

DIPLOMAMUNKA

Mátyus Imre

2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szőlészeti és Borászati
Intézet

A napsugárzás hatása a szőlőbogyó polifenol összetételére

The effect of solar radiation on the polyphenol composition of grape berries

Mátyus Imre GO603C

Szőlész-Borász mérnök, MSc

Levelező tagozat

Készült a: Borászati Tanszéken

Közreműködő tanszék: Szőlészeti Tanszék

Tanszéki konzulens: Nyitrai Dr. Sárdy Diána Ágnes

Konzulens: Dr. Varga Zsuzsanna

Bírálok: _____

Budapest, 2023 _____

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. Klímaváltozás jelentősége a szőlőtermesztésben	5
2.2. Lelevelezés, mint fitotechnikai beavatkozás hatásai	6
2.3 Az UV sugárzás hatása a szőlőnövényre és a bogyó összetételére	7
2.3.1 Az UV sugárzás bemutatása	7
2.3.2. Az UV sugárzás növényekre és speciálisan a szőlőre gyakorolt hatása	8
2.4 UV-elnyelő vegyületek a bogyóhéjban	9
2.5 Kékfrankos szőlőfajta bemutatása	12
2.6 Polifenolok jelentősége	13
2.6.1 Nem flavonoid fenolok	15
2.6.2 Flavonoid-fenolok	15
2.6.3 Tanninok	18
2.6.4. Polifenolok változása, mennyisége a szőlőben	19
2.6.5 Fenolos érettség	19
3. CÉLKITŰZÉS	21
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
4.1 Vizsgálati anyagok	22
4.2 Vizsgálati módszerek	23
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS	24
5.1 A polifenol összetétel eredményei	24
5.2. Időjárási tényezők	28
6. JAVASLATOK	33
7. ÖSSZEFOGLALÁS	34
I. MELLÉKLET	36
II. MELLÉKLET	38
IRODALOMJEGYZÉK	40

1. BEVEZETÉS

A diplomamunka téma meghatározást befolyásolta a hasonló tematikával foglalkozó TDK dolgozatom, amely a kadarka szőlőből különböző borászati technológiával készített borok érzékszervi és analitikai vizsgálatával foglalkozott. Ebben a dolgozatban is a klímaváltozás hatásait vizsgáltam több különböző évjáratban készített vörösborokon, megfigyelve a polifenolokra gyakorolt effektusokat.

A megfigyelésekkel alátámasztott, megváltozott klimatikus viszonyok miatt új szőlőtermesztési, borkészítési technológiák bevezetésére lesz szükség a közelgő évtizedekben. Újra kell gondolni a klímaváltozás miatt a telepített és a közeljövőben telepítendő szőlőfajtákat a szőlőtermesztők és borkészítők szempontjából, - természetesen a fogyasztók igényeit is szem előtt tartva.

Ebben a változásban a Kékfrankos szőlőfajta több neves kutató szerint is „nyertes” lehet más termesztésben lévő fajtákkal együtt. Egyre több és szebb, kiváló minőségű igazi Hungarikum bor előállítására alkalmas a hozzáértő gazdák keze munkája által. Az úgynevezett „terroár” jelleg ezen a fajtán (minden a terroárt meghatározó tényezeren keresztül) kiválóan megfigyelhető és kutatható.

Mindamellett jelentős az új alternatív technológiák előtérbe helyezése, mivel ezek a környezet megóvását is lehetővé teszik. A dolgozat aktualitása, hogy az általánosan alkalmazott szőlőtermesztési (fitotechnikai) műveletek új megvilágításba kerülnek, mint például: lelevelezés, fűrtitkítás stb.

A kísérlet elsődleges célja, hogy megállapítsam, okoznak-e eltérést az alkalmazott zöldmunkák Kékfrankos szőlő polifenol tartalmában. Előzetes várakozás szerint ezek a zöldmunkák befolyásolni fogják a szőlő polifenol összetételét, a fűtöket érő több napfény hatására több polifenolt termelhet a szőlő. Dolgozatomban áttekintem a klímaváltozás jelentőségét a szőlőtermesztésben, különös tekintettel az UV sugárzással kapcsolatos eredményekre. Bemutatom a polifenolok csoportosítását és főbb jellemzőit a szőlőbogyóban és a borban is, valamint jellemzem a Kékfrankos szőlőfajtát.

Kísérleteimhez a mintavételeket a **KMASZC Soós István Borászati Technikum Budafoki Tangazdaságában** végeztem egy számomra kijelölt területen. Az analitikai méréseket a **Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Borászati Tanszékén** végeztük.

