
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Studii privind compușii bioactivi din mugurii de pin (*Pinus Sylvestris* L.) în diferite stadii de vegetație și valorificarea lor în produse alimentare

Doctorand ing. **Lidia Gizella Szántó**

Conducător de doctorat **Prof.univ. dr. Leon Muntean**

CLUJ NAPOCA 2025



Introducere

Interesul tot mai accentuat al consumatorilor față de alimentația sănătoasă a evidențiat necesitatea dezvoltării produselor alimentare funcționale cu beneficii pentru sănătate. Prin urmare, consumatorii sunt din ce în ce mai dornici să cumpere alimente care, să le satisfacă nevoile nutriționale de bază, adică furnizarea de carbohidrați, proteine și grăsimi, dar mai ales alimente care au efecte documentate în ceea ce privește îmbunătățirea stării lor de bine, a sănătății și a reducerii riscului de îmbolnăvire. Astfel de alimente sunt denumite alimente funcționale sau îmbogățite (Piechowiak și colab., 2023).

Utilizarea materiilor prime pentru obținerea extractelor din lăstarii de conifere, pot contribui la dezvoltarea unui sector alimentar funcțional. Alimentele îmbogățite cu ingrediente care conțin fitochimicale active permit reducerea incidenței bolilor, un factor extrem de important (Dziedziński et al., 2020).

O abordare inovatoare în valorificarea materialului vegetal pentru alimente funcționale constă în integrarea acestor extracte în produse deja recunoscute pentru proprietățile lor benefice.

Mierea de albine este unul dintre cele mai complexe produse naturale, în conținutul său au fost găsite peste patru sute de componente diferite (Lazarieva et al., 2021). Este valorificată pentru valoarea nutritivă ridicată și pentru proprietățile medicinale. Cei mai comuni compuși bioactivi raportați în miere sunt flavonoidele și acizii fenolici. Datorită valorii sale terapeutice, mierea este utilizată ca ingredient essential, diversitatea compozițiilor fitochimice specifice ale mierii, furnizează molecule bioactive valoroase care să fie utilizate în tratamentul diferitelor tipuri de cancer și al infecțiilor cu bacterii. (Hamadou et al., 2022; Waheed et al., 2019).

Utilizarea mugurilor de *Pinus sylvestris* L. a dobândit interes comercial datorită conținutului lor ridicat de polifenoli care este valoros pentru proprietățile sale antioxidante, antiinflamatoare și antimicrobiene în nutraceutice, alimente și produse cosmetice (Papp et al., 2022; Semeniuc et al., 2016).

Recent, cercetătorii au explorat încorporarea elementelor de pin în alimente fortificate cum ar fi kefirul și berea, rezultând produse cu capacitate antioxidantă sporită stabilitate la depozitare și calitate superioară (Hamad et al., 2019). Acele de pin conțin antioxidanți, care au efecte anticancerigene și proprietăți de detoxifiere, ajutând la eliminarea metalelor grele, prezintă efecte antibacteriene, antiinflamatorii și îmbunătățesc metabolismul lipidic seric (Penkina et al., 2017). De asemenea prezintă efecte citotoxice și inhibă radicalii liberi. Datorită proprietăților antioxidante, extractele de pin sunt utilizate în săpunuri, uleiuri esențiale, remedii pentru mahmureală și băuturi sănătoase (Graikou et al., 2012; Kim et al., 2017; Sawant et al., 2023).

Scopul acestei teze este evaluarea principalilor compuși biochimici din mugurii de pin (*Pinus sylvestris* L.) extrași prin macerarea acestora în diferite stadii de dezvoltare și realizarea unor alimente funcționale.

Pentru realizarea scopului propus în cadrul tezei de doctorat, au fost abordate patru direcții majore de cercetare, stabilite ca și **obiective** ale prezentei teze:

- Evaluarea indicatorilor fizico - chimici ai extractelor obținute din mugurii de *Pinus sylvestris* L. în trei stadii de dezvoltare;
- Evaluarea proprietăților antioxidante și a conținutului de polifenoli din extractul de muguri de *Pinus sylvestris* L. și din produsele obținute, prin tehnici spectrofotometrice și tehnici avansate (HPLC și FT- IR);
- Fortificarea produselor alimentare, jeleu și miere, cu compuși biologic activi din muguri de *Pinus sylvestris* L. în diferite stadii de dezvoltare;
- Evaluarea percepției consumatorilor privind produsele obținute.

