

Przesłano: 29-11-2022

Zaakceptowano do druku: 01-03-2023



OCENA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCYCH EKSTRAKTÓW Z PĘDÓW RÓŻNYCH DRZEW IGLASTYCH

**Marcin Dziedziński¹, Joanna Kobus-Cisowska², Kinga Stuper-Szablewska³,
Marlena Baranowska⁴**

Abstrakt: Drzewa iglaste od dawna stosowane są jako źródło związków o potencjale terapeutycznym, prozdrowotnym, a także jako surowce zawierające charakterystyczne substancje zapachowe i smakowe. Obecnie jednak, poza korą, różne części drzew iglastych nie znajdują zastosowania w wielu gałęziach przemysłu. Pędy są prawie nieobecne jako składnik żywności oraz kosmetyków i innych produktów prozdrowotnych, pomimo ich szerokiej dostępności, niskiej ceny i możliwości ekologicznego ich pozyskania. Celem pracy była ewaluacja ekstraktów wodnych z utrwalonych przez liofilizację pędów wybranych drzew iglastych tj. świerk pospolity (PA), modrzew europejski (LD), daglezwia zielona (PM) i jałowiec pospolity (JC) jako źródła związków bioaktywnych i aktywności przeciwutleniającej. Przeprowadzone analizy wykazały, że wszystkie z badanych ekstraktów cechowały się zawartością związków bioaktywnych o aktywności przeciwutleniającej. Największą zawartością badanych związków fenolowych cechował się ekstrakt PA (19750 µg/g s.m), następnie JC (12139 µg/g s.m), LD (11553 µg/g s.m), a najniższą PM (10489 µg/g s.m), z kolei w badaniu ogólnej zawartości fenoli, najwyższy wynik uzyskały ekstrakty LD i PA, aczkolwiek mimo niższej zawartości badanych składników bioaktywnych, największą zdolnością do hamowania wolnych rodników DPPH cechowały się ekstrakty JC i PM.

Słowa kluczowe: drzewa iglaste, pędy, składniki bioaktywne, właściwości przeciwutleniające

JEL: Q1, Q2, Q13, Q20, L65

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu (Poznan University of Life Sciences) | wkład pracy (work input): 40% | ORCID: 0000-0003-1069-0095 | e-mail: marcin.dziedzinski@up.poznan.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu (Poznan University of Life Sciences) | wkład pracy (work input): 20% | ORCID: 0000-0003-2834-0405 | e-mail: joanna.kobus@up.poznan.pl

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu (Poznan University of Life Sciences) | wkład pracy (work input): 20% | ORCID: 0000-0002-9011-8592 | e-mail: kinga.stuper@up.poznan.pl

⁴ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu (Poznan University of Life Sciences) | wkład pracy (work input): 20% | ORCID: 0000-0001-9915-3776 | e-mail: marlena.baranowska@up.poznan.pl

THE POSSIBILITY OF UTILIZING THE SHOOTS OF VARIOUS CONIFEROUS TREES AS A RAW MATERIAL FOR FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION

Marcin Dziedziński¹, Joanna Kobus-Cisowska², Kinga Stuper-Szablewska³, Marlena Baranowska⁴

Abstract: Coniferous trees have long been used as a source of compounds with therapeutic and health-promoting potential, as well as raw materials containing characteristic aroma and flavor substances. Today, however, except for the bark, various parts of coniferous trees are not used in many industries. Shoots are almost absent as an ingredient in food as well as cosmetics and other health-promoting products, despite their wide availability, low price and the possibility of obtaining them organically. The aim of this study was to evaluate aqueous extracts from freeze-fixed shoots of selected conifers, i.e. european spruce (PA), european larch (LD), douglas fir (PM) and common juniper (JC), as a source of bioactive compounds and antioxidant activity. The analysis showed that all of the tested extracts were characterized by the content of bioactive compounds with antioxidant activity. The PA extract had the highest content of tested phenolic acids (19750 µg/g d.w), followed by JC (12139 µg/g d.w), LD (11553 µg/g d.w), and the lowest PM (10489 µg/g d.w), while in terms of total flavonoid content, LD and PA extracts had the highest result, although despite the lower content of tested bioactive components, JC and PM extracts had the highest ability to inhibit DPPH free radicals.