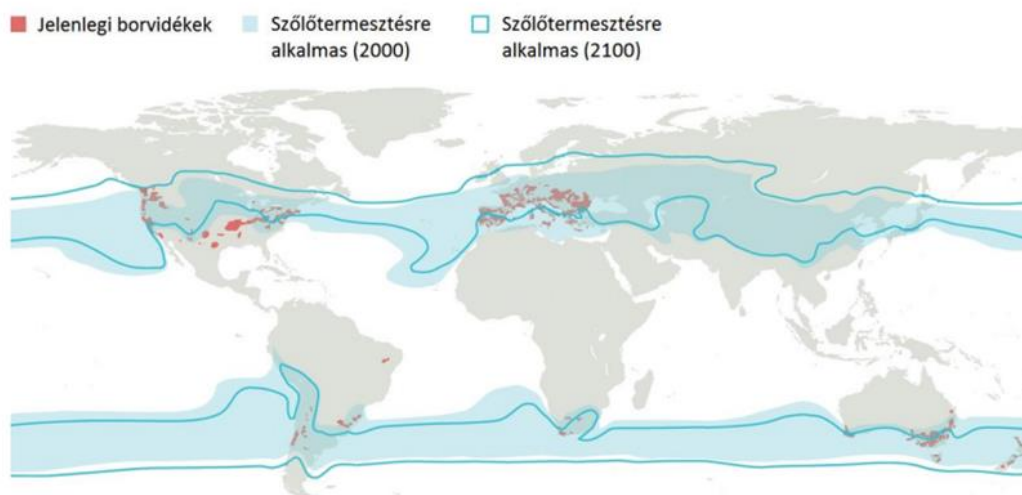
A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez az IBM SPSS Statistic27 szoftvert használtam.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Klímaváltozás jelentősége a szőlőtermesztésben

A globális felmelegedés a szőlőnövények számára is megváltozott környezeti feltételeket teremt. Az erős napsütés, a folyamatos magas hőmérséklet, a késő tavaszi fagyok, a nyári aszályok, az extrém időjárási jelenségek a hormonális alkalmazkodó képességre számos terhet rónak. A különböző fitotechnikai műveletekkel /levelezés, hajtásválogatás, csonkázás/ lehet és kell is mérsékelni ezeket a hatásokat, a diverzitás során teret engedni azoknak a fajtáknak, amelyek ellenállóbbak. Fontos kérdés lesz a jövőben az öntözés engedélyezése, mert egyre inkább szükségessé válik, különösen a fiatal ültetvényekben, ahol még nem nyúlnak mélyre a szőlőtőkék gyökerei. A fürtzóna mikroklimájának, elsősorban a hő- és sugárzásviszonyok optimalizálásában segíthet a különböző műanyag hálókkal biztosított időszakos árnyékolás, mely hatékonyan csökkentheti a bogyók stressz-szintjét. Különböző növénykondicionáló készítmények szintén ígéretesek lehetnek ezen a téren. Megállapítható, hogy a használatuk előnye kimutatható, de több évjáratban szükséges tanulmányozni a változásokat. (KNEIP, et al., 2021)

A klímaváltozás hatásaira a szőlő-bor ágazatnak is egyre sürgetőbben fel kell készülnie. Egy 2013-ban publikált kutatás alapján 2050-re a világ melegövi borvidékeinek területe 25-73%-kal csökkenhet, az északabban fekvő területek kerülnek előnybe. Az évi „ideális” átlagos középhőmérséklet tartománytól (9-10°C) egyre inkább eltolódás várható 16-21°C felé, ami jelentős mértékű növekedésnek számít. (1. ábra)



1. ÁBRA

A VEGETÁCIÓS IDŐSZAKBAN 12-22 °C ÁTLAGHŐMÉRSÉKLET KÖZÖTTI, SZŐLŐTERMESZTÉSRE ALKALMAS TERÜLETEK 2000-BEN, ILLETVE 2100-BAN

(FORRÁS: SCHULTZ, 2000)

Annak ellenére, hogy a szőlőnövény alkalmazkodó képessége magas, a szélsőséges időjárási körülmények hatására az egyes fenológiai fázisok közötti időszakok lerövidülnek, így a zsendülés és termésérés hamarabb, magasabb hőmérsékleten játszódik le. (HANNAH L., 2013) Az érő szőlőbogyó különösen érzékeny az extrém

magas hőmérséklet és napsugárzás kombinációjára, mivel párolgással csak minimális mértékben képes hűteni felületét. (KELLER, 2010) A cukortartalom, ezáltal a bor alkoholtartalma megnő, ezzel egyidejűleg a savtartalom csökken, a pH-érték viszont emelkedik (STOCK M, et al., 2003)

Egyre több kártevő megjelenésével kell számolni (DE LUCIA L., et al., 2008) valamint az UB-B sugárzás növekvő mértéke (SCHULTZ, 2000) a tápanyag ellátottsági problémákkal együtt a szárazságstresszel kísérve kálium-, kalcium-, polifenol-tartalomban is növekedést fog eredményezni, valamint egyre kevesebb aromaprekurzor jelenlétével kell számolni.

A kutatások szerint jelentős tartalékok vannak a kevésbé drasztikus kárenyhítési lehetőségekben is, melyek már termőre fordult ültetvényben is lehetővé teszik a kedvezőtlenül magas hőmérséklet és napsugárzás mérséklését. (MOZELL, 2014)

2.2. Lelevelezés, mint fitotechnikai beavatkozás hatásai

A fűrtónában a fűrtök körüli levelek egy részének eltávolítását nevezzük lelevelezésnek. Ennek hatására a megmaradt fűrtökön és leveleken jelen lévő nedvesség (eső, pára, harmat) hamarabb felszárad. Ezzel nagymértékben csökkenthető a szürkerothadás megjelenése, mindamellett mérsékelhető a lisztharmat, a peronoszpóra és a szőlőmolyok okozta fertőzések is. Leghatásosabb a Botrytis elleni védekezésben (ENGLISH, et al., 1989). A kezelés után a szellősebbé vált lombfal esetén növelni tudjuk a növényvédelem hatékonyságát.

