SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



Baza čierna (Sambucus nigra) a jej účinky

Publikované 2. februára 2022

Marek Bandík, Ladislav Kohút, Simona Baldovská, Adriana Kolesárová

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva a Výskumné centrum AgroBioTech

História a súčasnosť

Baza čierna *(Sambucus nigra* L.*)* je jednou z najstarších liečivých rastlín používaná na liečbu a výživové účely vďaka veľkému množstvu biologicky aktívnych látok, vrátane zlúčenín s vysokou antioxidačnou kapacitou. Zo strany vedy a výskumu je veľký záujem o prírodné antioxidanty a farbivá z bazy čiernej. Pre svoje zdraviu prospešné a senzorické vlastnosti sa baza používa predovšetkým v potravinárskom a farmaceutickom priemysle. Podľa záznamov z 5. a 4. storočia pr. n. l. je baza opísaná ako prostriedok na liečenie mnohých ochorení, pričom sa využívajú všetky časti rastliny v čerstvom i sušenom stave. Baza je taktiež úžitkovou rastlinou, používa sa v kuchyni, bylinárstve a potravinárskom priemysle, pričom sa využíva kôra, kvet, plod a dreň. Tmavofialové bobule bazy sa používajú čerstvé a sušené. Baza je klasifikovaná a uznaná ako liek európskou agentúrou pre liečivá.

Evolúcia druhu

Najstaršie záznamy existencie druhu *Sambucus* sú z interglaciálneho obdobia. Najstaršie nálezy sú v archeologických náleziskách datované z obdobia mezolitu, neolitu, doby bronzovej, doby železnej a starého Ríma. Morfologické znaky a biologické vlastnosti dokazujú, že ide o starý terciérny druh, ktorý v ľadových dobách ustúpil na juh a po ich uplynutí sa vrátil do našej oblasti.

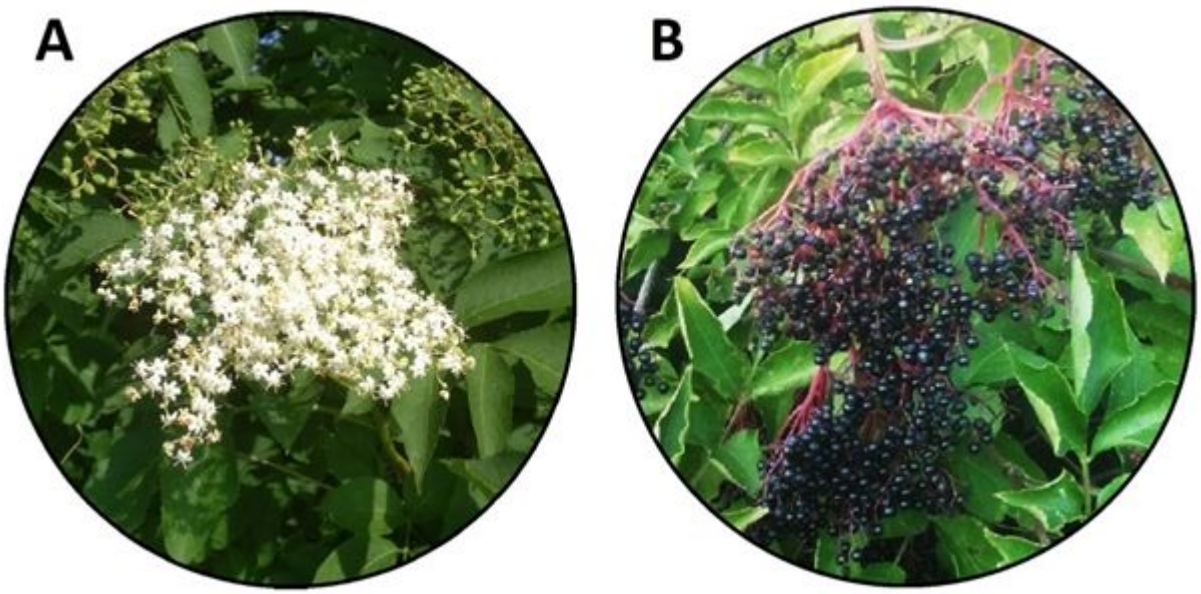
Rastlina a potravina

Baza čierna *(Sambucus nigra* L.) je široko rozkonárený ker s bielymi kvetmi a tmavofialovými bobuľami. Kvitne približne od júna do júla a na terapeutické účely sa využíva kôra, kvety a plody. Bazu môžeme použiť ako liečivo, farbivo, potravinu. Kvety bazy sa dajú použiť ako surovina pri výrobe šumivého vína, plody sa najčastejšie používajú na prípravu džemov a želé a pri výrobe vína. Na prípravu sa používajú čerstvé, sušené alebo mrazené časti rastliny. Z plodov bazy sa pripravuje

odvar a extrakty sa používajú ako potravinárske farbivá a aditíva.