Keywords: conifers, shoots, bioactive components, antioxidant properties

JEL Classification: Q1, Q2, Q13, Q20, L65

1. Wstęp

Na świecie rośnie zapotrzebowanie na produkty prozdrowotne pochodzenia roślinnego (Varelas i Langton, 2017). Obecnie pędy drzew iglastych są niemal nieobecne jako składnik żywności, mimo ich szerokiej dostępności w wielu częściach świata. Wyjątek stanowią jałowiec pospolity, którego szyszkojagody są cenioną w Europie przyprawą (Šojisć i in., 2017). W przeszłości jednak surowce te często były stosowane w medycynie ludowej, między innymi w starożytnym Rzymie, w tradycyjnej medycynie chińskiej oraz islamskiej.

Przeprowadzone w ostatnich latach badania potwierdzają, że związki zawarte w pędach drzew iglastych mogą wykazywać działanie terapeutyczne (Salehi i in., 2019). Związki zawarte w drzewach iglastych wykazują również działanie antyoksydacyjne i redukujące (Emami i in., 2013). Nowe badania wskazują, że żywność funkcjonalna o potencjale antyoksydacyjnym może być kluczowa w zachowaniu zdrowia.

Obecnie stan wiedzy na temat właściwości i zastosowań komponentów drzew iglastych jest niepełny, jak dotąd nie przeprowadzono eksperymentów nad zastosowaniem w żywności najpopularniejszych drzew iglastych, a surowce te są obiecującym składnikiem nie tylko leków czy suplementów diety, ale także żywności funkcjonalnej, która obecnie jest jedną z najszybciej rozwijających się segmentów rynku żywnościowego (Burdock i Carabin, 2019).

Celem pracy była ocena i porównanie ekstraktów wodnych pędów wybranych drzew iglastych tj: świerk pospolity, modrzew europejski, daglezwia zielona i jałowiec pospolity.

2. Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiły pędy z czterech różnych drzew iglastych: świerk pospolity (*Picea abies* L.) (PA), modrzew europejski (*Larix decidua* Mill) (LD), daglezwia zielona (*Pseudotsuga menziesii*) (PM) i jałowiec pospolity (*Juniperus communis* L.) (JC) zebranych w 2019 roku z arboretum w Zielonce (Polska, 17°06'E, 52°06'N), wchodzącego w skład Leśnego Zakładu Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Pędy zebrano w sierpniu i poddano liofilizacji. Wysuszone igły rozdrobniono w młynku Grindomix GM 200 firmy Retsch (Haan, Niemcy) przez 15 sekund przy prędkości 500 obr/min w temperaturze 21°C do wielkości cząstek 0,5 - 0,9 mm.

2.1. Ekstrakcja

Ekstrakty wodne otrzymano poprzez zmieszanie 5 g surowca ze 150 mL wody destylowanej. Próbkę wytrząsano w łaźni wodnej przez 30 min w temperaturze 80°C przy stałej amplitudzie. Ekstrakty dekantowano i trzykrotnie filtrowano przy użyciu bibuły Whatmana nr 4. Uzyskane supernatanty przechowywano w temperaturze -21°C przez okres nie dłuższy niż dwa tygodnie przed dalszymi analizami. Każdy pomiar i analizę dla każdego ekstraktu przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

2.2. Ocena barwy

Dokonano pomiaru barwy ekstraktu z liści. Pomiar barwy przeprowadzono w systemie jednostek $L^* a^* b^*$ CEN przy użyciu spektrometru CM-5 (Konica Minolta, Japonia) zgodnie z metodyką opisaną przez producenta urządzenia. Jako źródło światła zastosowano D 65, a temperatura barwowa wynosiła 6504 K. Kąt obserwacji standardowego obserwatora kolorymetrycznego wynosił 10°. Pomiar dla każdej próbki powtarzano pięciokrotnie. Kalibrację przyrządu przeprowadzono z wykorzystaniem białego wzorca.