A lelevelezés és egyes polifenol összetevők mennyiségének kapcsolatát több tanulmány vizsgálta.

A mag proantocianidinek phloroglucinolízissel történő elemzése során az árnyékolt és exponált kezelések hasonlóak voltak a mind a zsendüléskor, mind a szüretkor azonban, az árnyékolt kezelés nagyobb kiterjedésű és terminális alegységekkel (nmol/mag) rendelkezett, mint az exponált kezeléssel. A héj proantocianidinek esetében az árnyékolt fűrtök minden alegységnél (nmol/bogyó) alacsonyabbak voltak mind a zsendüléskor mind a szüretkor.

Az antocianinok esetében az árnyékolt kezelés arányosan csökkentette a delfinidint, a cianidint, a petunidint és a malvidint, és nagymértékben növelte a peonidin-glükozidokat. A két kezelés modellkivonatai párhuzamosan mutattak különbséget a bogyókban, alacsonyabb flavonol-, antocianin- és proantocianidinek koncentrációval. (CORTELL & KENNEDY, 2006, 54, 22,)

A borkészítéshez felhasznált szőlő minősége olyan meghatározó tényező, amely az elsődleges metabolitok, például cukrok és szerves savak (pl. borkő- és almasav) és másodlagos metabolitok, például aromák és fenolos vegyületek (pl. tanninok, hidroxifahéjsavak, stilbének, flavanolak, flavonolok és antocianinok), amelyek szabályozzák a bor érzékszervi tulajdonságait (Jackson és Lombard, 1993). Az érés kezdetén a bogyók cukorkoncentrációja nő, míg a szerves savak (lényegében az almasav) csökkenni kezdenek (Conde et al., 2007 és az abban található hivatkozások). A legtöbb fenolos vegyület, mint például az antocianinok és a flavonolok, hajlamosak a fejlődés utolsó szakaszában felhalmozódni, amelyet a zsendülés kezdete jellemez, amikor a bogyók

kozisztenciájának változása történik, savból, zöldből és keményből édesre, vörösre és puhára. (Conde et al., 2007 és az abban található hivatkozások).

A magasabb minőségű szőlő elérése érdekében a modern szőlőművelési műveletek célja a fűrt egészét érő napsugárzás fokozása lombtalanítással, ami magasabb flavonoid tartalomhoz vezet (Diago et al., 2012). Ezért a levelek eltávolítása általában az érés kezdete (zsendülés) körül javasolt.

Az új megközelítések azonban a fejlődés korábbi szakaszában a lombtalanítást javasolják, ami javíthatja a bogyók minőségét és csökkentheti a napégés okozta károkat (Pastore et al., 2013).

A vörösborszőlő-fajtáknál a szőlő termesztéstechnológiájában használt zöldmunkák közül a leggyakrabban alkalmazott és vizsgált beavatkozás a **lelevelezés**. A megfelelő időben, módon és mértékben végzett lelevelezéssel kedvező hatást gyakorolhatunk a vörösborszőlő-fajták polifenol tartalmára, ami borászati szempontból az egyik leglényegesebb vegyületcsoport (Bene et al. 2019, Csóka et al. 2013, Fazekas et al. 2018, Guld et al. 2020). A levéltriktítás mértéke nem akadályozhatja az asszimiláta termelést, nem romolhat a mustok cukortartalma.

A szőlő összetételét a **lombtalanítás** javította (magasabb Brix-érték, magasabb antocianin- és fenoltartalom), mivel több asszimilátum állt rendelkezésre terményegységenként, és nagyobb bogyók, amelyeket megnövekedett héjpép arány jellemez. A vizsgálat nem mutatta ki a lelevelezésnek a következő évi rügyszerkezésképződésre gyakorolt átvivő hatásait, és nagyon kevés kezelési kölcsönhatást mutatott, ami arra utal, hogy a levéltávolításnak az éghajlat miatti változékonyságával szemben uralkodó hatása van. Összességében a korai lombtalanítás kiváló eszköz lehet a termés szabályozásra, felváltva az időigényes kézi fűltriktítást. (S. PONI, 2006, 57)

A korai **levéltávolítás** hatékonyságát nagy hozamú fajtákon vizsgálták a terméspotenciál csökkentésére és a lazább, rothadásra kevésbé érzékeny fűrtök előidézésére. A terméskötést, a fűrt tömeget, a fűrtönkénti bogyószámot, a bogyóméretet és a fűrt tömörségét minden lelevelezési kezelés csökkentette a nem lombtalanított hajtásokhoz képest. (S. PONI, 2006, 57)

2.3 Az UV sugárzás hatása a szőlőnövényre és a bogyó összetételére

2.3.1 Az UV sugárzás bemutatása

Az **ultraibolya (UV) sugárzás** a nap spektrumának kis részét (körülbelül 8%-át) alkotja, amely a bioszférában a talajszintet éri el. Ezen a szinten kétféle hullámhossz alkotja, az UV-A (315–400 nm) sokkal nagyobb mennyiségben fordul elő, mint az UV-B (280–315 nm). Hagyományosan az UV-sugárzást (különösen az UV-B-t) a növények általános stresszorának tekintették, amely különféle káros folyamatokat vált ki, amelyek főként a fotoszintézist, a DNS-t, a membránokat, a fehérjéket és a hormonokat érintik.

