

SZAKDOLGOZAT

Erdős Anna

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnöki alapképzési

**SZŐLŐTÖRKÖLY-FRAKCIÓK POLIFENOL- ÉS
FLAVONOID TARTALMÁNAK, VALAMINT
ANTIOXIDÁNS AKTIVITÁSÁNAK VIZSGÁLATA**

Belső konzulens: Dr. Kovács Zoltán
egyetemi tanár

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet
Élelmiszeripari Műveletek és
Folyamattervezés Tanszék

Készítette: Erdős Anna

Budapest

2025

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. Célkitűzés.....	4
3. Szakirodalmi áttekintés	5
3.1. Szőlőfeldolgozás.....	5
3.2. Bianca, a felhasznált szőlőfajta	6
3.3. Szőlő feldolgozás során keletkező melléktermékek és azok jellemzői	7
3.4. Szőlőtörköly.....	9
3.5. Verjus.....	11
4. Alkalmazott módszerek	13
4.1. Szüret	13
4.2. Szőlő feldolgozása	13
4.3. Extrakció.....	14
4.4. Titrálás	14
4.5. Összes polifenol tartalom vizsgálat (TPC)	15
4.6. Összes flavonoid tartalom vizsgálata (TFC)	16
4.7. Vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás (FRAP).....	18
4.8. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás vizsgálata (DPPH)	19
5. Eredmények és értékelésük.....	22
5.1. A szőlő feldolgozása és a törköly kezelése	22
5.2. Összes polifenol tartalom vizsgálat (TPC)	23
5.3. Összes flavonoid tartalom vizsgálata (TFC)	25
5.4. Vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás (FRAP).....	26
5.5. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás vizsgálata (DPPH)	28
6. Következtetések és javaslatok.....	32

7. Összefoglalás	33
8. Irodalomjegyzék	35
9. Táblázatok jegyzéke.....	42
11. Köszönetnyilvánítás	43

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb szerepet játszik a fenntarthatóság kialakítása, ezzel kapcsolatban az élelmiszeriparban is előtérbe kerülnek olyan kérdéskörök, hogy a nagy mennyiségben keletkező melléktermékeket, hogyan lehet felhasználni, hasznosítani. Jelenleg számos élelmiszeripari mellékterméket sajnos hulladékként kezelnek. Ez a nagyfokú környezeti terhelésen felül még jelentős többletmunkával és magas költségekkel is jár, így nem csak környezeti, de gazdasági terhet is jelent.

A szőlő napjaink egyik legnagyobb mennyiségben termesztett gyümölcse a világon. Nemcsak friss fogyasztásra kerül, hanem számos feldolgozott termék – például bor, szőlőlé vagy mazsola – alapanyagául is szolgál. A szőlőfeldolgozás és különösen a borkészítés egyik legjelentősebb mellékterméke a törköly, amelyet a legtöbb esetben hulladékként kezelnek, noha értékes beltartalmi összetevői, elsősorban a polifenolos vegyületek, jól ismertén egészségvédő hatásúak. A hasznosított törköly jellemzően alacsony hozzáadott értékű feldolgozáson megy keresztül – például pálinka-alapanyagként vagy állati takarmány-kiegészítőként alkalmazzák. Szárított és porított formában ugyan étrend-kiegészítőként is forgalomban van, azonban ez elsősorban az érett szőlő feldolgozásából származó törkölyre vonatkozik. A verjus-gyártás során keletkező, éretlen szőlőből származó törköly összetételéről és hasznosítási lehetőségeiről ezzel szemben még igen kevés tudományos adat áll rendelkezésre.

Témám aktualitását mutatja még, hogy újra kezd elterjedni az emberiség által már az ókorban is használt verjus, azaz éretlen szőlőlé használata. Ezzel a savanyú lével váltják ki sokszor a citromlé és az ecet használatát. Leginkább fine dining éttermekben és bárokban használják, de napjainkban már egyre több tudatos fogyasztó konyhájában is felbukkan ez a termék. Az érdeklődés újbóli növekedése jól illeszkedik a fenntartható és egészségtudatos táplálkozás irányába mutató trendekhez.

A hulladékáramból újrafeldolgozható anyagok kezelésére, gyűjtésére, válogatására és használatára szolgáló eljárások azonosítása és fejlesztése kiemelt fontosságú. A szőlőfeldolgozás melléktermékeinek hatékony hasznosítása tehát nemcsak gazdasági és egészségügyi szempontból indokolt, hanem a környezetvédelmi célkitűzésekkel is összhangban áll.

2. Célkitűzés

A dolgozat célja az éretlen (verjus-előállításból származó) és az érett szőlő feldolgozása során keletkező törkölyfrakciók (mag, héj, szár) kémiai összetételének és antioxidáns tulajdonságainak összehasonlító vizsgálata. A kutatás középpontjában a szőlőtörköly, mint melléktermék értéknövelő hasznosításának lehetősége áll.

Ennek keretében a vizsgálataim során a következő feladatokat végeztem el:

- az éretlen és érett szőlő feldolgozása, valamint a lékinyerés és törköly-elválasztás elvégzése,
- a kapott törkölyfrakciók (mag, héj, szár) elkülönítése és tömegarányuk meghatározása,
- a frakciókból etanolos kivonatok készítése további analitikai vizsgálatokhoz,
- a kivonatok összes polifenol-tartalmának (TPC), összes flavonoid-tartalmának (TFC), antioxidáns-kapacitásának (FRAP és DPPH módszerekkel) meghatározása,
- az éretlen és érett szőlőből származó frakciók eredményeinek összehasonlítása a mért paraméterek alapján.

A vizsgálatok célja annak feltárása volt, hogy az érettségi állapot és a frakció típusa milyen mértékben befolyásolja a szőlőtörköly antioxidáns és polifenolos jellemzőit. Az eredmények hozzájárulhatnak a szőlőfeldolgozási melléktermékek tudományosan megalapozott, fenntartható hasznosításához.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Szőlőfeldolgozás

2022-ben a globális szőlőtermesztés elérte a nyolcvanmillió tonnát. (Samarakoon & Rupasinghe, 2025) Mivel a fogyasztók körében egyre népszerűbb a gyümölcsök, zöldségek és egyéb bioaktív vegyületekben és nutraceutikumokban gazdag élelmiszerek fogyasztása. Az utóbbi időben jelentősen megnőtt az érdeklődés a szőlőben található bioaktív fenolos vegyületekre, mivel számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, például remek antioxidáns forrás továbbá rákellenes, gyulladáscsökkentő, antimikrobális és öregedésgátló hatással is bírhat (Rasines-Perea & Teissedre, 2017).

A szőlőt sokféleképpen felhasználhatjuk, készíthetünk belőle például mustot, bort és mazsolát is (Zhou és mtsai., 2022). Az éretlen szőlő kipréselésével – hasonlóan a must készítésnél is használt eljárással - pedig verjust kapunk (Salah Eddine és mtsai., 2020).

A borkészítésnél feldolgozási folyamatot két szakaszra bonthatjuk, első a szőlő feldolgozása, második pedig a must kierjesztése. Miután a feldolgozó egység fogadta a szőlőt, következik a bogyók feltárása és a kocsányleválasztás, ezt zúzó-bogyózó géppel végzik. Ezt követi a cefreszállítás, azaz a törkölyös must továbbítása, majd ennek a kezelése. Itt a legfontosabb dolog az oxidáció elleni védelem, az erjedési folyamat könnyebb irányíthatósága érdekében. Fontos még visszaszorítani a borélesztők átmeneti elszaporodását és meggátolni a káros mikrobatelepek kialakulását, ez például kénsav használatával vagy gyors és jól kivitelezett technológiai sorral érhető el. Következő lépés a mustelválasztás, mely során a cefréből kinyerhető must nagyrészt elválasztjuk a törkölytől, így a megmaradó cefre sajtolása könnyebb és gyorsabb lesz. A sajtótöltés és sajtolás során keletkezik a törkölypogácsa. Ez a művelet a szőlőfeldolgozás egyik legidőigényesebb és legkritikusabb pontja. Végezhető szakaszos és folyamatos üzemben. Utolsó előtti lépés a must osztályozása és gyűjtése, majd ezt követi a sajtók ürítése és a törköly elszállítása. Ezeket a technológiai lépéseket követi a keletkezett mustfrakciók megfelelő kierjesztése (Edelényi és mtsai., 1982).

3.2. Bianca, a felhasznált szőlőfajta

A Bianca egy Magyarországról származó, a Villard blanc és a Cha Sellas Bouvier fajták keresztezésével létrehozott rezisztens hibrid szőlőfajta (Antonina & Ana, 2024). A nemesítését 1982-ben, Csizmadia József és Bereznai László végezték Egerben számos további fajtával együtt (Ferenc és mtsai., 2014).

Nyitrai Sárdy és munkatársai (2022) leírása alapján ez egy korai érésű, nem túl érzékeny, gombásodásnak jól ellenálló és nagyszerű fagyűrő de a szárazságot nehezen viseli. Az egyre gyakrabban előforduló, szélsőséges időjárási viszonyokat nehezen viseli, emiatt hiába termesztik már 30 éve, még nem ismerték ki a kutatók teljes mértékben a fajta jellegzetes reakcióit (Nyitrai Sárdy és mtsai., 2022). Erős növekedése ellenére termésmennyisége közepes, 9-12 t/ha termésátlagú. Hajtása merev, levelei közepes méretűek, felszínük fényes, csupasz, világoszöld színű. Levelei tölcséres, karéjosítottak, levélfogazata éles, fűrész, erezte és levélnyele részben vöröses. Fürtszerkezete kicsi és hengeres, bogyói közepes nagyságú, gömbölydedek, színük hamvas zöldessárga (Tóth & Pernes, 2001). Bogyói közepes méretűek, vékony héjjal, íze harmónikus, nem túl savas, fajtajellegű aromával rendelkezik. Nagy léhozamú, cukortartalma elérheti akár a 20-28%-ot. Egyaránt készíthető belőle száraz és édes bor, valamint desszertbor is (Antonina & Ana, 2024).

3.3. Szőlő feldolgozás során keletkező melléktermékek és azok jellemzői

Spigno és munkatársai (2017) megállapították, hogy a szőlőfeldolgozási folyamatban több periódusban keletkeznek szilárd melléktermékek a szőlőtőkék karbantartásától a bor palackozásáig. Ilyenek lehetnek például a szőlővesszők, -szárok, -levelek, a törköly, a seprő és a szűrőpogácsák.

A szőlővesszők mezőgazdasági hulladéknak számítanak azt, hogy ezekből mennyi keletkezik, nagyban befolyásolja az ültetvény szerkezete. A szár részek a teljes borászati hulladék szilárd tömegének körülbelül 14%-át teszik ki (Spigno és mtsai., 2017).

A szőlőtörköly adja ezen hulladékok fő részét. Akár a keletkező szilárd hulladék súlyának 60%-át, a feldolgozásra beérkezett szőlőnek pedig a 20-25%-át is kiteheti. A szőlőtörköly szőlőmagokból, -héjakból és maradék szár részekből áll. Ha vörösbor készítés során keletkezik, akkor egy erjesztett törkölyt kapunk, ha pedig szőlőlé vagy fehérbor gyártás során, akkor egy nem erjesztett törkölyt. A szőlőhéjak körülbelül a törköly mennyiségének felét teszik ki. A magok és a héj aránya a felhasznált szőlő fajtájától függően eltérő lehet (Spigno és mtsai., 2017).

A szőlővesszők fő összetevője a cellulóz, melyet a lignin és a hemicellulóz követ. Ezek mennyiségét Max és munkatársai hidrolízis után 34%, 27% és 19% arányokban határozták meg (2009).

Prozil és munkatársai (2014) vizsgálatai szerint a szőlőszárat specifikus ligninszerkezet és magas tannintartalom jellemzi, ami miatt igen nehéz tiszta cellulózt előállítani belőle. A szőlőszárak ligninjének kondenzációs foka magasabb, mint a hagyományos fa ligninjéé és más mezőgazdasági maradványokból származó lignineké (Prozil és mtsai., 2014).