2.3. Oznaczanie kwasów fenolowych HPLC

Związki fenolowe w próbkach analizowano po hydrolizie alkalicznej i kwasowej (Stuper-Szablewska i in., 2017). Rozdział chromatograficzny przeprowadzono na kolumnie Acquity UPLC® BEH C18 (100mm×2,1mm, wielkość cząstek 1,7µm) (Waters, Irlandia). Stężenia związków fenolowych oznaczano przy użyciu wzorca wewnętrznego przy długości fali $\lambda=320$ nm fali $\lambda=280$ nm. Wyniki ostatecznie podawano w µg/g s.m próbki. Związki identyfikowano na podstawie porównania czasu retencji analizowanego piksu z czasem retencji wzorca oraz poprzez dodanie określonej ilości wzorca do analizowanych próbek i powtórzenie analizy.

2.4. Oznaczenie fenoli ogółem z odczynnikiem Folin-Ciocalteu

Całkowitą zawartość fenoli oznaczono przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu (Folina-Ciocalteu Reagent - FCR), otrzymane ekstrakty oznaczono metodą Kobus-Cisowskiej i in. z niewielkimi modyfikacjami (Kobus-Cisowska i in., 2020). Zawartość wyrażono jako mg ekwiwalentów kwasu galusowego (Sigma-Aldrich, Niemcy) (GAE) na 1 g (mg/1g) suchej masy, wykorzystując krzywe kalibracyjne kwasu galusowego.

2.5. Oznaczenie zmiatania wolnych rodników DPPH

Zdolność inhibycyjną DPPH badano zgodnie z procedurą wykonaną przez Szczepaniaka i wsp. (Szczepaniak i in., 2019). Spadek absorbancji DPPH (A) mierzono przy długości fali 517 nm w stosunku do próby ślepej (A'). Krzywą kalibracyjną sporządzono stosując roztwór wzorcowy Troloxu w stężeniach 100-1000 µM. Zdolność inhibicji DPPH wyrażono jako µM Trolox/g s.m.

2.6. Analiza statystyczna

Wszystkie badania przeprowadzono w trzech egzemplarzach, a wyniki wyrażono jako średnie ± SD. Jednoczynnikowy test ANOVA został użyty do analizy różnic statystycznych pomiędzy różnymi ekstraktami dla zawartości związków fenolowych i różnych testów antyoksydacyjnych z najmniejszą różnicą istotną (LSD). Za poziom istotności przyjęto wartość P mniejszą niż 0,05. Analizy statystyczne obliczono przy użyciu oprogramowania Statistica 13.3 (Statsoft, Polska).