Această lucrare științifică este structurată în două părți principale, stadiul actual al cunoașterii care cuprinde un amplu studiu din literatură de specialitate și partea a doua cercetările proprii care cuprinde detalierea metodelor, rezultatele obținute și interpretarea acestora pentru cele două studii.

Studiul I: Influența stadiilor de dezvoltare asupra acumulării compușilor fenolici și a capacității antioxidante, din extract de muguri de *Pinus sylvestris* L. Și jeleu obținut din aceștia

Jeleul este un produs frecvent consumat, în special în rândul persoanelor sub 17 ani, datorită texturii sale organice și masticabile, precum și a varietății sale de arome fructate (Figuerola & Genovese, 2019; Mazur *et al.*, 2018).

Cu toate acestea, conținutul ridicat de zahăr și valoarea nutritivă limitată a jeleurilor convenționale prezintă riscuri pentru sănătate, cum ar fi cariile dentare, obezitatea și hiperglicemia (Ben Rejeb *et al.*, 2020). Transformarea jeleului într-o opțiune mai sănătoasă se poate realiza prin reducerea sau eliminarea conținutului de zahăr sau înlocuirea zaharurilor cu îndulcitori naturali, cum ar fi suc de fructe concentrat. În plus, îmbogățirea jeleului cu compuși bioactivi specifici îi poate spori funcționalitatea și poate oferi beneficii pentru sănătate (Moura *et al.*, 2019a; Miranda *et al.*, 2020). Dezvoltarea produselor îmbogățite cu ingrediente naturale este vitală pentru creșterea industriei alimentare, în special în regiunile în curs de dezvoltare.

Obiectivul acestui studiu a fost de a evalua indicatorii fizico - chimici, proprietățile antioxidante și conținutul de polifenoli prin tehnici spectrofotometrice și tehnici avansate (HPLC și FT- IR) al extractului de muguri de *Pinus sylvestris* L. și al produselor obținute în trei stadii de dezvoltare al mugurilor, precum și fortificarea compușilor biologic activi în jeleu și evaluarea percepției consumatorilor privind jeleul obținut.

Aciditatea totală a prezentat o creștere constantă de-a lungul etapelor de dezvoltare a mugurilor de pin, stadiul III al mugurilor (0,22%) prezentând cea mai mare aciditate. Această creștere a acidității pe măsură ce mugurii se maturizează a fost în concordanță cu schimbările metabolice care au avut loc în timpul creșterii plantelor, probabil din cauza acumulării de acizi organici. Această tendință a continuat în probele de jeleu, unde jeleul obținut cu mugurii din stadiul III a prezentat cea mai mare aciditate.

Conținutul de substanță uscată a variat, de asemenea, în mod semnificativ între diferitele etape. Extractele de muguri de pin din stadiul III au avut cel mai mare conținut de substanță uscată (31,6%). Această creștere a conținutului de substanță uscată a indicat o reducere a conținutului de apă pe măsură ce mugurii de pin se maturizează. În mod similar, în jeleurile corespunzătoare, conținutul substanței uscate a crescut pe măsură ce dezvoltarea mugurilor avansa, jeleul din mugurii din stadiul III având cel mai ridicat conținut de substanță uscată (79,5%). Conținutul mai ridicat de substanță uscată în jeleu din stadiul III sugerează o rezistență microbiană mai bună, deoarece umiditatea mai scăzută a redus de obicei potențialul de creștere microbiană și de alterare. Aceste constatări au fost în concordanță cu literatura de specialitate privind rolul conținutului de umiditate în conservarea produselor alimentare.

Conținutul de cenușă, care reprezintă conținutul mineral al probelor, a prezentat, de asemenea, variații semnificative între etape. Extractele de muguri de pin din stadiul III au avut cel mai mare conținut de cenușă (0,05%), în timp ce stadiul I a avut cel mai mic conținut (0,019%). În probele de jeleu, cel mai mare conținut de cenușă a fost găsită în jeleul obținut din muguri din stadiul II (0,094%), în timp ce jeleul din stadiul III a avut cel mai scăzut conținut (0,075%). Aceste diferențe au sugerat că maturizarea ar fi putut duce la acumularea anumitor minerale în muguri, care au fost apoi transferate în jeleu.