Spigno és munkatársai (2017) arra jutottak, hogy a szőlőtörköly kémiai összetétele nagyban függ attól, hogy fehér vagy vörösbor készítés során keletkezett törkölyről van-e szó. A vörösbor készítés során keletkező erjesztett törköly cukor és fenoltartalma jóval alacsonyabb, a fehérbor vagy szőlőlé készítés során keletkező erjesztetlen törkölyé pedig jóval magasabb (Spigno és mtsai., 2017).

Deng és munkatársai (2011) megállapították, hogy a szőlő héjának fehérjetartalma általában 5-12% között mozog, hamutartalma pedig 2% és 8% között. Oldható cukortartalma a feldolgozási eljárástól függően nagyon széles skálán, 1% és 70% között mozoghat. A szárazanyagtartalom

közel 60%-át rostok alkotják, amelynek akár 98,5% adhatják oldhatatlan ételmi rostok. Pinelo és munkatársai (2006) megállapították, hogy a szőlő sejtfala semleges poliszacharidokból, savas pektinekből, oldhatatlan proantocianidinekből, ligninből, szerkezeti fehérjékből áll. A szőlőhéj jelentős fenolos vegyülettartalommal rendelkezik, mely két részre osztható, egy része sejtfal-fenolként, másik része pedig nem sejtfal fenolként, például sejtmaghoz kapcsolódó fenolként van jelen. A szőlőhéj fenolos összetételének fajtától és termesztési körülményektől függően változik. Elmondható, hogy a szőlőszemben található tanninok legnagyobb mennyisége a héjban található. Továbbá a héj tanninjai magas polimerizációs fokkal rendelkeznek (átlagosan 28 és maximum 80), és alacsony galláttartalommal (körülbelül 5%) a mag tanninjaihoz képest (Pinelo és mtsai., 2006).

Abouelenein és munkatársai (2023) vizsgálatának alapján szőlőmag magas rost-, fehérje-, hamu- és többszörösen telítetlen zsírtartalommal rendelkezik. Ásványianyag tartalmuk is jelentős, ami a legnagyobb mennyiségben kimutatható, az a kalcium.

3.4. Szőlőtörköly

A törköly a szőlő préselése után a présben maradó anyagok összessége. Ez a bor készítése során a legnagyobb mennyiségben keletkező melléktermék, melynek csak csekély részét és csak bizonyos helyeken hasznosítják újra, pedig jelentős mennyiség keletkezik belőle. A Nemzetközi Szőlészeti és Borászati szervezet (OIV) adatai szerint minden 100 kg feldolgozott szőlőből átlagosan 25 kg törköly keletkezik. Ezt a termelők legtöbb esetben hulladékként kezelik (De La Cruz-Azabache és mtsai., 2022).

Grevtseva és Gubsky megállapították, (2023) hogy a szőlőtörköly összetétele nagyjából a következők szerint tevődik össze: 50%-a héj, 25%-a mag, a fennmaradó rész pedig kocsány. De La Cruz-Azabache és munkatársai (2022) vizsgálatai alapján ezekben a növényi részekben magas a polifenol tartalom, ezt legnagyobb részben a magok őrzik meg (60-70%), de a héjban is 30-40% marad. Mindez függ a szőlő fajtájától, az érettségétől és a technológiai eljárásoktól. Ezek a vegyületek nagy antioxidáns kapacitással rendelkeznek. Jelentős az élelmi rost és fehérjetartalma. (De La Cruz-Azabache és mtsai., 2022). A szőlőtörköly lipidtartalma szárazanyagra vonatkoztatva 3,4% és 8,9% között mozog, és a szőlőmagból kinyert olaj nagy mennyiségű, többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaz (Samarakoon & Rupasinghe, 2025). Campanella és munkatársai (2017) mérései alapján ásványianyag tartalom tekintetében elsősorban kálium található benne, ezt követi a kalcium, a nátrium és a foszfor. Krasteva és munkatársai (2023) kutatása alapján a vörös szőlőmag polifenoltartalma magasabb, mint a fehér szőlő magjé.

A szőlőtörköly azok közé az élelmiszeripari melléktermékek közé tartozik, amelyeknek az újrahasznosítása ígéretes és előremutató lehet, kedvező beltartalmi értékei miatt (Dugan és mtsai., 2025). Hagyományos felhasználásai közé tartozik, hogy állati takarmányozásra vagy talajjavításra használják. Készíthetnek belőle hozzáadott értékkel rendelkező termékeket. Ilyenek például a szőlőmag olaj, az étkezési savak, az etanol vagy az élelmi rost készítmények. (Samarakoon & Rupasinghe, 2025). Feldolgozott, liszté őrölt formája, akár 1,0%-os koncentrációban, természetes adalékanyagként szolgálhat húskészítményes eltarthatóságának és funkcionális minőségének növelésében (Karlıoğlu, 2025). Készíthető belőle étrendkiegészítőként használható, különböző mikroorganizmusok segítségével előállított, jótékony hatású szer. Ez előnyös és fokozott biológiai tulajdonságokat mutatott, például remek antioxidáns és gyulladáscsökkentő. (Samarakoon & Rupasinghe, 2025). A legnépszerűbb, szőlőtörkölyből előállított termékek a kivonatok és porok, mivel nem igényelnek különleges

tárolási körülményeket és jól felhasználhatóak további termékek alapanyagaiként. Használják ezeket sütőipari termékekben, például kenyerekbe és süteményekbe, mert növelik a végtermék tápértékét, javítják a tészta szerkezetét és lassítják a zsírok oxidációs folyamatait (Grevtseva & Gubsky, 2023).

3.5. Verjus

A verjus más néven zöld szőlőlé az éretlen szőlő mechanikus erővel préselt, nem erjesztett, savanykás leve. Ez a folyadék Nasser és munkatársai (2020) vizsgálatai alapján alkaloidokat, polifenolos vegyületeket – például tanninokat és flavonoidokat -tartalmaz, emellett nagy az antioxidáns kapacitása. Ezen előnyös tulajdonságai miatt nem csak ételmezési célból használjuk, hanem jelentős potenciállal bír kozmetikai és gyógyászati célú felhasználás szempontjából is (Nasser és mtsai., 2020). Magas savtartalom és alacsony cukortartalom jellemezi, íze enyhén fanyar, jellegzetes. Ételek ízesítésére, savanyúvá tételére használható, az ecet vagy citromlé alternatívájaként is megállja a helyét. Már az ókori rómaiak is használták. Annak ellenére, hogy régóta a gasztronómiai élet része, nincs elismert, szabványosított elkészítési és azonosítási módja (Dupas de Matos és mtsai., 2017). Szabályozás az osztrák élelmiszerkönyvben található rá (*Österreichisches Lebensmittelbuch*, N. a.). Öncül és Karabivikli (2019) megállapították, hogy verjus akár élelmiszer tartósítási céllal is felhasználható, mivel korábban antimikrobás hatását is kimutatták. Ezen felül Sengun és munkatársai (2019) arra jutottak, hogy a verjus csirke pácokban is csökkentette a *Salmonella Typhimurium* számát, illetve a főzési veszteséget is redukálta.

Nikfardjam (2008) leírja, hogy már az ókori görögök által ismert volt, használták ételízesítésre és gyógyításra is és már Hippokratész írt róla, megemlítve a fekélyek kezelésében való felhasználását is. A középkorban ezek mellett használták még a verjust savanyító anyagként, és emésztés segítésére is. Az iszlám orvoslásban is megjelent, mint emésztést segítő szer, amit például agyvelő fogyasztása után volt tanácsolták ezt inni. A keleti konyhákban ma is széles körben használják. A perzsák „Abe ghureh”-nek nevezik, a törökök pedig „Koruk suyu”-nak, előbbi éretlen szőlővizet, utóbbi éretlen szőlőlevet jelent. Az utóbbi időben a verjus iránti érdeklődés nyugaton is nőtt (S. POUR NIKFARDJAM, 2008).

Zibaeenezhad és munkatársai (2012) egészséges önkéntesek bevonásával vizsgálták a verjus, hatását a lipidprofil változására. A 42 önkéntesen végzett kísérlet során, az alanyokat arra kérték, hogy az ebéd és a vacsora utáni időintervallumban igyanak meg 10-10 ml verjust. A tanulmány kezdésekor és 120 adag verjus elfogyasztása után a résztvevőkön éhgyomri lipidprofil vizsgálatot végeztek. Következtetésként megállapították, hogy a rendszeres verjus fogyasztás szignifikáns javulást eredményez a HDL-koleszterin szintben (Zibaeenezhad és mtsai., 2012).

Mivel Iránban egy elterjedt hiedelem, hogy a verjus fogyasztása jótékony hatást gyakorol a magas vérnyomásra és a vérzsír profilra, így erre a hipotézisre még egy vizsgálat irányul. Itt Mohsen és munkatársai (2011) a vizsgálati alanyokat, három csoportra osztották: (A) 20-30 éves egészséges önkéntesek; (B) 30-60 éves hiperlipidémiás betegek; és (C) 30-60 éves hiperlipidémiás és magas vérnyomású betegek. Mindegyiküket arra kérték, hogy egy hónapon keresztül naponta kétszer fogyasszanak el 200 ml verjust. A vizsgálat során elemezték az alanyok vérmintáit és az azokban bekövetkező esetleges változásokat, illetve figyelemmel követték a vérnyomásukat. Megállapították, hogy az egészséges önkénteseknél nem volt szignifikáns különbség a lipidprofil-komponensek, a pulzusszám és a vérnyomás szintje között a verjuice fogyasztása előtt és után. (B) Hiperlipidémiás és (C) hiperlipidémiás, valamint magas vérnyomású embereknél a verjuice fogyasztása négy hét után jelentős vérnyomáscsökkenést eredményezett, és csökkent a triglicerid és a teljes koleszterin szint is illetve előidézett további előnyös változásokat is (Mohsen és mtsai., 2011).

Egy áttekintő vizsgálatban Ahmandi és Roney (2014) arra a következtetésre jutottak, hogy a verjus hasznos lehet különböző szív-és érrendszeri betegségek ellen, de a maximális egészségügyi előnyök és a valóban hatékony dózisok meghatározására további vizsgálatokra van szükség. A verjus feltételezett kardioprotektív hatásait a kiterjedt fitokémiai profiljának tulajdonították.

Több kutatás alkalmazott különféle módszereket a verjus kémiai összetételének, antioxidáns kapacitásának és daganatellenes aktivitásának vizsgálatára. Nasser és munkatársai (2020) például kimutatták, hogy a verjus-kivonat tartalmaz tanninokat, alkaloidokat és jelentős mennyiségű polifenolt, valamint, hogy dózis- és időfüggő módon erőteljesen csökkentette az A549 tüdő adenokarcinóma sejtek életképességét Neutral Red módszerrel. Emellett az extraktum fokozta a ciszplatin citotoxikus hatását. Ezek alapján a szerzők arra következtettek, hogy verjus potenciálisan használható lehet természetes daganatellenes hatóanyagként in vitro körülmények között (Nasser és mtsai., 2020).

4. Alkalmazott módszerek

4.1. Szüret

A szőlőfürtöket egy ökológiai művelésű szőlőültetvényről (Süttő, Magyarország; 47°45'26"N 18°26'51"E; tengerszint feletti magasság: 116 m) két különböző időpontban szüreteltük. Az éretlen szőlőt (továbbiakban: VSZ), amelyet verjus előállítására használtunk, a zsendülés előtt, 2024. július 19-én gyűjtöttük be. Az érett szőlőt (továbbiakban: MSZ), amelyet jellemzően must vagy bor készítésére alkalmaznak, 2024. augusztus 16-án szüreteltük.