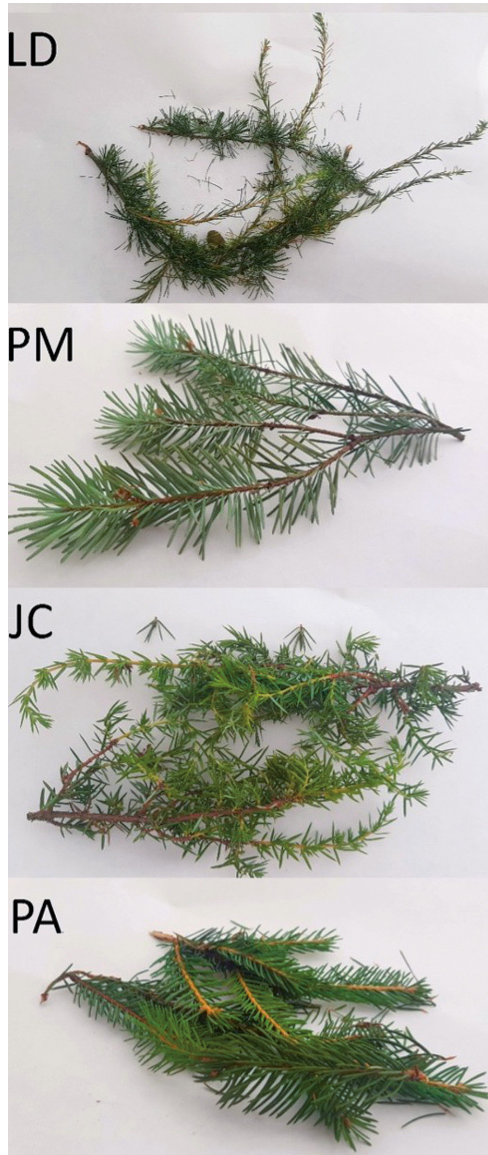
3. Wyniki badań

Pędy różniły się barwą mierzoną w przestrzeni CIELab (zdjęcie 1, tabela 1). Próbka LD cechowała się najwyższą jasnością ($L^* = 81,27$) natomiast próbka PM była najciemniejsza ($L^* = 61,93$). Wartości a^* oraz b^* wyrażają barwę odpowiednio w zakresie od zielonej do czerwonej oraz od niebieskiej do żółtej, pod względem parametru a^* najwyższą wartością cechowała się próba JC (53,30), najniższą z ko-

lei PM (1,07). Najwyższą wartością b^* cechowała się próba LD (58,20), najniższą JC (16,43). Próby znacząco różniły się pod względem parametrów barwy.

Zdjęcie 1

Świeże pędy badanych drzew iglastych



Legenda: świerk pospolity (PA), modrzew europejski (LD), daglezja zielona (PM) i jałowiec pospolity (JC).

Tabela 1

Ocena barwy badanych pędów drzew iglastych

	PM	JC	LD	PA
L*	61,93 ^a ± 0,31	75,67 ^b ± 1,86	81,27 ^c ± 3,20	63,83 ^d ± 1,27
a*	1,07 ^a ± 0,31	53,30 ^b ± 1,81	5,07 ^c ± 0,21	5,27 ^d ± 0,91
b*	46,13 ^a ± 1,40	16,43 ^b ± 1,52	58,20 ^c ± 0,89	32,07 ^c ± 0,25

Wyniki są średnimi wartościami z trzech oznaczeń ± odchylenie standardowe. Wartości posiadające tę samą literę w wierszu nie różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Pod względem badanych związków fenolowych zachodziło duże zróżnicowanie (tabela 2). Największą zawartością badanych kwasów fenolowych cechowała się ekstrakt PA (19750 µg/g s.m), następnie JC (12139 µg/g s.m), LD (11553 µg/g s.m), a najniższą PM (10489 µg/g s.m).

Próby były szczególnie bogate w kwas ferulowy, kwas chlorogenowy oraz kwas 4-hydroksybenzoesowy. Najwyższe zróżnicowanie wykazano w przypadku kwasu ferulowego i kwasu 4-hydroksybenzoesowego. We wszystkich z prób związki tj. kwas waniliowy, kwas salicylowy, naringenina i apigenina występowały w bardzo niskim stężeniu.

Tabela 2

Analiza HPLC związków fenolowych w badanych ekstraktach z pędów roślin konfesyjnych

Kwasy fenolowe (µg/g s.m)	PM	JC	LD	PA
Kwas galusowy	73,94 ^a ± 8,21	1006,06 ^b ± 7,56	136,36 ^c ± 1,20	781,21 ^d ± 9,23
kwas 2,5-dihydroksobenzoesowy	5,15 ^a ± 0,12	25,15 ^b ± 0,90	148,48 ^c ± 0,79	140,30 ^d ± 0,51
kwas 4-hydroksybenzoesowy	1171,52 ^a ± 5,70	35,15 ^b ± 0,83	830,30 ^c ± 4,85	4390,91 ^d ± 0,51
Kwas kawowy	1673,33 ^a ± 7,72	6257,58 ^b ± 8,77	3227,27 ^c ± 7,09	5469,70 ^d ± 8,26
Kwas syringowy	177,27 ^a ± 9,00	52,73 ^b ± 5,06	409,09 ^c ± 8,22	461,52 ^d ± 6,32
Kwas P-kumarowy	49,39 ^a ± 3,63	95,76 ^b ± 2,51	345,45 ^c ± 4,03	175,76 ^d ± 3,25
Kwas ferulowy	5833,33 ^a ± 7,37	2101,52 ^b ± 2,45	4648,48 ^c ± 8,85	1418,18 ^d ± 4,56
Kwas chlorogenowy	1387,88 ^a ± 8,73	2153,03 ^b ± 9,52	542,42 ^c ± 2,78	4654,55 ^d ± 9,69
Kwas synapowy	20,00 ^a ± 0,24	253,33 ^b ± 7,44	77,27 ^c ± 5,65	1329,70 ^d ± 1,45
Kwas T-cynamonowy	94,24 ^a ± 4,57	154,55 ^b ± 4,23	1184,85 ^c ± 6,56	925,76 ^d ± 1,63
Kwas waniliowy	0,48 ^a ± 0,11	0,91 ^b ± 0,41	0,48 ^a ± 0,09	0,70 ^c ± 0,08