Studiul a evidențiat variații semnificative ale conținutului de polifenoli și ale potențialului antioxidant al extractelor de muguri de pin și al jeleului fortificat în diferite stadii de dezvoltare. Conținutul de polifenoli a prezentat o creștere statistic semnificativ pe măsură ce mugurii se dezvoltau din stadiul I în stadiul II, atingând nivelul maxim de 312,2 mg GAE/100 g în stadiul II. Cu toate acestea, extractele din stadiul III au prezentat o scădere accentuată, înregistrând cel mai scăzut conținut de polifenoli. Acest declin în stadiul III se poate datora schimbărilor metabolice sau la epuizarea compușilor fenolici în timpul maturizării avansate.

Mugurii din stadiul II au prezentat cea mai mare capacitate antioxidantă (94,9%). Aceste constatări subliniază importanța mugurilor din stadiul II ca sursă superioară de polifenoli și potențial antioxidant între cele trei etape.

Pentru probele de jeleu, conținutul de polifenoli a fost semnificativ mai scăzut decât cel detectat în extractele brute, probabil din cauza prelucrării termice implicate în producerea jeleului. Etapa II a prezentat cel mai mare conținut de polifenoli (114,4 mg

GAE/100 g), O tendință similară a fost observată în ceea ce privește potențialul antioxidant, jeleul din stadiul II prezentând cel mai mare DPPH FRSA (16,4%), în timp ce jeleul din etapa a III a prezentat cel mai scăzut (10,9%), marginal mai mică decât jeleul din etapa I.

Capacitatea antioxidantă a extractelor de muguri de pin a scăzut pe măsură ce mugurii au ajuns la maturitate, de la stadiul II la stadiul III, stadiul II prezentând cea mai mare activitate (94,9%), iar extractele din stadiul III cea mai scăzută (76,8%).

Extractele din stadiul I au prezentat un potențial antioxidant intermediar (82,6%). Această tendință sugerează că mugurii din stadiul II sunt cea mai puternică sursă de antioxidanți, posibil datorită acumulării lor maxime de compuși fenolici și flavonoizi.

În schimb, potențialul antioxidant al jeleului a fost semnificativ mai mic decât cel al extractelor corespunzătoare în toate stadiile. Dintre probele de jeleu, jeleul din stadiul II a demonstrat cea mai mare DPPH FRSA (16,4%), urmată de jeleul din stadiul III (10,9%) și jeleul din stadiul I (10,7%). Reducerea drastică a potențialului antioxidant în timpul preparării jeleului poate fi atribuit la degradarea compușilor antioxidanți, cum ar fi compușii fenolici și flavonoide, ca urmare a expunerii la temperaturi ridicate și a modificărilor pH-ului în timpul procesării.

Analiza corelației Pearson a evidențiat corelații pozitiv semnificative ($p < 0,05$) între diferitele proprietăți fizico-chimice ale extractelor de muguri de pin și ale jeleului. În special, a fost observată o corelație pozitivă puternică între stadiile de dezvoltare ale extractului de muguri de pin și aciditatea decoctului ($r^2 = 0,94$). În plus, conținutul de polifenoli din extractul de muguri de pin a fost strâns legat de capacitatea antioxidantă ($r^2 = 0,94$).

S-a observat o corelație pozitivă puternică ($r^2 = 0,96$) între conținutul de polifenoli din jeleul de muguri de pin și capacitatea sa antioxidantă. Această constatare este în concordanță cu studiul (Ben Rejeb et al., 2020), care a raportat o asociere pozitiv semnificativă între potențialul și conținutul de polifenoli din sucul de citrice.

Acest studiu a identificat 14 compuși fenolici în mugurii *Pinus sylvestris* L. folosind HPLC-DAD-ESI-MS. Profilul fenolic a prezentat variații în funcție de stadiu, mugurii de pin din stadiul II conținând cele mai mari concentrații ale majorității compușilor fenolici, cum ar fi acidul 4-hidroxibenzoic ($820,5 \pm 5,8 \mu\text{g/g DW}$) și acid clorogenic ($512,1 \pm 4,5 \mu\text{g/g DW}$), urmate de reduceri semnificative în stadiul III.