Az érési állapot jellemzésére meghatároztam az oldható szárazanyag-tartalmat (°Brix), az átlagos bogyótömeget, a pH-t és a titrálható savtartalmat. A Brix-értékeket RF15 típusú hordozható refraktométerrel (Extech Instruments, Nashua, USA), desztillált vízzel kalibrálva mértem. Az átlagos bogyóméretet 1000, véletlenszerűen kiválasztott bogyó tömegének mérésével határoztam meg. A pH-értéket Hanna Instruments pH-mérővel (Hanna Instruments, Románia) mértem.

4.2. Szőlő feldolgozása

Mindkét érettségi fok esetében körülbelül 20 kg szőlőt dolgoztunk fel azonos módszertannal. A szőlőfürtöket először szártalanítottam és zúrtam egy motoros ENO 3/m (Enoitalia Srl, Olaszország) berendezéssel. A zúzott bogyókból kézi működtetésű, OP 12 típusú (Güde GmbH & Co. KG, Németország) kosaras prés segítségével, 2 órán belül kíméletesen préseltek ki a mustot.

Szüretek után a lékinyerésből visszamaradt présogácsát szárítószekrény segítségével (LaborMIM, Magyarország,) 50 °C-on, tömegállandóságig szárítottam, majd kézzel szeparáltam különböző komponensekre a kapott szárítmányt. A különböző növényi részfrakciókat lemértem, majd AE800 típusú (CGoldenwall, Egyesült Királyság) elektromos késes daráló segítségével aprítottam.

4.3. Extrakció

A kapott örleményekből extraktumot készítettem. 1 g örleményhez 50 mL 70:30 w/w%-os etanol-víz elegyet adtam. 50:1 oldószer:szilárd anyag aránnyal (v/w) dolgoztam. Az extrakciókat 60 °C-on, mágneses keverő (C-MAG HS 7, IKA, Németország) segítségével, folyamatos keverés mellett, 2 órán keresztül hajtottuk végre. Az így kapott mintákat centrifuga (Hermle Z206-A laborcentrifuga, Benchmark Scientific Inc., Hampton, USA) segítségével 5 percig 6000 rpm-en centrifugáltam. A szedimentről a felülúszót leöntöttem, a centrifugacsőben maradó szedimentet pedig újra felöntöttem 50 mL 70%-os etanol víz eleggyel és az egész folyamatot megismételtem. Az ismételt extrakciókból származó mintákat vákuumszűrtem (Fisherbrand Grade 601 általános célú szűrőpapír, Thermo Fisher Scientific Inc., pórusméret: 5–13 μm), ezt követően tárolóüvegekben hűtőszekrénybe helyeztem a további mérések elvégzéséig. Ezeket a szűrleteket közvetlen a további mérések előtt 0,22 μm -es szűrőfejek (Millipak, Merck KGaA, Darmstadt, Németország) és fecskendő segítségével tovább szűrtem.

4.4. Titrálás

Sav-bázis titrálással megállapítottam a préseléssel kinyert verjus és a szőlőlé savtartalmát, amit almasavban fejeztem ki.

A felállított bürettát jelre töltöttem 0,1 n NaOH-al. A verjus mintából 2 grammot, a must mintából pedig 5 grammot mértem ki 3-3 titráló lombikba. Minden mintához 40 mL vizet és 4 csepp fenolftalein indikátort adtam. Az előkészített mintáimat mágnesen keverőbaba segítségével homogenizáltam a titrálás során. Az analáthoz cseppenként adagoltam a titrálószerrel a végpontjelző színreakció lejátszódásáig, ezután felírtam a kapott fogyás értéket, majd a büretta újboli jelretöltésével előről kezdtem a folyamatot a következő mintámmal és ezt addig ismételtam, míg az összes mintát háromszor meg nem titráltam. (*Fruit and vegetable products — Determination of titratable acidity*, 1998)

$$[\text{almasavtartalom}] = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot f_{\text{NaOH}}}{V_{\text{verjus}}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot a \quad (1)$$

Ahol V_{NaOH} a 0,1 n NaOH mérőoldat fogyása, f_{NaOH} a 0,1 n NaOH mérőoldat faktora, c_{NaOH} a NaOH oldat koncentrációja, a pedig az almasav szorzótényezője.

4.5. Összes polifenol tartalom vizsgálat (TPC)

Singleton és Rossi módszerével dolgoztam (1965). Első lépésként minden szükséges reagenst és oldatot kimértem, megfelelő mennyiségben. Ezek a következők:

- Folin-Ciocalteu oldat tízszeresére hígítva desztillált vízzel
- Hígító oldat: 4:1 arányban kevert metanol:desztillált víz elegy
- NaCO₃ oldat: 100 ml desztillált vízben feloldott vízmentes nátrium-karbonát, 7,42 g
- Galluszsav oldat: 5,1 mg aszkorbinsav, 10,0 ml hígító oldatban feloldva, majd ennek a létrejövő 3 M koncentrációjú oldatnak 1 ml-je 9 ml desztillált vízzel kiegészítve, hogy 0,3 M koncentrációjú oldatot kapjak.

Ezekből a komponensekből készítettem egy kalibrációs görbét, ami segítségemre lesz a mérési eredményeim kiértékelése során, hogy az eredményeimet galluszsavval egyenértékű polifenol-tartalomban (mg GSE/ml) kapjam meg. A reakcióelegyek elkészítése az 1. táblázat alapján történt.

1. táblázat: A TPC-vizsgálat kalibrációs görbéjének felvételéhez alkalmazott keverési arányok
Forrás: a felhasznált módszer alapján saját szerkesztés

Kalibrációs sor	Folin-Ciocalteu oldat (μl)	Hígító oldat (μl)	Galluszsav oldat (μl)	Nátrium-karbonát oldat (μl)
1.a	1250	250	0	1000
1.b	1250	250	0	1000
2.	1250	225	25	1000
3.	1250	200	50	1000
4.	1250	175	75	1000
5.	1250	150	100	1000
6.	1250	100	150	1000
7.	1250	50	200	1000

Az oldatokat elegyítettem, majd 50 °C-os vízfürdőben 5 percig inkubáltam. Ezután a reakció megszakítása érdekében, az inkubációs idő leteltével a kémcsöveket 20 °C-os vízbe helyeztem. Majd az oldatok abszorbanciáját UV-Vis spektrofotométerrel (Jasco 7850, Jasco Corp., Japán), 760 nm-en mértem. A kalibrációs görbe 1.a és 1.b galluszsavat nem tartalmazó oldataival kalibráltam a spektrofotométert a mérések elvégzése előtt. A korábban extrahált kivonataimból 3 párhuzamos mérésből álló mintasorozatot készítettem, amihez a kalibrációs táblázat 3. sorának megfelelő arányokat használtam, annyi különbséggel, hogy a gallussav oldatot felváltotta az én kivonatom. A kalibrációs mérésekhez hasonlóan, a nátrium-karbonát oldatot 1 perc leteltével adtam az elegyhez. Ezt követően 5 percre, 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem a kémcsöveket, majd az inkubációs idő letelte után 20 perccel később 593 nm-en mértem az abszorbanciát. A kapott értékeket a kalibrációs egyenes meredekségének segítségével kiszámoltam a minták összes polifenol-tartalmát.

4.6. Összes flavonoid tartalom vizsgálata (TFC)

Az összes flavonoid tartalom vizsgálata során Akbay és munkatársai (2003) módosított módszere alapján, Tristantini és Amalia leírása szerint dolgoztam, néhány kisebb változtatással (2019). A módszer megvalósításához elsőként kimértem a szükséges reagenseket, oldatokat a későbbi mérésekhez szükséges mennyiségben:

- Quercitin oldat: etanol oldószer segítségével quercitinből 0,001 g/cm³ töménységű oldatot készítettem.
- Kálium-acetát oldat: 10 ml desztillált vízben 0,981 g kálium-acetátot mértem be, így 1 M koncentrációjú oldatot kaptam.
- Alumínium-klorid oldat: 10 ml 10%-os oldatot készítettem, desztillált víz segítségével.
- segítségével 0,01 M töménységűre hígítottam.
-

A mérések elvégzése előtt a quercitin oldat segítségével kalibrációs görbét készítettem, amelyet tízszeresére hígítottam. Ennek pontos összetételét a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat: A TFC-vizsgálat kalibrációs görbéjének felvételéhez alkalmazott keverési arányok
 Forrás: A módszer alapján saját szerkesztés

Kalibrációs sor	Quercitin oldat (µl)	Desztillált víz (µl)	Kálium-acetát oldat (µl)	Aluminium-klorid oldat (µl)	Desztillált víz (µl)	Hígítás
1.	0	1000	50	50	1400	10x
2.	0	1000	50	50	1400	10x
3.	25	975	50	50	1400	10x
4.	50	950	50	50	1400	10x
5.	75	925	50	50	1400	10x
6.	100	900	50	50	1400	10x
7.	125	875	50	50	1400	10x

A kalibrációs görbe segítségével a mért értékeimet quercitinnel egyenértékű flavonoid-tartalomban (mg QUE/ml) tudjam kifejezni.

A kalibrációs sorhoz az oldatokat 1 percig vortex (Le-21o, MTA Kutesz, Magyarország) segítségével homogenizáltam. Az egynemű oldatokat sötét helyen, szobahőmérsékleten pontosan fél órán keresztül inkubáltam, majd UV-Vis spektrofotométer (Jasco 7850, Jasco Corp., Japán) segítségével, 415 nm hullámhosszon mértem az abszorbanciát. A kalibrációs görbe 1.a és 1.b oldatait, melyek quercitint nem tartalmaztak összeöntöttem, és a spektrofotométert erre kalibráltam a mérések elvégzése előtt. A vizsgált kivonatokkal 3 párhuzamos mérésből álló mintasorozatot készítettünk el. A mérés során a vizsgálandó extraktumaimból 350 mikroliternyi használtam fel, a quercitin helyettesítve a kalibrációs oldatok elkészítésével azonos módon. Az inkubációs idő letelte után ebben az esetben is 415 nm-en vizsgáltam az oldatok abszorbanciáját. Az így kapott értékekből a kalibráció során felvett egyenes meredekségének segítségével határoztam meg a mintáim összes flavonoid-tartalmát a következő képlet szerint:

$$\text{Flavonoid – tartalom} = \frac{A}{\text{tg}\alpha} * \frac{V_{\text{teljes}} \text{ (ml)}}{V_{\text{extraktum}} \text{ (ml)}} \quad (3)$$

Ahol, A a mért abszorbancia, tgα [U/(µmol/L)] a kalibrációs görbe meredeksége, V_{teljes} a teljes minta térfogata (ml), a V_{minta} pedig a mintában bemért extraktum térfogata (ml).

4.7. Vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás (FRAP)

Benzie és Strain (1996) módszerével vizsgáltam az extraktumaim vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitását. A módszer megvalósításához elsőként kimértem a szükséges reagenseket, oldatokat a későbbi mérésekhez szükséges mennyiségben:

- Acetát-puffer: 16,0 ml 96%-os ecetsavban feloldottam 3,10 g kristályvizes nátrium-acetátot, ezt az oldatot 1000 ml-es mérőlombikban jelre töltöttem desztillált vízzel. Így 0,3 M koncentrációjú, pH 3,6-os elegyet kaptam.
- Vas klorid oldat: 20,0 ml desztillált vízben feloldottam 0,108 g kristályvizes vas(III)-kloridot.
- TPTZ oldat: 67 μ l 37%-os sósavat pipettáztam, 0,6245 g 2,4,6-tri (2-piridil)-s-trazinra, majd 20 ml-es mérőlombikban jelre töltöttem.
- FRAP reagens: 250 ml acetát puffert, 25 ml TPTZ oldatot és 25 ml vas-klorid oldatot kevertem össze.
- Aszkorbinsav oldat: 10,0 ml desztillált vízben 17,613 mg aszkorbinsavat oldottam fel, majd ebből a 0,1 M koncentrációjú oldatból 1 ml-t kivettem és 9 ml desztillált víz segítségével 0,01 M töménységre hígítottam.