Az ózonréteget lebontó vegyületek antropikus kibocsátása miatt az UV-B sugárzás jelenlegi szintje a maximum körül van. A modellek azt sugallják, hogy a 21. század első felében a középső szélességi kör ózonszintje várhatóan visszatér az 1980-as szintre (United Nations Environment Programme, 2012). Sőt, olyan tényezők, mint a felhőzet,

a szélesség és a tengerszint feletti magasság miatt az UV-B sugárzás szintje nagymértékben változik a helytől és az évszaktól függően (McKenzie et al., 2007). Annak ellenére, hogy az UV-B (280-315 nm) a Föld felszínét érő teljes napelektromágneses sugárzás kevesebb, mint 0,5%-át teszi ki, nagy hatással van a növények biológiájára, növekedési modulátorként működik (Jansen és Bornman, 2012). Az UV-B-t történelmileg környezeti stressztényezőnek tartották, amely számos negatív hatással van a növényekre (Kakani et al., 2003). Az UV-B környezeti szintjeiről azonban beszámoltak arról, hogy néhány kívánatos hatást gyakorolnak a különféle növényekre, köztük a szőlőre:

- fokozzák a másodlagos anyagcserét,
- csökkentik a vegetatív növekedést és
- csökkentik a kórokozók előfordulását

(Jug és Rusjan, 2012 és az abban található hivatkozások).

Napjainkban azonban következetes bizonyítékok állnak rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy a természetes UV-szintek inkább környezeti szabályozóként működnek, szabályozzák a génexpressziót, az anyagcserét, valamint a növekedést és fejlődést (Jansen és Bornman, 2012, Hideg et al., 2013).

2.3.2. Az UV sugárzás növényekre és speciálisan a szőlőre gyakorolt hatása

A **haszonnövényeknél** ez az új koncepció különféle kezelési lehetőségeket nyit meg a mezőgazdasági termékek javítására, hozzáadott értéket és minőségi különbséget biztosítva számukra az UV-manipuláció révén. Így az UV-sugárzás haszonnövényekre gyakorolt hatásaival kapcsolatos kutatások jelentősen megnövekedtek az elmúlt években (Wargent és Jordan, 2013).

A **szőlőben** (*Vitis vinifera* L.), amely világszerte az egyik fő kultúrnövény, az UV-sugárzás kulcsfontosságú tényező, amely szabályozza a fontos egészséges metabolitok tartalmát, amelyek meghatározzák a bogyós gyümölcsök és a bor jellemzőit, mint például az aroma, a fanyarság, a szín és a stabilitás. Ezenkívül az UV-sugárzás növelheti a toleranciát az abiotikus és biotikus stresszorokkal szemben, beleértve a kártevőket és betegségeket (Jug és Rusjan, 2012). Így az UV-sugárzás szőlőre gyakorolt hatásának kutatása stratégiai fontosságú, mert óriási lehetőségeket kínál a gazdálkodás számára mind a termelési folyamat, mind a végtermék minőségének javítására. Ezeket a termelési célokat olyan egyszerű művelés technológiai elemek alkalmazásakor lehet megvizsgálni, amelyek módosítják a bogyókat ért napsugárzás dóziséét. Ilyen például a lombtalanítás (Pastore et al., 2013) vagy árnyékolás művelete (Downey et al., 2004). Az ilyen módszerek azonban nem tudnak különbséget tenni a napspektrum különböző hullámhosszainak hatásai között.

Az UV-sugárzás specifikus hatásainak felmérésére két alapvető manipulációs megközelítés alkalmazható: UV-fokozás lámpákkal és UV-kizárás szűrőkkel. Mindkét megközelítést alkalmazták a szőlőben, de sok ilyen tanulmány a levélletlanra összpontosított (Kolb et al., 2001, Pfündel, 2003, Núñez-Olivera et al., 2006, Pollastrini et al., 2011, Majer és Hideg, 2012, Berli és mtsai, 2013, Alonso et al., 2015, Martínez-Lüscher et al., 2015, Grifoni et al., 2016). Nyilvánvaló, hogy a leveleken végzett vizsgálatok eredményei korlátozottan alkalmazhatók a termelési folyamatra.