Spectrele FT-IR ale mugurilor de *Pinus sylvestris* L. din stadiile de dezvoltare I, II și III, precum și cel al jeleului obținut din extracte, au confirmat prezența unor compuși semnificativi precum acizi fenolici, flavonoide, catechine, epicatechine, procianidine, acizi organici și carbohidrați. Deși toate probele au prezentat o amprentă spectrală comparabilă, s-au observat diferențe distincte între stadiile de dezvoltare și jeleul

obținut, indicând variații în acumularea de compuși bioactivi în timpul maturizării și prelucrării.

Toate probele supuse analizei senzoriale au fost acceptate de către evaluatori, proba preferată fiind jeleul cu extract de muguri de pin în stadiul II.

Studiul II: Influența capacității antioxidante și a conținutului de polifenoli asupra mierii de salcâm și polifloră cu extract din muguri de pin

În ciuda proprietăților nutriționale și medicinale bine documentate ale mierii, puține cercetări au explorat îmbunătățirea acesteia prin fortificare cu extracte derivate din plante, în special extracte din muguri de pin în diferite etape de dezvoltare.

Obiectivul acestui studiu este de a analiza modul în care fortificarea influențează parametrii cheie ai mierii, inclusiv umiditatea, activitatea antioxidantă, conținutul polifenolic total, culoarea, precum și evaluarea percepției consumatorilor privind obținerea mierii fortificate. Noutatea constă în stabilirea unor corelații specifice etapelor între fortificare și îmbunătățirea calității mierii, oferind perspective în optimizarea produselor alimentare funcționale.

Mierea de salcâm a avut un conținut de umiditate variind de la 5,80 la 17,5%, cu cel mai ridicat nivel observat în mierea de salcâm fortificată cu extract de muguri de pin în stadiul III. Mierea polifloră are un conținut mai mare de substanță uscată (%) în comparație cu mierea de salcâm.

În cazul fortificării mierii de salcâm, cel mai ridicat conținut de polifenoli a fost observat în AHS1 la $247 \pm 0,04$ mg GAE/ 100 g, în timp ce mierea polifloră fortificată cu extract de pin în stadiul II de dezvoltare a prezentat un conținut mai ridicat de polifenoli $232,9 \pm 0,9$ mg GAE/100 g. Valoarea DPPH al mierii de salcâm a fost cel mai ridicat atunci când a fost fortificată cu extract de muguri de pin la stadiul II de dezvoltare.

Culoarea probelor de miere a fost cuantificată în timpul perioadei de studiu. Rezultatele au arătat că, pe parcursul procesului de fortificare mierea de salcâm a păstrat o culoare deschisă (L^*) variind de la $40,03 \pm 0,32$ la $41,16 \pm 0,33$.

Mierea polifloră a prezentat unele variații ale valorilor „ L^* ” și s-a observat că s-a întunecat în timpul fortificării. Mierea polifloră a avut valori mai ridicate a^* , în special în PHS2 și PHS3, indicând o culoare roșiatică după fortificare.

Analiza FT-IR a evidențiat modele de absorbție atât în mierea de salcâm și în cea polifloră, indicând prezența apei, a carbohidraților și a compușilor organici tipici mierii.

În mierea polifloră, s-a constatat o corelație pozitivă puternică între substanța uscată și umiditate ($r^2 = 0.98$). Procentul de absorbție DPPH și conținutul total de fenoli au prezentat o corelație pozitivă, indicând importanța conținutului fenolic în creșterea proprietăților antioxidante. Etapele de miere au avut o corelație negativă cu atributele de culoare, în special luminozitatea (L^*). În mierea de salcâm umiditatea a fost observată având o corelație pozitivă puternică cu substanța uscată totală ($r^2 = 0,997$) și DPPH (r^2

= 0.995). DPPH a prezentat corelații pozitive puternice cu conținutul fenolic total (0,99064) și cu atributele de culoare L^* și a^* ($r^2 = 0,985$; $r^2 = 0,98$).

Concluzii

Cele două studii evidențiază potențialul extractelor de muguri de *Pinus sylvestris* L. în fortificarea alimentelor funcționale. Studiile au demonstrat că utilizarea extractelor de pin în jeleuri și miere poate îmbunătăți semnificativ profilul nutrițional al acestor produse, prin creșterea conținutului de polifenoli și a capacității antioxidante.