A mérések elvégzése előtt az aszkorbinsav oldat segítségével kalibrációs görbét készítettem, hogy a mért értékeimet aszkorbinsavval egyenértékű redukáló képességben (mg ASE/ml) tudjam kifejezni. A kalibráció az 3. táblázat arányai alapján készült.

3. táblázat: A FRAP-vizsgálat kalibrációs görbéjének felvételéhez alkalmazott keverési arányok
Forrás: A felhasznált módszer alapján saját szerkesztés

Kalibrációs sor	FRAP reagens (μ l)	Aszkorbinsav oldat (μ l)	Desztillált víz (μ l)
1.a	1500	0	50
1.b	1500	0	50
2.	1500	10	40
3.	1500	20	30
4.	1500	30	20
5.	1500	40	10
6.	1500	50	0

Minden méréshez 10 µl extraktumot 40 µl desztillált vízzel és 1,5 ml FRAP-reagenssel kevertem össze. Az elegyet pontosan 5 percig szobahőmérsékleten inkubáltam, majd az abszorbanciát 593 nm-en, UV-Vis spektrofotométerrel (Jasco 7850, Jasco Corp., Japán) mértem.

Az antioxidáns kapacitást az alábbi képlet segítségével számítjuk ki:

$$FRAP = \frac{A \cdot V_{teljes}}{tg\alpha \cdot V_{minta}} \quad (2)$$

ahol A a mért abszorbancia, $tg\alpha$ [U/(µmol/L)] a kalibrációs görbe meredeksége, V_{teljes} a mintaoldat teljes térfogata (µl), V_{minta} a tényleges bemért mintatérfogat (µl).

A különböző törkölyfrakciók összehasonlíthatósága érdekében a FRAP-értékeket az extrakciós kihozatal figyelembevételével, szárazanyag-alapra számolva adtam meg (µmol ASE/g száraz törköly). Minden mérésből három párhuzamosat végeztem.

4.8. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás vizsgálata (DPPH)

Első lépésben elkészítettem a DPPH oldatot, ehhez bemértem analitikai pontossággal 0,0236g DPPH port, mivel ennek a moláris tömege 394,32 g/mol, így egy mólos oldathoz 394,32 g/l mennyiséget kell felhasználnjak. 6 móloshoz pedig 2365,92 g/l, ebből következtetve a szükséges mennyiséghez, hogy $6 \cdot 10^{-5}$ -en mólos anyagmennyiségű oldatot kapjak, 0,0236g-ot kellett bemérnem 1 liter oldathoz. A megfelelő mennyiségű DPPH port maradéktalanul átmostam metanollal egy 25ml-es főzőpohárba és üvegbottal kevergetve elősegítem az oldódást. Amikor homogén lett az oldat, maradéktalanul átmostam egy 1000 cm³-es mérőlombikba és jelre töltöttem metanollal. Az elkészült oldatot tartalmazó lombikot, alufóliával beburkoltam.

Előkészítettem 6x3 db kémcsövet, mivel 6 féle mintával és 3 párhuzamos méréssel dolgoztam. A mintáimat mikroszűrős fecskendő feltét segítségével szűrtem, majd a 4. táblázat szerint hígítottam desztillált vízzel, mivel korábbi mérésekből, kiderült, hogy egyes mintákat muszáj hígítani.

2. táblázat: minták hígítása a DPPH vizsgálat elvégzéséhez
 Forrás: Saját szerkesztés

Minta	Hígítás mértéke
mag verjus	8x
mag szőlő	8x
héj verjus	-
héj szőlő	-
szár verjus	8x
héj verjus	4x

A megfelelő mértékben hígított mintából további hígítási sort készítek, a 5. táblázat szerint:

3. táblázat: DPPH-vizsgálathoz készített mintahígítási sor arányai
 Forrás: Saját szerkesztés

Minta mennyisége [μl]	Desztilláltvíz mennyisége [μl]
25	75
50	50
75	25
100	0

Az előkészített kémcsőbe kimérünk 3,9 cm³ DPPH oldatot automata pipetta segítségével, majd hozzáadunk 100 μl megfelelő mértékben hígított mintaoldatot, szintén automata pipetta segítségével. Alapos vortexeléssel egyneműsítom, majd sötét szekrényben szobahőmérsékleten 20 percen keresztül inkubálom. Az inkubálási idő letelte után küvettába töltöm és spektrofotométer segítségével 517 nm-en lemérem az abszorbanciáját metanol vakkal szemben. Ezeket a lépéseket az összes minta összes hígításával 3 párhuzamos méréssel végrehajtom.

Számítás:

$$I\% = \frac{(A_0 - A)}{A_0} \cdot 100 \quad (4)$$

Ahol $I\%$: a gátlás mértéke %-ban megadva, A_0 : a gyökoldat alap abszorbanciája 517nm-en, A : a gyökoldat abszorbanciája a minta hozzáadását követő 20. percben. Ezt a meghatározást Brand-Williams és munkatársai (1995) leírása alapján kisebb módosításokkal végeztem.

5. Eredmények és értékelésük

5.1. A szőlő feldolgozása és a törköly kezelése

A betakarítást 2024. július 19.-én és 2024. augusztus 16.-án végeztem. Mindkét szüret során 20-20 kg-t szüreteltem. Az átlagos bogyóméret 1,26 g (VSZ) és 1,9 g (MSZ) volt. A betakarított szőlőtermést zúzó-bogyózó gép segítségével feldolgoztam, melynek eredményeképp 1,48 kg szárat és 18,52 kg lezúzott bogyót kaptam VSZ esetében és 0,85 kg szárat és 19,25 kg lezúzott bogyót kaptam MSZ esetében. Préselés során mértem a lékihozataalt, melynek eredménye VSZ esetében 54% és MSZ esetében 67% lett. A kipréselt lé oldható szárazanyag-tartalma Brix^o-ban 8° (VSZ) és 22° (MSZ) lett. A szőlőlevelek összes savtartalmát a 4.4. fejezetben leírt módszerrel mértem. Az éretlen szőlőlé (VSZ) összes savtartalma 25,2±0,2 g/L, az érett szőlő levének (MSZ) savtartalma pedig szignifikánsan alacsonyabb, 4,0±0,3 g/L. A feldolgozási folyamatból az éretlen szőlő (VSZ) esetében 7,8 kg és az érett szőlő (MSZ) esetében 5,42 kg tömegű törköly keletkezett, amely a betakarított szőlő teljes tömegének 39%, illetve 27%-a.

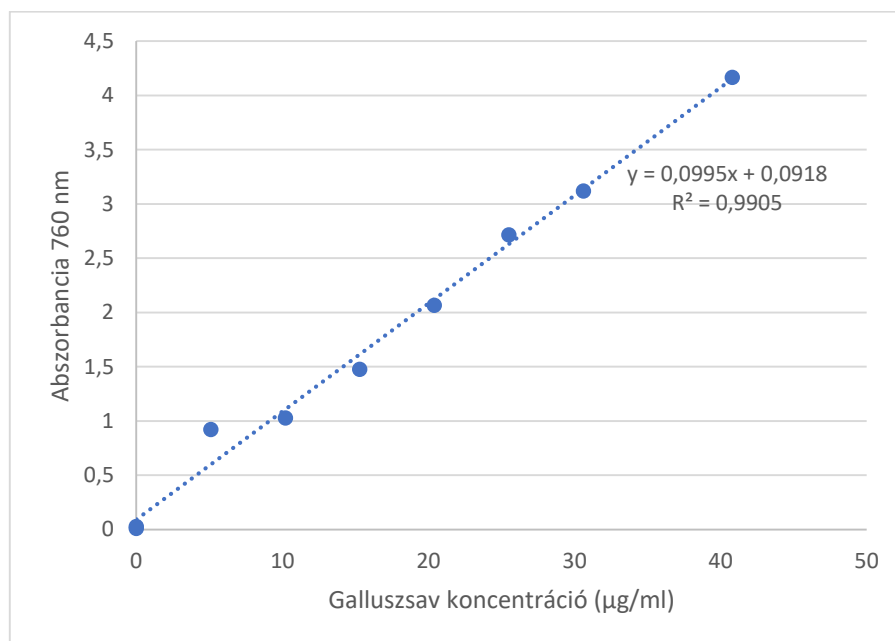
A présfogácsát szárítószekrény segítségével kiszárítottam és frakciókra válogattam. Éretlen szőlő esetében a mag-héj megoszlás 44:56 tömegarányú volt, érett szőlőnél pedig 65:35. Az ezermagtömeg VSZ szőlő esetében 28,57 g volt, az MSZ szőlő esetében pedig 36,41 g, ez 28 %-os növekedést jelent.

A 4.2. alfejezet alapján ezeket a frakciókat porítottam és kivonatoltam. A következő fejezetekben bemutatott eredményeket ezen kivonatok vizsgálatával kaptam.

5.2. Összes polifenol tartalom vizsgálat (TPC)

Az összes polifenoltartalom meghatározásához először kalibrációt végeztem galluszsav oldattal. Ennek az eredményeit az 1. ábrán mutatom be.

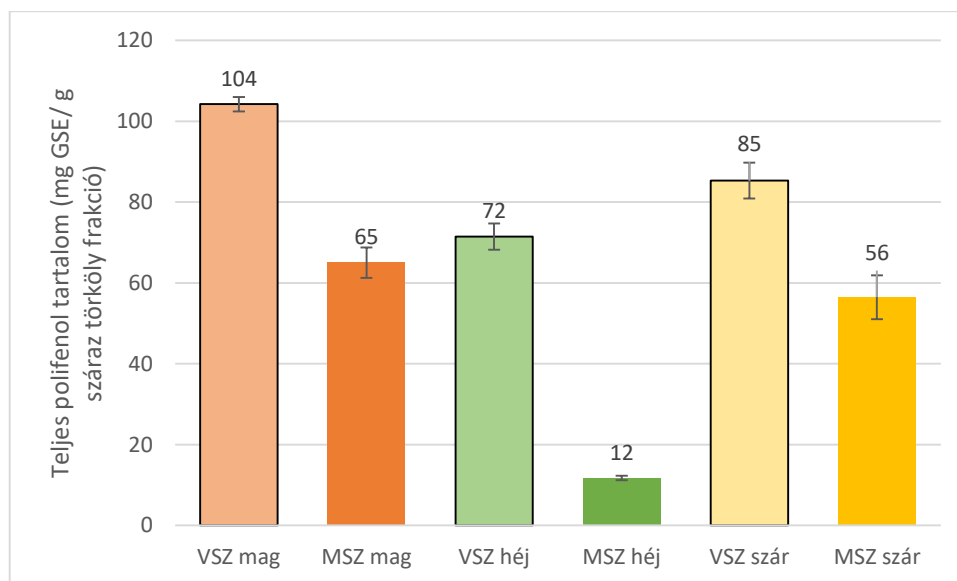
1. ábra: kalibrációs egyenes galluszsav oldattal TPC méréshez
Forrás: Saját szerkesztés



A szőlőtörköly-frakciók teljes polifenoltartalmát a 2. ábra mutatja. A frakciók közül a magok tartalmazták a legmagasabb polifenolszintet, az éretlen szőlőmagok (VSZ) elérték a $104 \pm 1,5$ mg GSE/g értéket, míg az érett magok (MSZ) $\sim 38\%$ -kal alacsonyabb értékeket mutattak ($65 \pm 3,1$ mg GSE/g). A szárak is jelentős polifenoltartalmat mutattak, $85 \pm 3,6$ mg GSE/g az VSZ-ben és $56 \pm 4,4$ mg GSE/g az MSZ-ben, ami $\sim 34\%$ -os csökkenésnek felel meg az érés során. Ezzel szemben a héjak jelentősen alacsonyabb TPC-t mutattak, különösen az MSZ-ben, ahol a polifenolszint mindössze $11,8 \pm 0,5$ mg GSE/g-ra csökkent, szemben a VSZ $71,5 \pm 2,6$ mg GSE/g értékével.

2. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók teljes polifenol tartalma (TPC).

Forrás: Saját szerkesztés



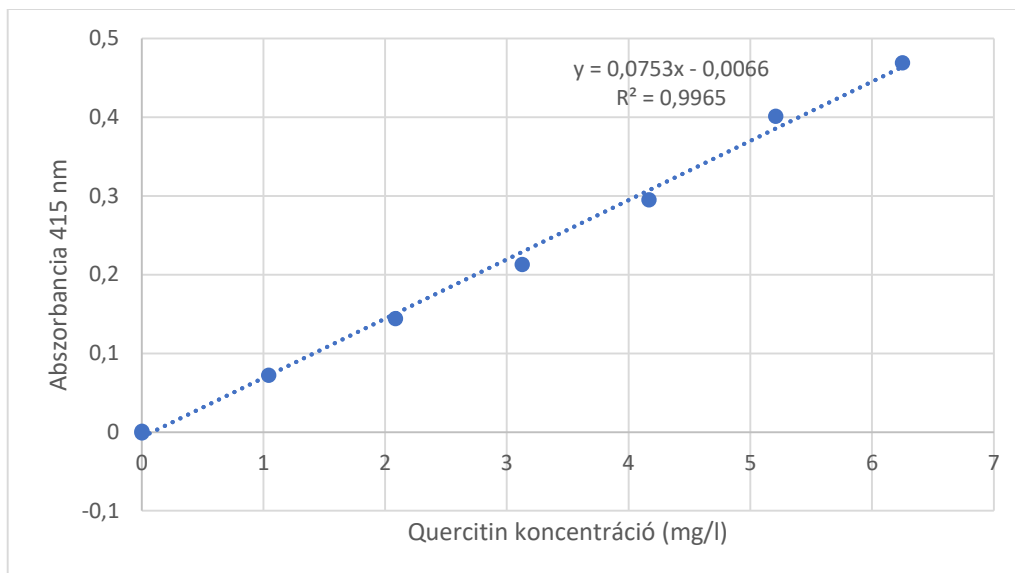
Ezek az eredmények alátámasztják azt az ismert tényt, hogy a magok a szőlőtörköly fő fenolraktára (Poudel és mtsai., 2008). Ezeknek a nagyfokú csökkenése VSZ-ről, MSZ-re, tükrözi az érési folyamatok során lejátszódó metabolikus változásokat, amikor a kondenzált tanninok és egyéb polifenolok polimerizáción vagy redisztribúción mennek keresztül (Kennedy és mtsai., 2000). A héjban megfigyelt különösen meredek csökkenés összhangban van a kivonatolható tanninok elvesztésével a bogyók lágyulása során (Downey és mtsai., 2003).

Összességében az eredményeim azt mutatják, hogy az éretlen törkölyfrakciók következetesen magasabb fenolszintet tartalmaznak, mint az érett társaik, a legdrámaibb különbség a héjban mutatkozik meg (~84%). Ez a tendencia párhuzamos az 5.4. és 5.5. szakaszban közölt antioxidáns vizsgálatokkal (FRAP és DPPH), kiemelve a szőlőtörköly fenoltartalma és antioxidáns kapacitása közötti szoros kapcsolatot.

5.3. Összes flavonoid tartalom vizsgálata (TFC)

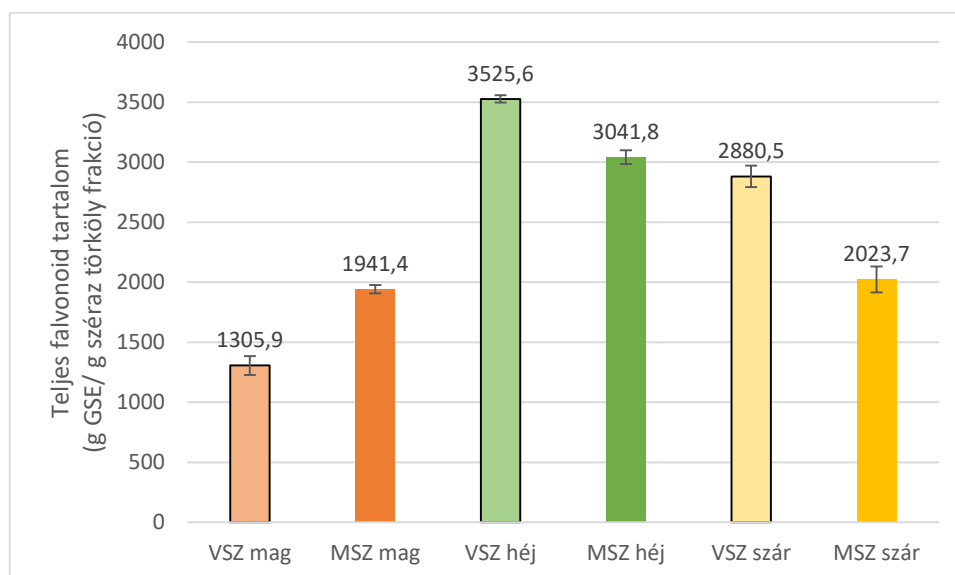
Az összes flavonoid tartalom vizsgálat elvégzéséhez első lépésként kvercetin oldat segítségével kalibrációs egyenest készítettem. Ennek az eredményeit az 3. ábra mutatja.

3. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók összes flavonoid tartalma (TFC) méréshez tartozó kalibrációs görbe
Forrás: Saját szerkesztés



Ezen mérésnél a különböző érettségi fokok közötti különbségek nem voltak teljesen egyértelműek. A héj és szár frakciónál a VSZ minták magasabb flavonoid tartalommal rendelkeznek az MSZ társaiknál, de a mag minták esetében az MSZ minta produkált magasabb értéket. A teljes flavonoid tartalom mérés eredményei a 4. ábrán láthatóak.

4. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók összes flavonoid tartalma (TFC).
Forrás: Saját szerkesztés

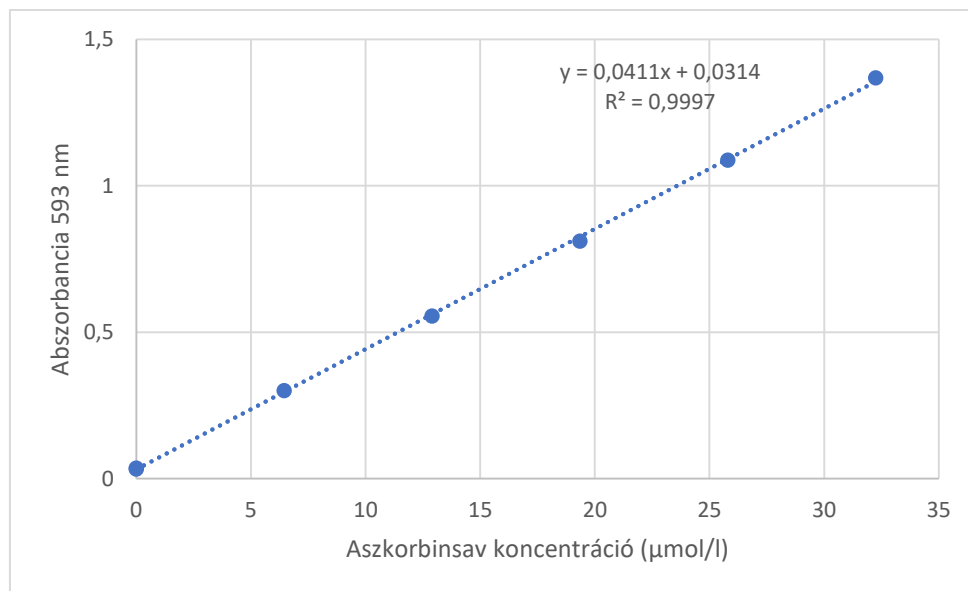


A legnagyobb flavonoid tartalmat az éretlen (VSZ) szőlő héja mutatja, ez $3525,6 \pm 30,5$ mg GSE/g, ezt szorosan követi az érett (MSZ) szőlő héja, ami $3041,8 \pm 58$ mg GSE/g. A legkisebb értéket pedig a VSZ mag produkálta, ez $1305 \pm 78,8$ mg GSE/g, aminél a MSZ mag 48,7%-al produkált nagyobb értéket.

5.4. Vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás (FRAP)

A vasredukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás méréshez aszkorbinsav oldat segítségével kalibrációs egyenest készítettem. A kalibrációs mérések során kapott adatokat lineáris interpoláció segítségével tettem hasznosíthatóvá, ennek eredményei a 5. ábrán láthatóak.

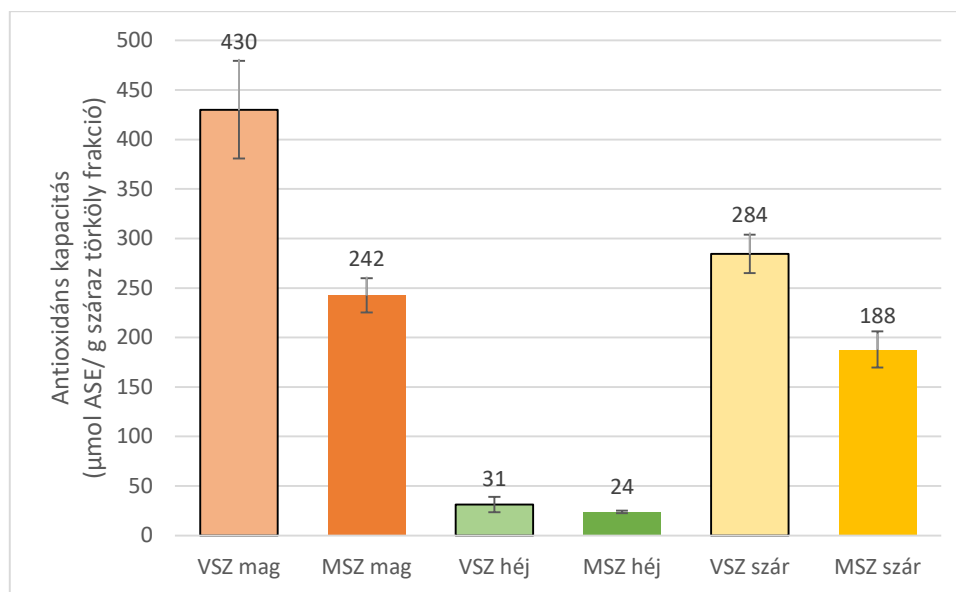
5. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók vas (III)-redukáló antioxidáns ereje (FRAP) méréshez tartozó kalibrációs görbe
Forrás: Saját szerkesztés



Az éretlen (VSZ) és az érett szőlőből származó törkölyfrakciók egyértelmű különbségeket mutattak, továbbá a különböző frakciók között is egyértelmű eltérések figyelhetők meg a 6. ábrán.

6. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók vas(III)-redukáló antioxidáns ereje (FRAP).

Forrás: Saját szerkesztés



A legnagyobb vas(III) redukáló kapacitást az éretlen szőlő (VSZ) magja mutatta 430 ± 49 μmol ASE/g értékkel, a legkisebbet pedig az érett szőlő (MSZ) héja mutatta, 24 ± 1 μmol ASE/g értékkel. Az éretlen szőlő (VSZ) magja esetében 430 ± 49 μmol ASE/g, majdnem kétszeres értéket figyelhetünk meg, mint az érett szőlő (MSZ) magjánál, ami 242 ± 17 μmol ASE/g. A szárkivonatok is jelentős redukáló aktivitást mutattak (284 ± 19 μmol ASE/g VSZ-ben, 188 ± 18 μmol ASE/g MSZ-ben), ami körülbelül 51%-kal magasabb aktivitásnak felel meg a VSZ-ben az MSZ-hez képest. Ezzel szemben a héjak csak kis mértékben járultak hozzá az összes antioxidáns kapacitáshoz. A VSZ héjak (31 ± 8 μmol ASE/g) valamivel magasabb aktivitást mutattak, mint az MSZ héjak (24 ± 1 μmol ASE/g). Összességében a magok 10-14-szer nagyobb redukáló kapacitást mutattak, mint a héjak, míg a szárak közepes értékeket produkáltak, de még így is 8-9-szer erősebbek, mint a héjak. Ezek a trendek összhangban vannak a korábbi jelentésekkel, amelyek szerint a magok (Ky & Teissedre, 2015) az antioxidáns fenolok fő tárolói a törkölyben.