Más tanulmányokat is végeztek magasan fekvő szőlőültetvényeken (Berli et al., 2008, Berli et al., 2011), ahol a növények magasabb UV-sugárzásnak vannak kitéve, mint a közepes magasságú helyeken, ahol a világon a legtöbb szőlőt termesztik. A tipikus mediterrán terepi környezetben végzett vizsgálatok ritkák (Gregar et al., 2012, Carbonell-Bejerano et al., 2014, Del-Castillo-Alonso et al., 2015, Liu et al., 2015), és nagy szükség van rájuk.

További szempontok, amelyek továbbra is alulvizsgáltak az UV- és szőlőkutatás során, például:

- a levelekben és a bogyókban lévő fenol vegyületek kapcsolata (Del-Castillo-Alonso et al., 2015);
- a fenolos vegyületek UV-sugárzásra adott időbeli válasza a bogyók teljes érési folyamata során (Gregar et al., 2012), mert a válaszok egy-egy szerv fejlődése mentén változhatnak (Wargent és Jordan, 2013); és
- a fenolos vegyületek a vakuólumok és a sejtfalak között.

Ez utóbbi pont lényeges lehet egyrészt a növény fiziológiája szempontjából, mivel a vakuoláris és sejtfalhoz kötött vegyületek különböző fényvédő módokat képviselhetnek (Carbonell-Bejerano et al., 2014, Del-Castillo-Alonso és mtsai, 2015), másrészt borászati szempontból is, mert a fenolos vegyületek eltérő elhelyezkedése befolyásolhatja kivonhatóságukat a borászati folyamatban. Továbbá hangsúlyozni kell, hogy az UV-sugárzás szőlőre gyakorolt hatásait vizsgáló legtöbb tanulmány kevésbé elterjedt szőlőfajták felhasználásával készült. (S. PONI, 2006, 57)

Sok más tanulmány is elemezte a bogyók tulajdonságait, különösen a fenolos összetételt és a génexpressziót, és eredményeik jobban alkalmazhatók lehetnek. E tanulmányok egy része azonban szabályozott körülmények között cserépben termő növényekkel foglalkozott (Martínez-Lüscher et al., 2014), így eredményeik közvetlenül nem extrapolálhatók az ültetvényre.

Az UV-B sugárzás az expozíciós időszaktól függetlenül nem befolyásolta a technológiai érettség eléréséhez szükséges napok számát (J. MARTINEZ-LÜSCHER, 2014)

Az UV-B nem változtatta meg szignifikánsan a szőlőbogyó méretét, de növelte a bogyóhéj relatív tömegét. Az érési időt az UV-B nem befolyásolta, ez magyarázhatja a technológiai érettség változásának hiányát. A must extrahálható antocianinok koncentrációja, és a héj flavonolok fokozódtak az UV-B hatására, különösen a kötődéskor lelevelezett, napsugárzásnak kitett növényekben. A szőlőhéj flavonolok mennyiségi és minőségi profilját UV-B sugárzás a fentiek szerint módosította. Az UV-B általános pozitív hatással volt a szőlőbogyó összetételére. (J. MARTINEZ-LÜSCHER, 2014)

2.4 UV-elnyelő vegyületek a bogyóhéjban

A flavonoid fenolok a szőlőbogyók héjában és magjában találhatóak, fontos funkciójuk, hogy elnyelik az ultraibolya sugárzást, megvédve a belső szöveteket a napsugárzás káros hatásaitól. Ugyanakkor a flavonoid fenolok szintézise az UV-sugárzás és a kék fény hatására megy végbe (Guld et al. 2015, Kállay, Nyitrai 2003, 2006, 2007, 2008, 2009; Kállay Sárdy 2003; Leskő et al. 2011, 2014;)

PONI (2006) megállapította, hogy bizonyos UV-elnyelő vegyületek tartalmak nőttek, illetve csökkentek a szezon során. Az oldható tározó az összes bogyóhéj fenoltartalmának 54, 65 és 80%-át tette ki borsónagyságban,

zsendüléskor és szüretkor, és 40 fenolos vegyületből állt. Ezek közül az **antocianinok**, a **flavonolok** és a **flavanolok** voltak a legelterjedtebb vegyületek zsendüléskor és betakarításkor. Összesen 15 antocianint azonosítottak, amelyek a cianidin, delfinidin, peonidin és petunidin. Ezen kívül 14 flavonolt, 6 flavanolt, 3 hidroxifahéjsav-származékot és 2 sztilbént is azonosítottak. Szinte minden oldható fenolos vegyület jelentős időbeli változást mutatott. Az antocianinok, flavonolok és sztilbének össztartalma, valamint ezen fenolos családokba tartozó egyes vegyületek többsége nőtt, míg a flavanolok és a hidroxifahéjsav származékoké csökkent a szezon előrehaladtával. Az antocianinokat borsónagyságban nem mutatták ki, míg a zsendülés és a betakarítás között erősen megnövekedtek.

Az UV-sugárzás specifikus hatása az **antocianintartalomra** meglehetősen változó, mert növekedhet (Berli et al., 2011, Martínez-Lüscher et al., 2014), csökkenhet (Cortell és Kennedy, 2006, Guan és mtsai, 2016), vagy változatlanok maradnak (Price et al., 1995, Spayd et al., 2002, Downey et al., 2004) növekvő UV-sugárzással. Különösen nagy UV-dózisokra lehet szükség az antocianinok jelentős változásainak indukálásához.