Fortificarea jeleurilor cu extracte de muguri de pin a arătat că polifenolii și activitatea antioxidantă variază în funcție de stadiul de dezvoltare al mugurilor utilizați. Cel mai bun rezultat a fost obținut în cazul extractelor din muguri aflați în stadiul II de dezvoltare, unde s-a înregistrat cel mai ridicat conținut de compuși bioactivi (312.2 mg GAE/100 g) și cea mai bună capacitate antioxidantă (94.9% DPPH).

Fortificarea mierii de salcâm și a mierii poliflore cu extracte de muguri de pin a arătat că acest proces îmbunătățește semnificativ proprietățile antioxidante ale mierii. Mierea fortificată cu extracte din muguri de pin aflați în stadiul II de dezvoltare a avut cel mai ridicat conținut de polifenoli (247 mg GAE/100 g) și cea mai mare activitate antioxidantă (55% DPPH).

Analizele HPLC au confirmat prezența principalilor compuși fenolici, cum ar fi kaempferolul, quercetina și derivații stilbenici, cu potențial antioxidant ridicat.

Analizele FT - IR au evidențiat modificări chimice în compoziția mierii și jeleurilor fortificate, indicând integrarea compușilor bioactivi din extractele de pin în matricea alimentară. Totuși, s-a observat o degradare parțială a polifenolilor în timpul procesării termice, ceea ce sugerează necesitatea optimizării tehnologiilor de producție.

Evaluarea senzorială a arătat că adaosul extractelor nu a afectat semnificativ acceptabilitatea gustului și texturii produselor, ceea ce demonstrează potențialul lor pentru dezvoltarea alimentelor funcționale.

Cercetarea realizată confirmă faptul că mugurii de *Pinus sylvestris* L. reprezintă o sursă valoroasă de compuși bioactivi cu potențial de utilizare în produse alimentare funcționale.

În urma cercetărilor realizate privind compușii bioactivi din mugurii de pin (*Pinus sylvestris* L.) și integrarea acestora în produse alimentare funcționale precum jeleul și mierea, se recomandă utilizarea mugurilor de pin aflați în stadiul II de dezvoltare, deoarece aceștia prezintă cel mai ridicat conținut de compuși fenolici și activitate antioxidantă. Totodată, se propune implementarea unor tehnologii de prelucrare la temperaturi reduse, în vederea reducerii degradării compușilor fenolici în timpul procesării.

Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei

Această teză dezvoltă următoarele elemente inovative ce implică originalitatea prezentei cercetări:

- Identificarea și cuantificarea compușilor bioactivi din extractul de muguri de pin *Pinus sylvestris* L. în trei stadii de dezvoltare.
- Dezvoltarea unui jeleu funcțional îmbunătățit cu muguri de pin în trei stadii de dezvoltare.
- Obținerea mierii fortificate cu extract din muguri de pin în diferite stadii de dezvoltare.
- Analiza percepției consumatorilor și acceptabilității produselor inovative din miere de salcâm și polifloră îmbunătățit cu muguri de pin.
- Stabilirea unor corelații specifice între stadiile de dezvoltare a mugurilor de pin *Pinus sylvestris* L. și îmbunătățirea calității mierii, oferind perspective în optimizarea produselor alimentare funcționale.

Rezultatele obținute în cadrul acestei teze evidențiază valoarea științifică și aplicativă a utilizării extractelor din muguri de *Pinus sylvestris* L. în dezvoltarea alimentelor funcționale. Integrarea acestora în produse precum jeleul și mierea a demonstrat o îmbunătățire semnificativă a valorii nutriționale și a activității antioxidante, fără a compromite acceptabilitatea senzorială. Astfel, cercetarea deschide perspective promițătoare pentru valorificarea biomasei forestiere în sectorul alimentar și nutraceutic, oferind soluții inovatoare pentru consumatori preocupați de sănătate. Studiile viitoare ar putea viza extinderea gamei de produse fortificate, optimizarea proceselor tehnologice și evaluarea stabilității compușilor bioactivi în condiții reale de depozitare.