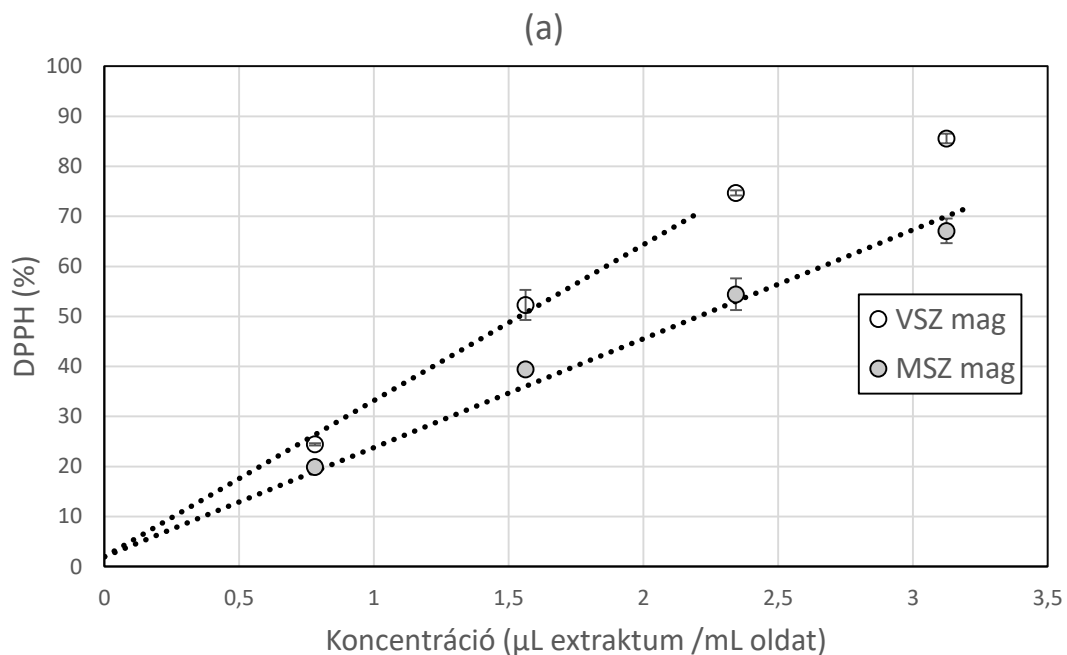
Az éretlen és az érett frakciók összehasonlításakor következetes mintázat rajzolódott ki. Az éretlen szőlőből származó kivonatok minden esetben nagyobb redukáló kapacitást mutattak, mint az érett szőlőből származó társaik. Ez a különbség a magok esetében volt a legmarkánsabb, ahol a VSZ kivonatok körülbelül 78%-al erősebbek voltak, mint az MSZ kivonatok. A szárak esetében a VSZ frakciók 51%-al hoztak jobb eredményt, míg a héjak esetében ez a különbség kisebb, 29% körüli volt. Tudomásom szerint az éretlen és érett szőlőtörköly frakciókról korábban még nem publikáltak ilyen szisztematikus összehasonlító vizsgálatot. Az

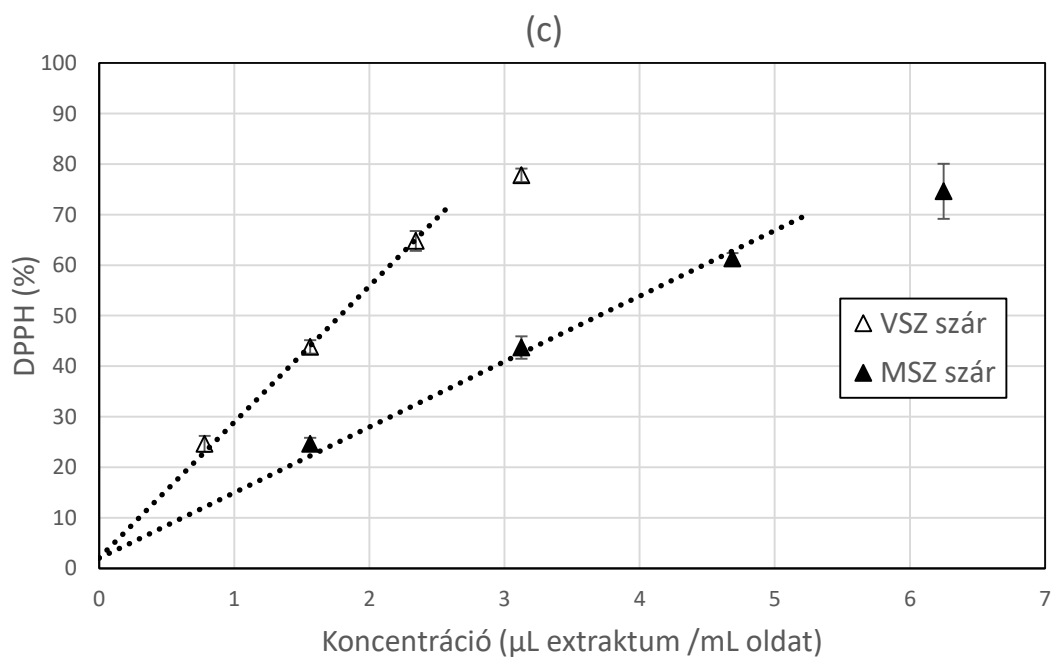
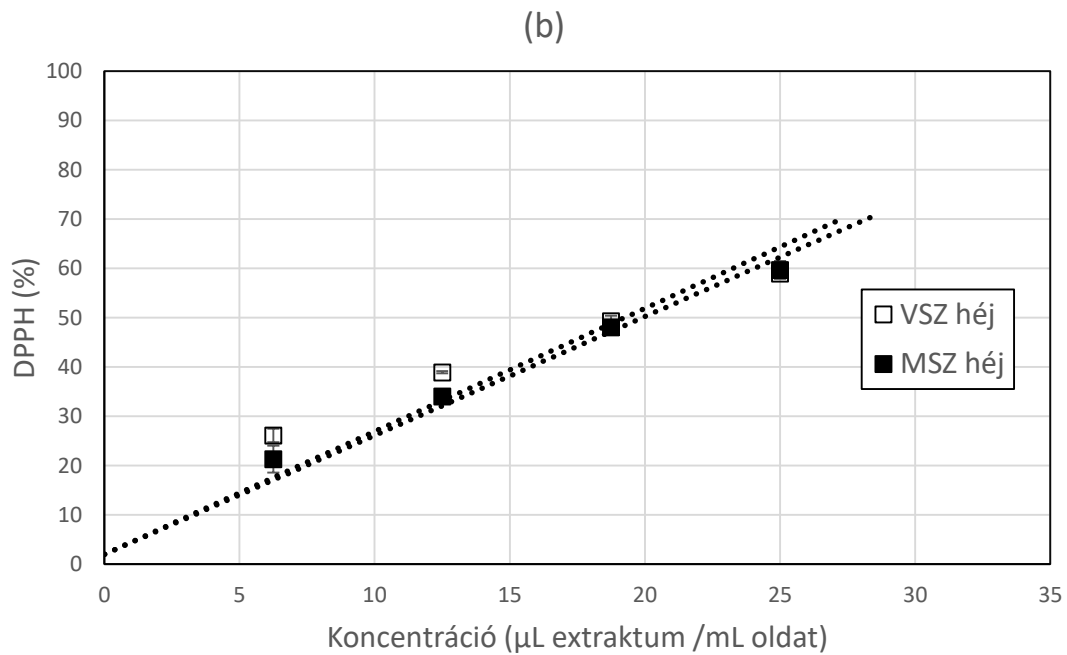
eredményeim arra utalnak, hogy a korai betakarítás esetében, nagyobb mennyiségben maradnak meg a redukáló fenolok, amelyek az érési folyamatok előrehaladtával lebomolhatnak, így csökken a koncentrációjuk. Ezek az eredmények rámutatnak a verjus-termelésből származó törkölyben rejlő potenciálra, mint antioxidáns vegyületek értékes forrása.

5.5. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás vizsgálata (DPPH)

A mintáim antioxidáns tartalmát DPPH gyökfogó vizsgálattal is elemeztem. Az 7(a-c). ábra a dózis-válasz görbéket mutatja, ahol a gátlás százalékos arányát a kivonat koncentrációjának függvényében ábrázoltam.

7(a-c). ábra: Éretlen (VSZ) és érett (MSZ) szőlőtörköly-frakciókból származó kivonatok DPPH gyökfogásának dózis-válasz görbéi
Forrás: Saját szerkesztés



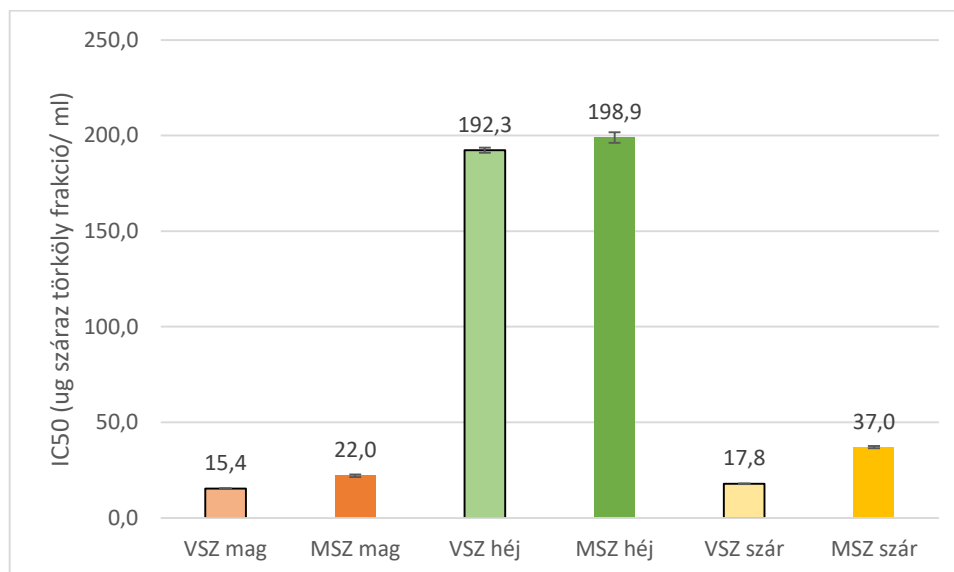


Az adatok háromszoros mérés átlagértékeit jelentik, a hibasávok pedig a standard eltérést jelzik. A 70%-os gátlási tartomány alatti adatokra lineáris regressziót alkalmaztam, mivel a magasabb gátlási szintek eltértek a linearitástól; az így kapott illeszkedések kiválóak voltak, az R^2 értékek következetesen 0,99 felett voltak.

Egyértelmű különbségeket figyelhettem meg a törkölyfrakciók között. Mind a mag-, mind a szárkivonatok erős gyökfogó aktivitást mutattak, ami a héjkivonatokhoz képest lényegesen alacsonyabb koncentrációkban is erős gátlást eredményezett. Ezzel szemben a héjkivonatok

esetében lényegesen nagyobb dózisokra volt szükség a hasonló gátlás eléréséhez, ami alacsonyabb antioxidáns hatékonyságra utal. Ahogyan a 8. ábrán látható, minden esetben az VSZ frakciók következetesen felülmúlták az MSZ mintákat, megerősítve, hogy a korábban betakarított anyag nagyobb gyökfogó kapacitást mutatott.