Príprava odvaru z plodov bazy čiernej

Na jednu dávku odvaru použijeme 10 gramov sušených bobúľ. Bobule necháme niekoľko minút odstáť v studenej vode, potom ich pomaly začneme zahrievať. Bobule povaríme 5-10 minút a roztok prefiltrujeme.



Obrázok 1 Kvety (**A**) a plody (**B**) bazy čiernej (*Sambucus nigra*) (Baldovska et al., 2021)

Chemické zloženie bazy čiernej

Extrakt z bazy čiernej je bohatý na organické kyseliny, cukry a vo vysokom množstve sú tu prítomné antokyány. Ďalej štúdie potvrdili prítomnosť polyfenolických zlúčenín, pričom koncentrácia polyfenolov závisí od odrody bazy čiernej. Kôra rastliny obsahuje éterický olej, fytosterín, kyselinu valérovú, cholín, triesloviny, živice.

Najvyšší počet liečivých esencií sa nachádza v kvetoch bazy, pričom bolo zistených 35 monoesterifikovaných metabolitov v kvetoch bazy. Kvety obsahujú asi 3 % flavonoidov, vrátane rutínu, hyperozidu, kvercetínu, izokvercetínu, astragalínu, éterické oleje, glykozid sambunigrín, slizy a stopy trieslovín. Obsahujú aj malé množstvo silice maslovej (0,03 – 0,15 %), ktorá má vysoký obsah voľných mastných kyselín (66 % kyselina palmitová) a n-alkánov, amíny (cholín, etylamín, izobutylamín, izoamylamín), organické kyseliny (kyselinu valeriánovú, kyselinu askorbovú) a sacharidy. Okrem terpénu je v kvetoch bazy zastúpený parafín a uhľovodík trikosan, ďalej obsahuje fenolové látky (kyselina chlorogénová, kyselina kávová), rozpadové produkty glykozidu sambunigrínu (obsahuje kyselinu mandľovú, kyanovodík a glukózu), sliz a do 9 % minerálnych látok. V čerstvom kvete je 82 $mg.kg^{-1}$ vitamínu C.

Čerstvé zrelé plody obsahujú tyrozín, arómu plodov zabezpečujú zlúčeniny pentanal, heptanal a beta-damascenón. Plody bazy čiernej obsahujú vysoké množstvo sambuciózy (8 %), ďalej obsahujú organické kyseliny (jablčná, citrónová, chinová, chlorogénová, askorbová), antokyánové farbivá, polyfenoly, flavonoidy, vitamín C. Plody bazy čiernej obsahujú okolo 3 % trieslovín, pektín, karotenoidy, provitamín A, zložky vitamínu B, asi 20 redukujúcich sacharidov, stopy silice a ďalšie významné biologicky aktívne komponenty.

Farmakologické účinky

Baza čierna obsahuje viaceré skupiny flavonoidov (rutín, hyperozid, kvercetín, izokvercetín, astragalín). Je preukázané, že tieto biologicky aktívne látky majú protizápalový, antibakteriálny, proti-rakovinový účinok, posilňujú imunitný systém a upravujú hladinu cholesterolu. Okrem antioxidačných a proti-rakovinových účinkov potvrdzujú štúdie aj analgetický efekt extraktov z bazy čiernej.

Antimikrobiálny účinok

Výskumy potvrdzujú antimikrobiálne vlastnosti bazových extraktov. Tieto vlastnosti sa pripisujú najmä fenolovým zlúčeninám a flavonoidom prítomným v baze. Peptidy v kvetoch bazy čiernej vykazujú potenciálne účinky proti rôznym patogénom. Predpokladá sa, že ich antimikrobiálna aktivita súvisí s narušením bakteriálnej bunkovej membrány. Extrakt z bazy čiernej vykazuje antibakteriálny účinok proti ľudským patogénnym baktériám inhibíciou rastu gram-pozitívnych baktérií *Streptococcus pyogenes* a gram-negatívnych baktérií *Branhamella catarrhalis*.