Bibliografie selectivă

1. Ben Rejeb, I., Dhen, N., Kassebi, S., & Gargouri, M. (2020). Quality Evaluation and Functional Properties of Reduced Sugar Jellies Formulated from Citrus Fruits. *Journal of Chemistry*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5476872>
2. de Moura, S. C. S. R., Berling, C. L., Garcia, A. O., Queiroz, M. B., Alvim, I. D., & Hubinger, M. D. (2019). Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. *Food Research International*, 121, 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.010>
3. Dziędziński, M., Kobus-Cisowska, J., Szymanowska-Powałowska, D., Stuper-Szablewska, K., & 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*, 32(3), 229–237. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2080>

4. Figueroa, L. E., & Genovese, D. B. (2019). Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. *LWT*, 111, 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.031>
5. Graikou, K., Gortzi, O., Mantanis, G., & Chinou, I. (2012). Chemical composition and biological activity of the essential oil from the wood of *Pinus heldreichii* Christ. var. *leucodermis*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(5), 615–620. <https://doi.org/10.1007/s00107-012-0596-9>
6. Hamad, A. M. A., Ates, S., Olgun, Ç., & Gür, M. (2019). Barks chemical composition. In *BioResources* (Vol. 14, Issue 3).
7. Hamadou, W. S., Bouali, N., Badraoui, R., Hadj Lajimi, R., Hamdi, A., Alreshidi, M., Patel, M., Adnan, M., Siddiqui, A. J., Noumi, E., Rao Pasupuleti, V., & Snoussi, M. (2022). Chemical Composition and the Anticancer, Antimicrobial, and Antioxidant Properties of Acacia Honey from the Hail Region: The in vitro and in silico Investigation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1518511>
8. Kim, S. J., Park, S. Y., Lee, J., Chang, M., Chung, Y., & Lee, T.-K. (2017). Biochemical Compositions and Biological Activities of Extracts from 3 Species of Korean Pine Needles "Biochemical Compositions and Biological Activities of Extracts from 3 Species of Korean Pine Needles. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(1), 31–36. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-1-6>
9. Lazarieva, L. M., Postoienco, V. O., Antonenko, P. P., Merzlova, H. V., Pushkar, T. D., Cherniuk, S. V., Rozputnii, O. I., Korol, A. P., & Herasymenko, V. Y. (n.d.). *Assessment of Acacia monofloral honey*. https://doi.org/10.15421/2021_86
10. Mazur, L., Gubsky, S., Dorohovych, A., & Labazov, M. (2018). Antioxidant properties of candy caramel with plant extracts. *Ukrainian Food Journal*, 7(1), 7–21. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2018-7-1-3>
11. Miranda, J. S., Costa, B. V., de Oliveira, I. V., de Lima, D. C. N., Martins, E. M. F., de Castro Leite Júnior, B. R., Almeida do Nascimento Benevenuto, W. C., Campelo de Queiroz, I., Ribeiro da Silva, R., & Martins, M. L. (2020). Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. *LWT*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109275>
12. Papp, N., Purger, D., Czigle, S., Czégényi, D., Stranczinger, S., Tóth, M., Dénes, T., Kocsis, M., Takácsi-Nagy, A., & Filep, R. (2022). The Importance of Pine Species in the Ethnomedicine of Transylvania (Romania). *Plants*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/plants11182331>
13. Penkina, N., Tatar, L., Kolesnyk, V., Karbivnycha, T., & Letuta, T. (2017). THE STUDY OF BEER QUALITY WITH THE REDUCED TOXIC EFFECT. *EUREKA: Life Sciences*, 1, 35–43. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00303>
14. Piechowiak, T., Balawejder, M., Grzelak-Błaszczuk, K., Oracz, J., & Matłok, N. (2023). Antioxidant activity of fruit jellies enriched with phytochemicals from *Pinus sylvestris* L. *LWT*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114262>
15. Sawant, S., Baldwin, T. C., Khan, H., & Rahman, A. (n.d.). *Evaluation of the effect of leaf development in Plectranthus amboinicus L. on.*

16. Semeniuc, C. A., Rotar, A., Stan, L., Pop, C. R., Socaci, S., Mireșan, V., & Muste, S. (2016). Characterization of pine bud syrup and its effect on physicochemical and sensory properties of kefir. *CYTA - Journal of Food*, 14(2), 213–218. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1085905>
17. Waheed, M., Hussain, M. B., Javed, A., Mushtaq, Z., Hassan, S., Shariati, M. A., Khan, M. U., Majeed, M., Nigam, M., Mishra, A. P., & Heydari, M. (2019). Honey and cancer: A mechanistic review. In *Clinical Nutrition* (Vol. 38, Issue 6, pp. 2499–2503). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.12.0>