8. ábra: A DPPH gyökfogó aktivitásának IC_{50} értékei éretlen (VSZ) és érett (MSZ) szőlőtörköly mag-, héj- és szárkivonatai esetében, μg szárított törkölyfrakció/ml vizsgálatban kifejezve
Forrás: Saját szerkesztés



A hígítási soraim segítségével kapott eredményeim interpoláltam és a kapott egyenes segítségével kiszámoltam azt a mintamennyiséget, amely az adott töménységű gyökoldat 50%-át képes semlegesíteni, így megkaptam az IC_{50} értékeket. Ennek a segítségével könnyebben összehasonlíthatóbbak a különböző mintáim.

A magok és a szárok mutatták a legalacsonyabb IC_{50} értékeket, 15,4 és 37,0 $\mu\text{g/ml}$ közötti tartományban, a VSZ magjai mutatták a legerősebb aktivitást (15,4 \pm 0,2 $\mu\text{g/ml}$). A héjak szignifikánsan kevésbé voltak aktívak, az IC_{50} értékek 192–199 $\mu\text{g/ml}$ körül mozogtak, ami majdnem egy nagyságrenddel magasabb, mint a magok vagy a szárok esetében. Ez a tendencia jól egyezik a korábbi tanulmányokkal (Kammerer és mtsai., 2004), amelyek következetesen a magokat azonosították a fenolos antioxidánsok leggazdagabb forrásaként a szőlőtörkölyben, míg a héjak kisebb mértékben tartalmaznak ilyen vegyületeket.

A törkölyfrakciók közötti különbségek mellett eredményeim egy következetes tendenciát mutatnak az érési szakaszban: az éretlen törkölyfrakciók kivonatai erősebb antioxidáns kapacitást mutattak, mint az érett szőlőtörkölyfrakciók kivonatai. Ez különösen a nagy

antioxidáns kapacitású frakciókban volt nyilvánvaló, ahol a VSZ alacsonyabb IC_{50} értékeket mutatott az MSZ-hez képest (15,4 vs. 22,0 $\mu\text{g/ml}$ a magokban, és 17,8 vs. 37,0 $\mu\text{g/ml}$ a szárakban).

Tudomásom szerint ez az első szisztematikus összehasonlítás a DPPH gyökfogó aktivitásáról az éretlen és az érett szőlőtörkölyfrakciókban. A VSZ frakciók magasabb antioxidáns kapacitása vélhetően a szőlő érése során bekövetkező összetételi változásokkal lehet összefüggésben, mint például a fenolok polimerizációja és az antioxidáns metabolitok hígítása a bogyók méretének és cukortartalmának növekedésével. Az eredményeim azt mutatják, hogy az éretlen szőlőből származó törköly, amelyet jelenleg nem használnak ki megfelelően, különösen értékes természetes antioxidáns forrást jelenthet.

A DPPH és a FRAP vizsgálatok eredményei nagyfokú egyezést mutattak. Mindkét módszer esetében azt az eredményt kaptam, hogy a magok rendelkeznek a legnagyobb antioxidáns kapacitással, a legkisebbel pedig a héjak, a középmezőnyt pedig a szárak alkotják. Az érettségi paramétereket tekintve, pedig határozottan kijelenthető, hogy az éretlen szőlőből származó szőlőtörkölyből minták nagyobb aktivitást mutattak, mint az érett szőlőből származó társaik.

6. Következtetések és javaslatok

Eredményemből következtetés képpen levonható, hogy az éretlen szőlőtörköly minták az általam vizsgált komponensekből összességében előnyösebb értékeket mutatnak érett társaiknál.

A kutatási munkám során elvégeztem az éretlen (verjus-előállításból származó) és érett szőlőtörköly frakciók (mag, héj, szár) elkülönítését, azok szeparálását, őrlését és extrahálását, valamint a polifenol- és antioxidáns-tartalom meghatározását (TPC, DPPH, FRAP módszerekkel), ezzel teljesítettem a szakdolgozatomban a célkitűzés részben megfogalmazott feladatokat.

Az általam elvégzett vizsgálatok eredményei megerősítették a szakirodalomban korábban is ismert megfigyelést, miszerint a szőlőtörköly legnagyobb antioxidáns kapacitással rendelkező frakciója a mag, amely a legtöbb polifenolos vegyületet tartalmazza. Ugyanakkor a kísérleteim új tudományos eredményt is hoztak: az éretlen szőlő (verjus) feldolgozásából származó törköly minden vizsgált paraméter alapján magasabb antioxidáns és polifenol-tartalmat mutatott, mint az érett szőlő feldolgozása során keletkező törköly. Ez a megfigyelés arra utal, hogy az éretlen szőlőtörköly a jelenleg használt érett szőlőtörkölynél nagyobb értéket képviselhet mint természetes antioxidánsforrás, és hasznosítása új lehetőségeket kínálhat az élelmiszer- és kozmetikai ipar számára.

Fontosnak tartom ugyanakkor hangsúlyozni, hogy a szőlőtörköly egy összetett biológiai mátrix, amelynek összetételét és antioxidáns aktivitását számos tényező – így például a szőlőfajta, a termesztési körülmények, a feldolgozási technológia, valamint az adott évjárat – befolyásolhatja. Emiatt kérdéses, hogy ismételt szüretetek vagy más évjáratok esetén azonos tendenciák figyelhetők-e meg. Fontos továbbá, hogy a szakdolgozatomban a Bianca szőlőfajta törkölyét vizsgáltam, ezért az eredmények nem általánosíthatóak teljes mértékben, különösen kékszőlő-fajtákra igényel további vizsgálatokat. E mellett, a jövőbeli kutatások során érdemes lenne kiterjeszteni az analitikai vizsgálatokat a fenolos komponensek részletes (pl. HPLC-alapú) elemzésére, valamint az antioxidáns hatás biológiai modellekben való megerősítésére. Illetve vizsgálnám a törkölyfrakciók élelmi rost tartalmát ezen túl a makro-és mikro tápanyag tartalmát, mint például a szénhidrát, fehérje és zsírtartalom. Továbbá összehasonlítanám az érett és éretlen frakciók zsírsavprofilját is.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban feltérképeztem és egymással szembe állítottam az éretlen (verjus előállításából származó) és az érett szőlő feldolgozása során keletkező törkölyfrakciók (mag, héj, szár) összes polifenol- és antioxidáns tartalmát.

Első lépésként az éretlen és érett szőlőt feldolgoztam, majd elvégeztem a lékinyerést és a törköly-elválasztást. Kiszárítottam és frakcionáltam a kapott törkölyt, majd meghatároztam a mag és héj tömegarányát, melynek eredményeként elmondható, hogy a magok aránya az érési folyamat előrehaladtával csökken a törkölyben, 56%-ról 35%-ra. Mivel a magoknak van a legnagyobb polifenol- illetve antioxidáns tartalma és az éretlen szőlőnél a törköly aránya nagyobb, mint az érlettnél (39% és 27%), így a feldolgozás során előnyösebb az éretlen szőlő. Ezt követően porrá őröltem és etanol segítségével kivonatoltam a törkölyfrakciókat. Ezek az extraktumok szolgáltak mintaként a további analitikai méréseimhez.

Végeztem összes polifenol-tartalom (TPC) mérést, összes flavonoid tartalom mérést (TFC), antioxidáns-kapacitás mérést, FRAP és DPPH módszerekkel. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az éretlen szőlőfrakciók magasabb antioxidáns tartalommal rendelkeznek, mint az érett társfrakcióik.

Az összes polifenoltartalom vizsgálata során a magok tartalmazták a legtöbb fenolt. Az éretlen szőlőmagok (VSZ) elérték a $104 \pm 1,5$ mg GSE/g értéket. Kiemelkedő értéket mutatott még az éretlen szőlő szára is ($85 \pm 3,6$ mg GSE/g). Ellenben a héjak jellemzően alacsonyabb értékeket mutattak (VSZ: $71,5 \pm 2,6$ mg GSE/g és MSZ: $11,8 \pm 0,5$ mg GSE/g).

Az összes flavonoid tartalom vizsgálatnál az eredményeim nem a többi mérésnél megszokott tendenciát követték. Itt a mag minták esetében az érett (MSZ) mag magasabb értéket ($1941,1 \pm 35,9$ mg GSE/g) mutatott, mint az éretlen társa ($1305,9 \pm 79$ mg GSE/g). A szár és héj minták esetében, itt is az a tendencia volt érvényben, mint a többi mérésnél, a VSZ minták magasabb flavonoid tartalmat mutattak.

A vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás (FRAP) mérés és a gyök megkötésen alapuló antioxidáns kapacitás (DPPH) vizsgálatának eredményei nagyfokú egyezést mutattak. Ezen mérések szerint a legmagasabb antioxidáns tartalom a mag frakciókban található, ezek közül is az éretlen mag tartalmazza a legtöbbet. Ez a frakció FRAP mérésnél 78%-al, DPPH mérésnél pedig 43%-al produkált magasabb antioxidáns tartalmat, mint az érletszőlő törkölyből származó mag minta. Nagy különbséget tapasztaltam még az érett és éretlen szár frakciók

között is, itt az éretlen FRAP mérés esetén 51%-al volt magasabb a kapott érték. DPPH mérésnél pedig 107%-al több mintára volt szükség azonos mennyiségű gyökoldat semlegesítéséhez az érett szőlő szárából származó mintából az éretlenhez képest.

Tudományos újdonságként megállapítható, hogy az éretlen szőlőtörköly magasabb polifenol és antioxidáns tartalommal rendelkezik, mint az érett szőlőtörköly. Ezek az eredmények rámutatnak arra, hogy a verjus készítés során keletkező törköly jelentős potenciállal bír, kiváló alapanyagot biztosítva magas antioxidáns tartalmú őrlemények és kivonatok előállításához.

8. Irodalomjegyzék

- Abouelenein, D., Mustafa, A. M., Caprioli, G., Ricciutelli, M., Sagratini, G., & Vittori, S. (2023). Phenolic and nutritional profiles, and antioxidant activity of grape pomaces and seeds from Lacrima di Morro d'Alba and Verdicchio varieties. *Food Bioscience*, *53*, 102808. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102808>
- Ahmadi, L., & Roney, S. (2014). *Pharmacological and Phytochemical Properties of Unripe Grape Juice (Verjuice): A Review*. <https://austinpublishinggroup.com/nutrition-metabolism/fulltext/ajnm-v1-id1006.php>
- Antonina, D., & Ana, G. (2024). Physiological Characteristics of the Bianca Variety when Grown on Slopes. *5th International Congress on Engineering and Life Science*. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/220109
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, *239*(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, *28*(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Campanella, D., Rizzello, C. G., Fasciano, C., Gambacorta, G., Pinto, D., Marzani, B., Scarano, N., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2017). Exploitation of grape marc as functional substrate for lactic acid bacteria and bifidobacteria growth and enhanced antioxidant activity. *Food Microbiology*, *65*, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.01.019>
- De La Cruz-Azabache, M. R., Cosi-Cutipa, R., Borja-Borja, M. G., Espinoza-Meza, L., & Quispe-Churata, E. (2022). Use of pomace from the wine industry to obtain flour with functional properties. *Proceedings of the 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022)*:

- “Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable development”. 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022): “Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable development”. <https://doi.org/10.18687>
- Deng, Q., Penner, M. H., & Zhao, Y. (2011). Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*, 44(9), 2712–2720. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026>
- Downey, M. O., Harvey, J. S., & Robinson, S. P. (2003). Synthesis of flavonols and expression of flavonol synthase genes in the developing grape berries of Shiraz and Chardonnay (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9(2), 110–121. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00261.x>
- Dugan, E. M., Huang, M. Y., & Tako, E. (2025). Evaluating the bioactive capacity of Concord grape (*Vitis labrusca*) pomace extract on skeletal muscle in a healthy and intestinally inflamed in-vivo model (*Gallus gallus*): A preliminary study. *Journal of Functional Foods*, 133, 107005. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2025.107005>
- Dupas de Matos, A., Curioni, A., Bakalinsky, A. T., Marangon, M., Pasini, G., & Vincenzi, S. (2017). Chemical and sensory analysis of verjuice: An acidic food ingredient obtained from unripe grape berries. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.014>
- Edelényi, M., Dr. Eperjesi, K., Erdőss, T., Dr. Kádár, G., & Dr. Urbán, A. (1982). *Borászat* (negyedik, átdolgozott és bővített kiadás). Mezőgazdasági kiadó.
- Ferenc B., Endre P., & György P. (2014). *Az Aletta és Bianca sz The comparison of Aletta and Bianca grape varieties*. 1(2).