Antivírusový účinok

Baza čierna sa často využíva ako podporný prostriedok pri prechladnutí a chrípke. Ukázalo, že vykazuje inhibičný účinok na šírenie ľudských patogénnych vírusov chrípky, preto baza čierna a extrakty z nej môžu poskytnúť alternatívne prístupy v boju proti infekciám. Klinické štúdie potvrdzujú, že prípravky, odvary a extrakty, ktoré sa užívajú do 48 hodín od začiatku akútnej respiračnej vírusovej infekcie, môžu skrátiť trvanie liečby a závažnosť symptómov bežného nachladnutia a chrípky. Množstvo dôkazov z predklinických štúdií preukazuje antivírusovú aktivitu bazy čiernej a bol potvrdený silný antivírusový účinok bazy čiernej na ľudské koronavírusy (napr. HCoV-NL63). Výsledky klinických štúdií zahŕňajúcich chrípkové a vírusové infekcie podporujú možné dopady bazy čiernej na COVID-19, avšak v súčasnosti neexistujú dôkazy podporujúce terapeutický účinok bazy čiernej pri liečbe alebo prevencii ochorenia COVID-19.

Účinok na imunitný systém

Vplyvu bazy čiernej na imunitný systém sa venovali viaceré štúdie, pričom boli opísané imuno-modulačné účinky extraktov z plodov bazy čiernej v dendritických bunkách získaných z kostnej drene myší. Aplikácia komerčne dostupného prípravku z výťažkov bazy čiernej ukázala terapeutický účinok na rôzne ochorenia a posun v imunitnej odpovedi.

Anti-hyperglykemický účinok

Na základe rôznych štúdií sa ukazuje, že extrakty kvetov bazy čiernej obsahujú bioaktívne zlúčeniny schopné modulovať metabolizmus glukózy a lipidov, čo umožňuje ich nutričné a farmaceutické využitie, preto baza čierna môže predstavovať aj efektívny výživový doplnok v prevencii alebo pri liečbe cukrovky. Vo vode rozpustné zlúčeniny z bazových kvetov sú schopné priamo stimulovať metabolizmus glukózy a podporovať sekréciu inzulínu pomocou β-buniek pankreasu. Extrakt z bazových kvetov významne zvyšuje príjem glukózy, jej oxidáciu a glykogenézu aj bez podávania inzulínu. Plody bazy čiernej taktiež priaznivo ovplyvňujú liečbu diabetickej osteoporózy, polyfenolové extrakty z bazy čiernej zlepšujú minerálnu hustotu kostí, ale znižujú aj množstvo telesného tuku.

Protizápalový účinok

Sledovaný bol aj účinok extraktov z plodov bazy čiernej v kombinácii s nanočasticami striebra. Štúdie ukázali ich pozitívny vplyv na znižovanie zápalových procesov a hladín cytokínov a bolo preukázané aj ich možné použitie pri liečbe psoriázových lézií. Protizápalový účinok bazy čiernej bol dokázaný aj

inhibíciou produkcie oxidu dusného makrofágmi a dendritickými bunkami. Zložky bazy čiernej modulujú zápalovú aktivitu, čo zároveň zvyšuje jej nutričnú hodnotu. Okrem inhibície oxidu dusného pri reakcii na zápalové procesy bolo potvrdené aj znižovanie expresie génov zápalových dráh (IL-1β, IL-6, TNF-α a COX-2) pôsobením extraktu z bazy čiernej.

Antioxidačný účinok

Rastlinné polyfenoly sú známymi lapačmi voľných radikálov a sú schopné chrániť ľudské telo pred oxidačným stresom. Baza pôsobí ako antioxidant, chráni bunkové membrány pred pôsobením voľných radikálov, spomaľuje proces starnutia buniek živočíchov a človeka, zmierňuje starnutie pokožky a zápal vyvolaný UVB žiarením a má veľký vplyv pri potláčaní oxidačného stresu. Priaznivé účinky extraktu z bazy čiernej boli potvrdené na keratinocytoch ľudskej kože (HaCaT) ožiarených UVB. Extrakt z bazy preukázal dobrú účinnosť pri zachytávaní voľných radikálov redukovaním tvorby reaktívnych foriem kyslíka (ROS) v závislosti od dávky. Výskumy potvrdzujú účinok antioxidantov z bazy na neurodegeneratívne a nádorové ochorenia. Vďaka vysokému obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivite sa extrakty z bazy čiernej ukazujú aj ako veľmi efektívny prostriedok na zvyšovanie výkonu pri cvičení a fyzickej aktivite. Vďaka svojej vysokej antioxidačnej aktivite extrakty z bazy čiernej znižujú hladiny oxidačného stresu, zlepšujú fungovanie vaskulárneho systému a metabolizmus kostrového svalstva.