A flavonolok és az antocianinok eltérő UV-válasza nem furcsa, mert a két vegyületcsoportot különböző szabályozási rendszerek hatnak rájuk: a flavonolok és az antocianinok a fejlődés különböző szakaszaiban halmozódnak fel, (Fujita et al., 2006). A kísérletek arra engednek következtetni, hogy a flavonolok felhalmozódásának optimalizálása veszélyeztetheti az antocianin termelést (Mattivi et al., 2006).

A vizsgálatban az antocianin arányok a zsendüléstől a betakarításig változtak, de az UV kizárás nem befolyásolta ezeket az arányokat. A sugárzási rendszerrel kapcsolatos különbségek csak a szűrt és a nem szűrt bogyók között voltak, és ezek a változások csekélyek voltak, mert csak a zsendüléskor jelentkeztek, és a betakarításkor eltűntek. Így ezek a különbségek ismét a kezelések közötti enyhe csapadék vagy hőmérsékletváltozásoknak tudhatók be. Feltételezték, hogy az antocianin profilját befolyásolja a napfény, de a konkrét hatások korántsem egyértelműek. Például az összes- vagy UV-sugárzás növekedésével az antocianinok aránya növekedhet Merlot-ban (Spayd és mtsai, 2002) és Pinot Noir-ban (Cortell és Kennedy, 2006), de Malbec-ben az ellenkező hatást figyelték meg (Berli és mtsai, 2011) (Martínez-Lüscher et al., 2014). Ezek a válaszok még a vizsgálat évétől függően is változnak (Spayd et al., 2002, Downey et al., 2004).

Az eredményeknek ez a sokfélesége a különböző fajtákban eltérően viselkedő antocianinok szintézisének összetett szabályozásával magyarázható (Jeong et al., 2006).

Az UV-kizárás megfigyelt gyenge hatása a flavanoltartalomra azon a tényen alapulhat, hogy a flavanolok kevéssé reagálnak a környezeti tényezők változásaira, beleértve a sugárzást (Cortell és Kennedy, 2006, Sternad Lemut et al., 2013). Ennek ellenére a flavanoltartalom csökken az árnyékolt bogyókban (Koyama et al., 2012), és reagál a hőmérsékletre is (Cohen és mtsai, 2012). (MARIA-ÁNGELES DEL-CASTILLO-ALONSO ET. AL., 2016,)

Általában az időjárás hatása erősebb volt, mint az UV-sugárzásé. A bogyóhéj fenolos vegyületeinek reakciója változatos, mérsékelt és többnyire átmeneti volt. A szüretkor az UV-sugárzásnak kitett bogyókban a legegységesebb reakció ismét a flavonol felhalmozódása volt, valamint a flavonol hidroxilációs szintjének

csökkenése. Ezzel szemben az antocianinok, flavanolok, sztilbének és hidroxifahéj-származékok reakciói sokkal finomabbak voltak, vagy nem okoztak mérhető változást.

Tempranillo termődugványokat ellenőrzött körülmények között kiegészítő ultraibolya-B (UV-B) sugárzásnak tették ki, hogy megvizsgálják annak hatását a szőlő tulajdonságaira, érésére, aminosavakra és flavonoid profiljára. A növényeket két dózisban biológiailag hatékony UV-B hatásának tették ki, amelyeket a terméskötéstől az érésig, vagy a virágzás kezdetétől az érésig alkalmaztak.

Ezenkívül számos olyan vegyület, amely részt vesz a növények UV-B sugárzásra adott adaptív válaszában, mint például a flavonoidok (pl. antocianinok és flavanolok), egészségjavító hatású lehet antioxidáns, daganatellenes, szívvédő és gyulladáscsökkentő hatásuk miatt. (Nassiri-Asl és Hosseinzadeh, 2009).

Zsendülés után több, a flavonoid bioszintézist szabályozó transzkripció faktor a napsugárzás hatására felszabadul, ami a bogyók flavonoid tartalmának növekedéséhez vezet (Matus et al., 2009).

A fokozott napsugárzás azt jelenti, hogy több UV-B sugárzás éri a szőlőt, de UV-A, látható és infravörös sugárzás is, aminek következtében a bogyók hőmérséklete emelkedik. Míg a napsugárzás különböző hullámhosszú spektrumai a flavonoid bioszintézisben felfelé szabályozhatják a különböző géneket (Koyama et al., 2012), a magas hőmérséklet önmagában csökkentheti a szőlőbogyó flavonoid tartalmát, a lebomlás és a szintézis gátlás kombinációja révén (Mori et al., 2012, Spayd et al., 2002).

Ezért a napsugárzás hatása több olyan tényező kölcsönhatásából adódik, amelyek terepi körülmények között alig választhatók szét.