- Fruit and vegetable products—Determination of titratable acidity.* (1998).
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d8256979-cf4f-47db-b358-ddffa7695373/iso-750-1998>.
https://drive.google.com/drive/folders/1HhB5dUJLf_GrCaCaPXuzRZgAoAnjo_mt
- Grevtseva, N., & Gubsky, S. (2023). A Perspective of Applications of Wine Pomace in Flour-Containing Foods: A Mini-Review. *Biology and Life Sciences Forum*, 26(1), 61.
<https://doi.org/10.3390/Foods2023-15154>
- Kammerer, D., Claus, A., Carle, R., & Schieber, A. (2004). Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(14), 4360–4367.
<https://doi.org/10.1021/jf049613b>
- Karshoğlu, B. (2025). Effect of grape pomace on oxidative and microbial quality of chill-stored beef model systems. *LWT*, 231, 118344. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118344>
- Kennedy, J. A., Matthews, M. A., & Waterhouse, A. L. (2000). Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. *Phytochemistry*, 55(1), 77–85.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00196-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00196-5)
- Krasteva, D., Ivanov, Y., Chengolova, Z., & Godjevargova, T. (2023). Antimicrobial Potential, Antioxidant Activity, and Phenolic Content of Grape Seed Extracts from Four Grape Varieties. *Microorganisms*, 11(2), 395.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11020395>
- Ky I., & Teissedre P.-L. (2015). *Characterisation of Mediterranean Grape Pomace Seed and Skin Extracts: Polyphenolic Content and Antioxidant Activity*.
<https://www.mdpi.com/1420-3049/20/2/2190>.
<https://doi.org/10.3390/molecules20022190>

- Max, B., Salgado, J. M., Cortés, S., & Domínguez, J. M. (2009). Extraction of Phenolic Acids by Alkaline Hydrolysis from the Solid Residue Obtained after Prehydrolysis of Trimming Vine Shoots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/jf903441d>
- Mohsen, A., Parvin, D., & Zahra, D. (2011). Effects of unripe grape juice (verjuice) on plasma lipid profile, blood pressure, malondialdehyde and total antioxidant capacity in normal, hyperlipidemic and hyperlipidemic with hypertensive human volunteers. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.5897/JMPR11-1146>
- Nasser, M., Cheikh-Ali, H., Hijazi, A., Merah, O., Al-Rekaby, A. E.-A. N., & Awada, R. (2020a). Phytochemical Profile, Antioxidant and Antitumor Activities of Green Grape Juice. *Processes*, 8(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/pr8050507>
- Nasser, M., Cheikh-Ali, H., Hijazi, A., Merah, O., Al-Rekaby, A. E.-A. N., & Awada, R. (2020b). Phytochemical Profile, Antioxidant and Antitumor Activities of Green Grape Juice. *Processes*, 8(5), 507. <https://doi.org/10.3390/pr8050507>
- Nasser, M., Cheikh-Ali, H., Hijazi, A., Merah, O., Al-Rekaby, A. E.-A. N., & Awada, R. (2020c). Phytochemical Profile, Antioxidant and Antitumor Activities of Green Grape Juice. *Processes*, 8(5), 507. <https://doi.org/10.3390/pr8050507>
- Nyitrainé Sárdy, D. Á., Németh, E. K., Matolcsi, R., Szabó, A., & Varga, Z. (2022). The Effect of the Double Reasoned Maturation (DMR) Method on the Chemical Composition of the Juice and Wine of the Bianca Grape Cultivar. *Horticulturae*, 8(2), 97. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020097>
- Öncül, N., & Karabiyikli, Ş. (2019). Antibacterial effect of verjuice against food-borne pathogens. *British Food Journal*, 121(10), 2265–2276. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2018-0746>

- Österreichisches Lebensmittelbuch – 6.1 Saft unreifer Weintrauben ("Verjus").* (é. n.). Österreichisches Lebensmittelbuch. Elérés 2025. október 6., forrás <https://www.lebensmittelbuch.at/lebensmittelbuch/b-8-essig-balsamessige-salatwuerzen-saure-wuerzen-essigessenz-saucen-cremen-zubereitungen-auf-essigbasis-andere-essigaehnliche-wuerzmittel/6-andere-essigaehnliche-wuerzmittel/6-1-saft-unreifer-weintrauben-verjus>
- Pinelo, M., Arnous, A., & Meyer, A. S. (2006). Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends in Food Science & Technology*, 17(11), 579–590. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.05.003>
- Poudel, P. R., Tamura, H., Kataoka, I., & Mochioka, R. (2008). Phenolic compounds and antioxidant activities of skins and seeds of five wild grapes and two hybrids native to Japan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8), 622–625. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.07.003>
- Prozil, S. O., Evtuguin, D. V., Silva, A. M. S., & Lopes, L. P. C. (2014). Structural Characterization of Lignin from Grape Stalks (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(24), 5420–5428. <https://doi.org/10.1021/jf502267s>
- Rasines-Perea, Z., & Teissedre, P.-L. (2017). Grape Polyphenols' Effects in Human Cardiovascular Diseases and Diabetes. *Molecules*, 22(1), 68. <https://doi.org/10.3390/molecules22010068>
- S. POUR NIKFARDJAM, M. (2008). *General and polyphenolic composition of unripe grape juice (verjus/verjuice) from various producers.* ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/306201972_General_and_polyphenolic_composition_of_unripe_grape_juice_verjusverjuice_from_various_producers

- Salah Eddine, N., Tlais, S., Alkhatib, A., & Hamdan, R. (2020). Effect of Four Grape Varieties on the Physicochemical and Sensory Properties of Unripe Grape Verjuice. *International Journal of Food Science*, 2020, 6457982. <https://doi.org/10.1155/2020/6457982>
- Samarakoon, K., & Rupasinghe, H. P. V. (2025). Valorization of grape pomace by microbial fermentation: Composition, biological activities and potential applications for the food industry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 144, 107656. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107656>
- Sengun, I. Y., Goztepe, E., & Ozturk, B. (2019). Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry meat. *LWT*, 113, 108317. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108317>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Spigno, G., Marinoni, L., & Garrido, G. D. (2017). State of the Art in Grape Processing By-Products. In *Handbook of Grape Processing By-Products* (o. 1–27). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00001-6>
- Tóth, I., & Pernesz, G. (2001). *Szőlőfajták*. Mezőgazda kiadó.
- Tristantini, D., & Amalia, R. (2019). Quercetin concentration and total flavonoid content of anti-atherosclerotic herbs using aluminum chloride colorimetric assay. *AIP Conference Proceedings*, 2193(1), 030012. <https://doi.org/10.1063/1.5139349>
- Zhou, D.-D., Li, J., Xiong, R.-G., Saimaiti, A., Huang, S.-Y., Wu, S.-X., Yang, Z.-J., Shang, A., Zhao, C.-N., Gan, R.-Y., & Li, H.-B. (2022). Bioactive Compounds, Health Benefits and Food Applications of Grape. *Foods*, 11(18), 2755. <https://doi.org/10.3390/foods11182755>

Zibaenezhad, M. J., Mohammadi, E., Babaie Beigi, M. A., Mirzamohammadi, F., & Salehi, O. (2012). The effects of unripe grape juice on lipid profile improvement. *Cholesterol*, 2012, 890262. <https://doi.org/10.1155/2012/890262>

9. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A TPC-vizsgálat kalibrációs görbéjének felvételéhez alkalmazott keverési arányok
Forrás a felhasznált módszer alapján saját szerkesztés 15
4. táblázat: minták hígítása a DPPH vizsgálat elvégzéséhez Forrás: Saját szerkesztés 20
5. táblázat: DPPH-vizsgálathoz készített mintahígítási sor arányai Forrás: Saját szerkesztés. 20

10. Ábrák jegyzéke

1. ábra: kalibrációs egyenes galluszsav oldattal TPC méréshez Forrás: Saját szerkesztés 23
2. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók teljes polifenol tartalma (TPC). Forrás: Saját szerkesztés..... 24
3. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók összes flavonoid tartalma (TFC) méréshez tartozó kalibrációs görbe Forrás: Saját szerkesztés..... 25
4. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók összes flavonoid tartalma (TFC). Forrás: Saját szerkesztés 25
5. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók vas (III)-redukáló antioxidáns ereje (FRAP) méréshez tartozó kalibrációs görbe Forrás: Saját szerkesztés..... 26
6. ábra: Éretlen (VSZ, világos színek) és érett (MSZ, sötét színek) szőlőből származó törkölyfrakciók vas(III)-redukáló antioxidáns ereje (FRAP). Forrás: Saját szerkesztés..... 27
- 7(a-c). ábra: Éretlen (VSZ) és érett (MSZ) szőlőtörköly-frakciókból származó kivonatok DPPH gyökgtátlásának dózis-válasz görbéi Forrás: Saját szerkesztés..... 28
8. ábra: A DPPH gyökfogó aktivitásának IC₅₀ értékei éretlen (VSZ) és érett (MSZ) szőlőtörköly mag-, héj- és szárkivonatai esetében, µg szárított törkölyfrakció/ml vizsgálatban kifejezve Forrás: Saját szerkesztés..... 30

11. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni mérhetetlen köszönömet Dr. Kovács Zoltán témavezetőm felé, akitől a rengeteg hasznos tananyag és tapasztalat mellett mindig választ nyertem nyitva maradt kérdéseimre. Segítsége nélkül nem készülhetett volna el a szakdolgozatom ilyen minőségben.

Hálával tartozom még a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campusának, Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszéke felé. Köszönöm, hogy a szakdolgozatomhoz tartozó mérések elvégzéséhez biztosították számomra a szükséges technológiai háttérrel továbbá, hogy a tanszék munkatársai mindig segítőkészek voltak velem, ha a munkálatok során bármi kérdésem akadt.

Szeretném még megköszönni családomnak, barátaimnak, hogy bizalmat szavaztak számomra a nehezebb időszakokban, és türelemmel fordultak felém a stresszesebb pillanatokban is.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: ERDŐS ANNA

A Hallgató Neptun kódja: Q9KSI0

A dolgozat címe: SZŐCICORÓCÉL-FRAKCIÓK POLIFENOL ÉS FLAVONOID TARTALMAINAK, VALAMINT
ANTIOXIDÁNS AKTIVITÁSAINAK VIZSGÁLATA

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET

A konzulens tanszékének a neve: ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év NOVEMBER hó 4. nap

Erdős Anna
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Erdős Anna (hallgató Neptun azonosítója: Q9KSJ0) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2025__ év __ 11__ hó __ 03__ nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Erdős Anna
Neptun-kódja:	Q9KSJO
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2. / ELTUD158N
A munka címe:	Szőlőtörköly-frakciók polifenol- és flavonoid tartalmának, valamint antioxidáns aktivitásának vizsgálata

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
szakirodalmi forrás keresés	GPT-4o	szakirodalmi áttekintés

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: ..Budapest.., 2025. október hó 27. nap

Erdős Attila

Hallgató aláírása

[Handwritten signature]

Konzulens/Témavezető aláírása *