Kwasy fenolowe ($\mu\text{g/g s.m}$)	PM	JC	LD	PA
Kwas salicylowy	$0,76^a \pm 0,31$	$1,03^b \pm 0,35$	$0,36^c \pm 0,12$	$0,33^c \pm 0,01$
Naringenina	$0,82^a \pm 0,18$	$1,03^b \pm 0,17$	$1,55^c \pm 0,05$	$0,30^d \pm 0,04$
Apigenina	$1,09^a \pm 0,84$	$0,76^b \pm 0,12$	$0,61^c \pm 0,33$	$0,91^d \pm 0,06$
Suma	10489	12139	11553	19750

Wyniki są średnimi wartościami z trzech oznaczeń \pm odchylenie standardowe. Wartości posiadające tę samą literę w wierszu nie różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Właściwości przeciwutleniające ekstraktów uzyskanych z pędów drzew iglastych zbadano z użyciem metod spektrofotometrycznych (tabela 3). W przypadku metody Folina-Ciocalteu (FCR) najwyższą wartością fenoli w przeliczeniu na ekwiwalent kwasu galusowego wykazano w próbce LD i PA. Natomiast w przypadku zmiatania wolnych rodników (DPPH) najwyższą zdolność do wygaszania rodnika cechowały się próby PM i JC.

Tabela 3

Właściwości przeciwutleniające ekstraktów z pędów drzew iglastych

Próba	DPPH ($\mu\text{M Trolox/g s.m}$)	FCR (mg GAE/g s.m)
PA	$319,83^a \pm 9,45$	$20,87^a \pm 5,08$
PM	$374,37^b \pm 3,89$	$9,46^b \pm 1,11$
JC	$378,27^c \pm 2,36$	$5,88^c \pm 1,02$
LD	$300,19^d \pm 16,41$	$23,34^d \pm 0,17$

Wyniki są średnimi wartościami z trzech oznaczeń \pm odchylenie standardowe. Wartości posiadające tę samą literę w kolumnie nie różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

4. Dyskusja

Wykorzystanie surowców takich jak pędy drzew iglastych może przyczynić się do rozwoju sektora żywności funkcjonalnej. Żywność wzbogacona w składniki zawierające aktywne fitozwiązki pozwala na zmniejszenie zachorowalności na choroby i jest pożądana (Asgary i in., 2018). Tym samym, wytworzenie tanich, naturalnych produktów prozdrowotnych ma duże znaczenie w obecnej sytuacji społeczno-ekonomicznej wielu państw świata, szczególnie w kontekście zachorowalności na choroby cywilizacyjne (Saklayen, 2018). W medycynie naturalnej znanych jest wiele produktów postrzeganych jako prozdrowotne, w tym pędy drzew iglastych, które w dzisiejszych czasach nie są powszechnie wykorzystywane w tym zakresie. W niniejszej publikacji scharakteryzowano ekstrakty wodne

z pędów wybranych, popularnych drzew iglastych tj.: świerk pospolity, modrzew europejski, daglezja zielona i jałowiec pospolity. Wykazano, że ekstrakty różnią się zarówno pod względem barwy jak i zawartości związków fenolowych oraz zdolności przeciwutleniającej, która zależna jest od gatunku i jest zróżnicowana.