Anti-rakovinový účinok

Výsledky laboratórnych meraní ukázali, že flavonoidy z bazy čiernej sú dôležité v prevencii nádorových ochorení. V súčasnosti sú známe viaceré mechanizmy účinkov bazy, ako sú antiproliferačná a proapoptická aktivita. Ide napríklad o inaktiváciu prokarcinogénov, inhibíciu proliferácie nádorových buniek, inhibíciu angiogenézy a indukciu programovanej bunkovej smrti (apoptóza). Experimenty preukázali schopnosť extraktu z bazy alebo jej častí potláčať proliferáciu a životaschopnosť rôznych nádorových bunkových línií. Taktiež bol potvrdený proti-rakovinový účinok aglutinínu z bazy čiernej indukovaním cielenej apoptózy v nádorových bunkách vaječníkov prostredníctvom mitochondriálnej dysfunkcie.

Účinok na reprodukciu

Schopnosť bazy ovplyvňovať ovariálne bunky naznačujú potenciálnu užitočnosť bazy čiernej v prevencii reprodukčných porúch. Extrakty z plodov a kvetov bazy majú sľubný stimulačný účinok na životaschopnosť ľudských buniek vaječníkov *stratum granulosum*, čo naznačuje jej potenciálne využitie v oblastiach biotechnológie, asistovanej reprodukcie a ako biostimulátor ženských reprodukčných procesov. Kvety a plody bazy môžu mať potenciálny vplyv na steroidogenézu reguláciou sekrécie steroidných hormónov *in vitro*. Účinok bazy čiernej na podporu uvoľňovania steroidných hormónov naznačuje potenciálnu použiteľnosť tejto rastliny a rutínu, ktorý sa vo veľkom množstve nachádza v baze, na podporu nereprodukčných a reprodukčných funkcií, vrátane procesu ovariálnej folikulogenézy a plodnosti. V kvetoch boli objavené fytohormóny thelikiníny, ktoré vyvolávajú u myší zmeny v estrálnom cykle predĺžením obdobia estru (vlastná ruja).

Vedľajšie účinky, kontraindikácie a toxicita

Toxickou časťou rastliny sú kôra, listy a najmä nezrelé plody s miernym toxickým účinkom, ktorý je spôsobený sambunigrínom, horčinami a trieslovinami. Sambunigrín je glykozidicky viazaný kyanovodík. Otrava sambunigrínom nastáva po konzumácii veľkého množstva čerstvých plodov alebo vypití šťavy z neprevarených bobúľ. Pre miernu toxicitu sú plody bazy surové nekonzumné, pri prejdením varom sa však stávajú jedlými. Príznaky otravy sa prejavujú ako vracanie, nevoľnosť a hnačky. Pri otrave je potrebné vyvolať zvracanie a podať živočíšne uhlie, preháňadlá a kontrolovať

krvný obeh.

Záver

Baza čierna (*Sambucus nigra*) púta pozornosť pre jej jednoduché pestovanie a vysokou dostupnosťou fytonutrientov a biologicky aktívnych substancií. Táto rastlina a rôzne jej časti, vrátane kvetov a plodov, má veľký význam pre človeka pre jej potenciálne využitie v medicíne a tradičnom liečiteľstve pri prevencii alebo liečbe rôznych ochorení vďaka obsahu veľkého spektra biologicky aktívnych látok s priaznivými terapeutickými účinkami. Väčšina dostupných údajov o terapeutickom pôsobení bazy čiernej je zameraná na jej antimikrobiálne účinky, antioxidačnú a proti-rakovinovú aktivitu, ale aj na aktivácia imunitných, protizápalových procesov a reguláciu hormónov. Napriek tomu bola väčšina týchto účinkov preukázaná iba na obmedzenom množstve výskumov na zvieratách alebo v *in vitro* štúdiách, pričom klinické skúšky sú zriedkavé.

Poďakovanie: Vedecká publikácia bola financovaná z projektov Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR APVV-18-0312, DS-FR-19-0049, VEGA 1/0266/20 a KEGA 033SPU-4/202.

