1147-9.
51. Ghezelbash GH, Razavi A, Mahyari F. Antimicrobial activity of *Salvia officinalis* acetone extract against pathogenic isolates. J Herb Drug 2015; 5(4):215-8.
52. Longaray Delamare AP, Moschen-Pistorello IT, Artico L i wsp. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. Food Chem 2007; 100(2):603-8.
53. Rungsimakan S, Rowan MG. Phytochemical and biological activity studies on *Salvia viridis* L. PhD Thesis, Univ Bath 2011.
54. Spaggiari C, Annunziato G, Costantino G. Ursolic and oleanolic acids: two natural triterpenoids targeting antibacterial multidrug tolerance and biofilm formation. Front Nat Prod 2024; 3:1-6.
55. Geremew A, Gonzales J, Peace E i wsp. Green synthesis of novel silver nanoparticles using *Salvia blepharophylla* and *Salvia greggii*: Antioxidant and antidiabetic potential and effect on foodborne bacterial pathogens. Int J Mol Sci 2024; 25(2):1-22.
56. Fazly Bazzaz BS, Khameneh B, Rassouli R i wsp. In vitro evaluation of antibacterial activity of verbascoside, lemon verbena extract and caffeine in combination with gentamicin against drug-resistant *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* clinical isolates. AJP 2018; 8(3):246-53.
57. Nour NN, Aboul-Enein AM. *Salvia officinalis* L. (sage) ameliorates radiation-induced oxidative brain damage in rats. Arab J Nucl Sci Appl 2013; 46(1):1-10.
58. Iacopetta D, Ceramella J, Scumaci D i wsp. An update on recent studies focusing on the antioxidant properties of *Salvia* Species. Antioxidants 2023; 12(12):1-21.
59. Uysal I, Koçer O, Mohammed FS i wsp. Pharmacological and nutritional properties: Genus *Salvia*. Adv Pharmacol Pharm 2023; 11(2):140-55.
60. Yadav S, Mukundan U. In Vitro antioxidant properties of *Salvia coccinea* Buc'hoz ex Etl. and *Salvia officinalis* L. Indian J Fundam Appl Life Sci 2011; 1(3):232-8.
61. Vieira SF, Ferreira H, Neves NM. Antioxidant and anti-inflammatory activities of cytochrome *Salvia officinalis* extracts: A comparison between traditional and Soxhlet extraction. Antioxidants 2020; 9(11):1-25.
62. Occhipinti A, Capuzzo A, Arceusz A i wsp. Comparative analysis of α - and β -thujone in the essential oil and supercritical CO₂ extract of sage (*Salvia officinalis* L.). J Essent Oil Res 2014; 26(2):85-90.
63. Oliveira KB, Palú É, Weffort-Santos AM i wsp. Influence of rosmarinic acid and *Salvia officinalis* extracts on melanogenesis of B16f10 cells. Rev Bras Farmacogn 2013; 23(2):249-58.
64. Grzegorzczak-Karolak I, Krzemińska M, Grąbkowska R i wsp. Accumulation of polyphenols and associated gene expression in hairy roots of *Salvia viridis* exposed to methyl jasmonate. Int J Mol Sci 2024; 25:764.
65. Karamaya KC, B. The antioxidant capacities of leaf extracts from *Salvia viridis* L. Curr Perspect Med Aromat Plants 2022; 5:127-35.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 03.04.2024

zaakceptowano/accepted: 24.04.2024

Adres/address:

*mgr inż. Anna Dziki

Katedra Chemii i Technologii Organicznej

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Szkoła Doktorska PK

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

e-mail: anna.dziki@doktorant.pk.edu.pl