Badane ekstrakty utrwalone zostały liofilizacją przed wykonaniem ekstrakcji, we wcześniejszych badaniach zauważono, że proces suszenia istotnie wpływa na zawartość związków bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjne oraz przeciwdrobnoustrojowe pędów drzew iglastych (Dziedziński i in., 2020). W badaniu do ekstrakcji zastosowano wodę destylowaną, która pozwoliła uzyskać wysoką zawartość związków fenolowych w ekstraktach, które cechowały się wysokim potencjałem antyoksydacyjnym, mimo, że woda nie jest najbardziej efektywnym rozpuszczalnikiem. Rozpuszczalnik ten został wybrany z uwagi na rozważania dotyczące zastosowania ekstraktów z pędów jako składnika żywności funkcjonalnej. Jak wykazało wcześniej wielu autorów w przypadku surowców roślinnych tj. *Pistacia terebinthus* L. czy *Limnophila aromatica* metanol oraz aceton są dużo skuteczniejszymi rozpuszczalnikami, pozwalającymi otrzymać ekstrakty o wyższym potencjale antyoksydacyjnym oraz większym stężeniu związków bioaktywnych (Do i in., 2014).

Uzyskane ekstrakty znacznie różniły się zawartością związków fenolowych, jednak tymi dominującymi pomiędzy większością pędów badanych drzew były kwas ferulowy, kwas chlorogenowy oraz kwas 4-hydroksybenzoesowy. Związki te pełnią funkcje ochronne w roślinach, mogą jednak działać prozdrowotnie w organizmie człowieka, a także pozytywnie wpływać na jakość i bezpieczeństwo produktów spożywczych. W badaniu Raitanen et al. wykazano, że taniny pochodzące z kory sosny i świerku zabezpieczały przekąski mięsne przed oksydacją tłuszczów, nie wpływając negatywnie na zapach i smak (Raitanen i in., 2020). Wszystkie z badanych ekstraktów wykazywały również właściwości przeciwutleniające wykazane za pomocą metody DPPH. Badania innych autorów potwierdzają silne działanie antyoksydacyjne ekstraktów pozyskiwanych z jałowca oraz sosny (El Jemli i in., 2016). W przypadku badania HPLC, FCR i DPPH różnice pomiędzy próbami były znaczne. Wnioskuje się, że różnice pomiędzy poszczególnymi metodami mogą wynikać z różnej reaktywności poszczególnych związków w ekstraktach, również związków, które nie zostały zbadane w tej publikacji. FCR i DPPH są badaniami niespecyficznymi w stosunku do związków fenolowych i na wynik mogą wpłynąć także inne związki (Górnaś i in., 2016).

5. Podsumowanie

W publikacji wykazano, że ekstrakty wodne uzyskane z pędów drzew tj.: świerk pospolity, modrzew europejski, daglezja zielona i jałowiec pospolity cechują się wysoką zawartością związków bioaktywnych i działaniem przeciwutleniającym *in vitro*. Cechują się wysoką zawartością związków fenolowych, które uznawane są za związki o szeroki spektrum działania prozdrowotnego. Ekstrakty drzew iglastych różnią się pomiędzy sobą pod względem barwy, zawartości związków fenolowych i zdolnością do hamowania wolnych rodników, a liofilizacja pozwoliła zachować wysoką zawartość związków prozdrowotnych w pędach. Surowce te mogłyby znaleźć potencjalne zastosowanie jako składniki żywności funkcjonalnej o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych jako składniki przeciwutleniające oraz wydłużające przydatność do spożycia. Potrzebne są dalsze badania aplikacyjne pozwalające ocenić właściwości ekstraktów w żywności.