Použitá literatúra

Atkinson, M. D. & Atkinson E. (2002). Sambucus nigra L. *Journal Ecology*, 90(5), 895-923. https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2002.00698.x

Álvarez, C. A., Barriga, A., Albericio, F., Romero, M. S., & Guzmán, F. (2018). Identification of peptides in flowers of Sambucus nigra with antimicrobial activity against aquaculture pathogens. *Molecules*, 23(5), 1033. https://doi.org/10.3390/molecules23051033

Badescu, L., Badulescu, O., Badescu, M., & Ciocoiu, M. (2012). Mechanism by Sambucus nigra extract improves bone mineral density in experimental diabetes. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2012. https://doi.org/10.1155/2012/848269

Baldovska, S., Roychoudhury, S., Bandik, M., Mihal, M., Mnahoncakova, E., Arvay, J., Pavlik, A., Slama, P., Kolesarova, A. (2021). Ovarian steroid hormone secretion by human granulosa cells after supplementation of *sambucus nigra L.* extract. *Physiological Research*, 70, 755-764. https://doi.org/10.33549/physiolres.934680

Bhattacharya, S., Christensen, K. B., Olsen, L. C., Christensen, L. P., Grevsen, K., Færgeman, N. J., ... & Oksbjerg, N. (2013). Bioactive components from flowers of Sambucus nigra L. increase glucose uptake in primary porcine myotube cultures and reduce fat accumulation in Caenorhabditis elegans. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(46), 11033-11040. https://doi.org/10.1021/jf402838a

Chowdhury, S. R., Ray, U., Chatterjee, B. P., & Roy, S. S. (2017). Targeted apoptosis in ovarian cancer cells through mitochondrial dysfunction in response to Sambucus nigra agglutinin. *Cell death & disease*, 8(5), e2762-e2762. https://doi.org/10.1038/cddis.2017.77

David, L., Moldovan, B., Vulcu, A., Olenic, L., Perde-Schrepler, M., Fischer-Fodor, E., ... & Filip, G. A. (2014). Green synthesis, characterization and anti-inflammatory activity of silver nanoparticles using European black elderberry fruits extract. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 122, 767-777. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2014.08.018

Frøkiær, H., Henningsen, L., Metzdorff, S. B., Weiss, G., Roller, M., Flanagan, J., ... & Ibarra, A. (2012). Astragalus root and elderberry fruit extracts enhance the IFN-β stimulatory effects of Lactobacillus acidophilus in murine-derived dendritic cells. *PLoS One*, 7(10), e47878. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047878

Golian, J. (2017). *Hygiena potravín* (3. preprac. vyd). Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita.

Gray, A. M., Abdel-Wahab, Y. H., & Flatt, P. R. (2000). The traditional plant treatment, Sambucus

nigra (elder), exhibits insulin-like and insulin-releasing actions in vitro. *The Journal of nutrition*, 130(1), 15-20. https://doi.org/10.1093/jn/130.1.15

Hale, A., Betül, D. E. M. & Kemal, H. (2014). The volatile compounds of elderberries (Sambucus nigra L.). *Natural Volatiles and Essential Oils*, 1(1), 51-54.

Harnett, J., Oakes, K., Carè, J., Leach, M., Brown, D., Cramer, H., ... & Anheyer, D. (2020). The effects of Sambucus nigra berry on acute respiratory viral infections: A rapid review of clinical studies. *Advances in integrative medicine*, 7(4), 240-246. https://doi.org/10.1016/j.aimed.2020.08.001

Hejný, S. (2001). *Sambucus. In : Mareček, F. et al. Zahradnický slovník naučný 5 R-Ž*. Praha : Ústav zemědelských a potravinářských informací.

Ho, G. T. T., Wangensteen, H., & Barsett, H. (2017). Elderberry and elderflower extracts, phenolic compounds, and metabolites and their effect on complement, RAW 264.7 macrophages and dendritic cells. *International journal of molecular sciences*, 18(3), 584. https://doi.org/10.3390/ijms18030584

Hričovský, I. (1997). Menej rozšírené ovocné druhy: Ovocniny pre vyššie polohy. *Záhradkár*, 33(8), 30-31.

Jørgensen, U., Hansen, M., Christensen, L. P., Jensen, K., & Kaack, K. (2000). Olfactory and quantitative analysis of aroma compounds in elder flower (Sambucus nigra L.) drink processed from five cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(6), 2376-2383. https://doi.org/10.1021/jf9909407

Kaack, K., & Austed, T. (1998). Interaction of vitamin C and flavonoids in elderberry (Sambucus nigra L.) during juice processing. *Plant foods for human nutrition*, 52(3), 187-198. https://doi.org/10.1023/A:1008069422202

Kashi, D. S., Shabir, A., Da Boit, M., Bailey, S. J., & Higgins, M. F. (2019). The efficacy of administering fruit-derived polyphenols to improve health biomarkers, exercise performance and related physiological responses. *Nutrients*, 11(10), 2389. https://doi.org/10.3390/nu11102389

Krawitz, C., Mraheil, M. A., Stein, M., Imirzalioglu, C., Domann, E., Pleschka, S., & Hain, T. (2011). Inhibitory activity of a standardized elderberry liquid extract against clinically-relevant human respiratory bacterial pathogens and influenza A and B viruses. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 1-6. https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-16

Kresánek, J., Dugas, D. (1985). Príručný atlas liečivých rastlín. Martin: Osveta.

Lin, P., Hwang, E., Ngo, H. T., Seo, S. A., & Yi, T. H. (2019). Sambucus nigra L. ameliorates UVB-induced photoaging and inflammatory response in human skin keratinocytes. *Cytotechnology*, 71(5), 1003-1017. https://doi.org/10.1007/s10616-019-00342-1

Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., & Łysiak, G. P. (2018). Bioactive properties of Sambucus nigra L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of functional foods*, 40, 377-390. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.025

Moldovan, B., David, L., Achim, M., Clichici, S., & Filip, G. A. (2016). A green approach to phytomediated synthesis of silver nanoparticles using Sambucus nigra L. fruits extract and their antioxidant activity. *Journal of Molecular Liquids*, 221, 271-278. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.06.003

Moszczyński, P. (1996). Jak zmniejszyć ryzyko zachorowania na miażdżycę. *Cz. IV. WIAD. ZIEL*, 6, 13-14.

Olejnik, A., Kowalska, K., Olkowicz, M., Rychlik, J., Juzwa, W., Myszka, K., ... & Białas, W. (2015). Anti-inflammatory effects of gastrointestinal digested Sambucus nigra L. fruit extract analysed in co-cultured intestinal epithelial cells and lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *Journal of*

Functional Foods, 19, 649-660. https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.064

Pereira, D. I., Amparo, T. R., Almeida, T. C., Costa, F. S. F., Brandão, G. C., Santos, O. D. H. D., ... & Bianco de Souza, G. H. (2020). Cytotoxic activity of butanolic extract from Sambucus nigra L. flowers in natura and vehiculated in micelles in bladder cancer cells and fibroblasts. *Natural Product Research*, 1-9. https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1851220

Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2003). Flavonoids: promising anticancer agents. *Medicinal research reviews*, 23(4), 519-534. https://doi.org/10.1002/med.10033

Salvador, Â. C., Król, E., Lemos, V. C., Santos, S. A., Bento, F. P., Costa, C. P., ... & Rocha, S. M. (2017). Effect of elderberry (Sambucus nigra L.) extract supplementation in STZ-induced diabetic rats fed with a high-fat diet. *International journal of molecular sciences*, 18(1), 13. https://doi.org/10.3390/ijms18010013

Starý, F. (2001). Léčivé a aromatické rostliny. *In : MAREČEK, F. et al. Zahradnický slovník naučný 5 R-Ž*. Praha : Ústav zemědelských a potravinářských informací.

Šmirják, Marián. (2011). *Bioriziká vidieka* (Vol.1). Bratislava: Štátny veterinárny a potravinový ústav.

Toropilová, D., Takáč, L., Tomko M., Toropila M., Frič M. (2015). Intoxikácie Prírodnými Zdrojmi. *Priemyselná Toxikológia 2015*, 306.

Vlachojannis, J. E., Cameron, M., & Chrubasik, S. (2010). A systematic review on the sambuci fructus effect and efficacy profiles. *Phytotherapy Research*: *An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 24(1), 1-8. https://doi.org/10.1002/ptr.2729

Waknine-Grinberg, J. H., El-On, J., Barak, V., Barenholz, Y., & Golenser, J. (2009). The immunomodulatory effect of Sambucol on leishmanial and malarial infections. *Planta medica*, 75(06), 581-586. Wu, X., Gu, L., Prior, R. L., & McKay, S. (2004). Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of Ribes, Aronia, and Sambucus and their antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(26), 7846-7856. https://doi.org/10.1055/s-0029-1185357