LITERATURA

1. Asgary, S., Rastqar, A., Keshvari, M. (2018). Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(5), 429-455. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>
2. Burdock, G. A., Carabin, I. G. (2019). Chapter 10 - Breaking down the barriers to functional foods, supplements, and claims. [W] D. Bagchi (Red.), *Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World (Third Edition)*, 121-146. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816467-9.00010-1>
3. Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., Ju, Y.-H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.11.001>
4. Dziędziński, M., Kobus-Cisowska, J., Powałowska, D. S., Szablewska, K. S., Baranowska, M. (2020). Polyphenols composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Pinus sylvestris* L. shoots extracts depending on different drying methods. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 229-237. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2080>
5. El Jemli, M., Kamal, R., Marmouzi, I., Zerrouki, A., Cherrah, Y., Alaoui, K. (2016). Radical-Scavenging Activity and Ferric Reducing Ability of *Juniperus thurifera* (L.), *J. oxycedrus* (L.), *J. phoenicea* (L.) and *Tetraclinis articulata* (L.). *Advances in Pharmaceutical Sciences*, 2016, 6392656. <https://doi.org/10.1155/2016/6392656>
6. Emami, S. A., Shahani, A., Hassanzadeh Khayyat, M. (2013). Antioxidant Activity of Leaves and Fruits of Cultivated Conifers in Iran. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 8(3), 113-117.
7. Górnaś, P., Dwiecki, K., Siger, A., Tomaszewska-Gras, J., Michalak, M., Polewski, K. (2016). Contribution of phenolic acids isolated from green and roasted boiled-type coffee brews to total coffee antioxidant capacity. *European Food Research and Technology*, 242(5), 641-653. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2572-1>

8. Kobus-Cisowska, J., Dziedziński, M., Szymanowska, D., Szczepaniak, O., Byczkiewicz, S., Telichowska, A., Szulc, P. (2020). The Effects of *Morus alba* L. Fortification on the Quality, Functional Properties and Sensory Attributes of Bread Stored under Refrigerated Conditions. *Sustainability*, 12(16), Art. 16. <https://doi.org/10.3390/su12166691>
9. Raitanen, J.-E., Järvenpää, E., Korpinen, R., Mäkinen, S., Hellström, J., Kilpeläinen, P., Liimatainen, J., Ora, A., Tupasela, T., & Jyske, T. (2020). Tannins of Conifer Bark as Nordic Piquancy-Sustainable Preservative and Aroma? *Molecules*, 25(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3390/molecules25030567>
10. Saklayen, M. G. (2018). The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Current Hypertension Reports*, 20(2), 12. <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>
11. Salehi, B., Upadhyay, S., Erdogan Orhan, I., Kumar Jugran, A., L. D. Jayaweera, S., A. Dias, D., Sharopov, F., Taheri, Y., Martins, N., Baghalpour, N., C. Cho, W., Sharifi-Rad, J. (2019). Therapeutic Potential of α - and β -Pinene: A Miracle Gift of Nature. *Biomolecules*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/biom9110738>
12. Šojić, B., Tomović, V., Jokanović, M., Ikončić, P., Džinić, N., Kocić-Tanackov, S., Popović, L., Tasić, T., Savanović, J., & Šojić, N. Ž. (2017). Antioxidant activity of *Juniperus communis* L. essential oil in cooked pork sausages. *Czech Journal of Food Sciences*, 35 (2017)(No. 3), 189-193. <https://doi.org/10.17221/210/2016-CJFS>
13. Stuper-Szablewska, K., Kurasiak-Popowska, D., Nawracała, J., Perkowski, J. (2017). Response of non-enzymatic antioxidative mechanisms to stress caused by infection with *Fusarium* fungi and chemical protection in different wheat genotypes. *Chemistry and Ecology*, 33(10), 949-962. <https://doi.org/10.1080/02757540.2017.1381689>
14. Szczepaniak, O. M., Ligaj, M., Kobus-Cisowska, J., Maciejewska, P., Tichoniuk, M., Szulc, P. (2019). Application for novel electrochemical screening of antioxidant potential and phytochemicals in *Cornus mas* extracts. *CyTA - Journal of Food*, 17(1), 781-789. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1653378>
15. Varelas, V., & Langton, M. (2017). Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed – A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 193-205. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.03.007>