Összegzésként elmondható, hogy az antocianinok és a flavanolok a szőlőbogyóban és a borban előforduló leggyakoribb flavonoidok. Az antocianinok felelősek a vörös szőlőbogyók elszíneződéséért, mivel az érési fázisban megnövekednek a szőlőbogyók héjában. Bár az UV-B felerősítheti az antocianin bioszintézis út egyes szerkezeti gégeit (Park és mtsai, 2007), a szintézisük fokozásához vezető folyamatot nem hozták összefüggésbe UV-B specifikus szabályozó mechanizmussal (Zhou et al., 2007). Az antocianin-bioszintézishez szorosan kapcsolódó flavanolok a borok fontos alkotóelemei, amelyek nagymértékben hozzájárulnak bársonyos fanyarságérzetükhöz (Hufnagel és Hofmann, 2008) és a színfokozás és -stabilitás, antocianin társ pigmentekként működnek (Boulton, 2001).

A szőlőbogyók esetében több tanulmány a **flavonol bioszintézis** növekedéséről számol be, amelyet az UV-B sugárzástól eltérő környezeti feltételek indukálnak (Castellarin et al., 2007, Deluc et al., 2009, Koyama et al., 2012). Ezekben a vizsgálatokban a bogyós cukorkoncentráció növekedésének szerepét tárgyalták a megfigyelt flavonoid bioszintézis-szabályozásban.

Valójában a szőlősejteken a flavonoid bioszintézis egy részét a cukorszint szabályozza (Ferri et al., 2011), ami megnehezíti a környezeti stressztényezők specifikus hatását a gyümölcsök érésében.

2.5 Kékfrankos szőlőfajta bemutatása

Kékfrankos

Többnyire csak az Osztrák-Magyar Monarchia egykori területén termesztik.

Elterjedtsége:

Leginkább hazánkban terjedt el. Az összes vörösbort termelő vidékünkön megtalálható, sőt a legtöbb helyen meghatározó jelentőségű fajta.

Ampelográfiai jellemző:

Tőkéje erős növekedésű, kevés számú, félmereven álló vesszőkkel. Fürtje középnagy (150 g), közepesen tömött, vállas.

Termesztési értéke:

A középérésű fajták csoportjába tartozik. Szeptember végén érik, de általában később szüretelik nem túl magas cukortartalommal (17-19 mustfok).

Erős növekedésű, viszonylag jó termőképességű, értékes fajta. Rendszerint megbízhatóan terem, s a legrosszabb évjáratokban is elfogadható minőséget ad.

Fekvés és talaj iránt nem igényes, bár sovány, tápanyagszegény homoktalajokra nem való. Fagytűrő képessége az átlagnál jobb. Nem rothad, fürtjei sokáig a tőkén hagyhatók. Másodtermésképzésre nem hajlamos.

Kis és nagy tőkeformákon egyaránt eredményesen termeszthető. Hosszúmetészt igényel. Terhelésre kevésbé érzékeny. Mérsékelt zöldmunkát kíván.

Bora fajtajelleges, kellemes zamatú, testes, fanyar, csersavban gazdag, eléggé nyers, kemény karakterű, de az érlelés során savai lefinomodnak. Színanyagtartalma még gyengébb évjáratokban is kielégítő (BÉNYEI F., 2005)

Telepíthető klónjai az E. 48, E. 63, G. 379-es, a Kt. 1 és Kt. 3-as. (2. ábra)

KÉKFRANKOS



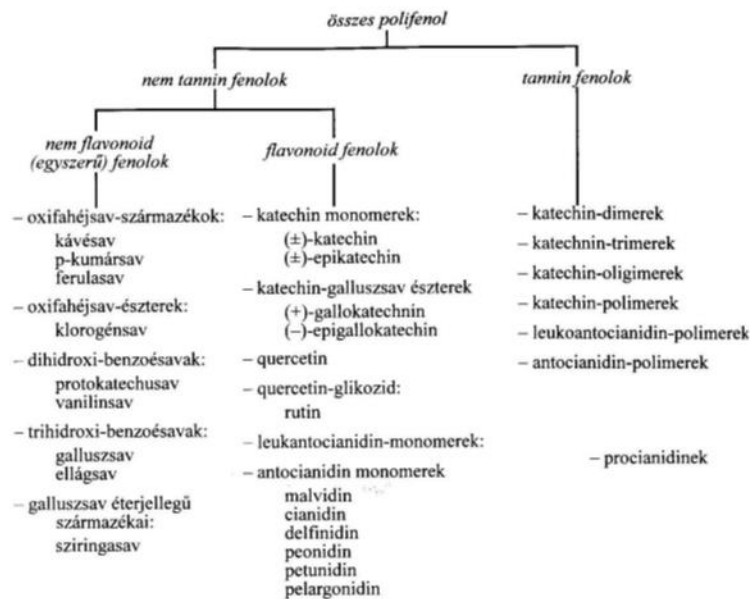
2. ÁBRA
KÉKFRANKOS SZŐLŐFAJTA MORFOLÓGIAI KÉPE

FORRÁS: (HAJDÚ, 2003)

2.6 Polifenolok jelentősége

A polifenolok és a csoportba tartozó színanyagok az egyik jelentős vegyületcsoportot alkotják a szőlőben, mustban és a borban. PERI és POMPEI (1971) csoportosítása szerint (3. ábra) az alábbi csoportosítást alkalmazzuk:

- nem flavonoid fenolok
- flavonoid fenolok
- tanninok

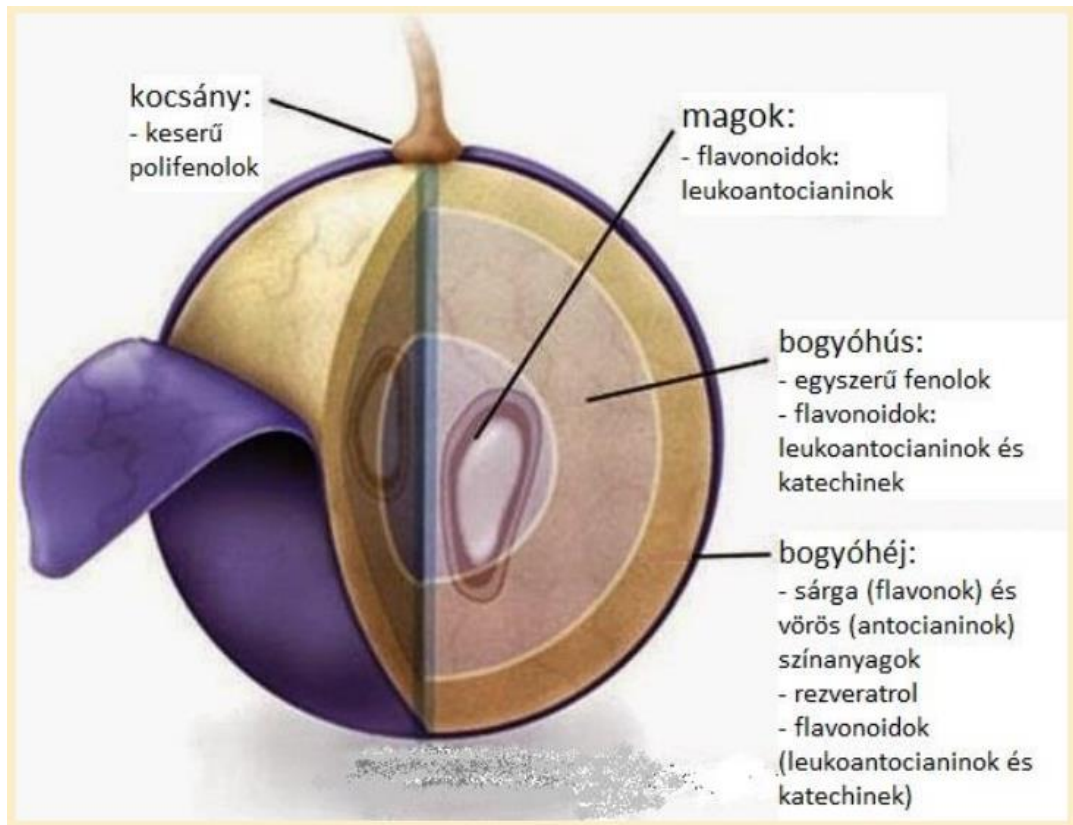


3. ÁBRA
FENOLOS VEGYÜLETEK CSOPORTOSÍTÁSA (PERI ÉS POMPEI ALAPJÁN 1971)

Ezek a vegyületek a szőlőből kerülnek be a borba. Koncentrációjukat befolyásolja:

- az alkalmazott borkészítés technológiája
- művelésmód
- fajta
- érettségi állapot
- évjárat

Legjellemzőbb tulajdonságuk, hogy oxidációra rendkívül hajlamosak, barnulással járó- és más egyéb kiválások okozói, jelenlétük a vörösborok esetében rendkívül fontos a borjelleg kialakításában. (KÁLLAY, 2010) A vörösborok íz – és zamatképződésében a flavonoid-fenolok játsszák a fő szerepet, míg a fehér boroknál a nem flavonoid fenolok jelennek meg nagyobb számban. (4. ábra) (LŐRINCZ, et al., 1998) Fehér borok esetében a flavonoid koncentráció legjelentősebb alkotói a katechinek (flaván-3-ol) és a leukoantocianinek (3,4-diol) (CARO et. al., 2010) Ezekre a vegyületekre jellemző, hogy keserű ízcserét okoznak, ezért jelenlétük csak korlátozott mennyiségben kedvező. Nagyobb mennyiség esetén a borban egyfajta húzós ízcserét alakul ki – jellemzően fahordós érlelés esetén- mert ilyenkor a hidrolizálható tanninok beoldódnak a termékbe. A tölgyfahordókból kioldódó fahéjaldehid- és benzalaldehid származékok szintén erősítik a nem flavonoid fenoloktól származó keserű ízcserét. (KÁLLAY & NITRAINÉ SÁRDY, 2008)



4. ÁBRA
POLIFENOLOK A SZŐLŐBOGYÓBAN

forrás: <https://enoviti-hanumangirl.blogspot.com/201701/phenolics-location-and-attributes-in.html>

2.6.1 Nem flavonoid fenolok

A nem flavonoid fenolok, más néven egyszerű fenolok (fenolsavak) szinte csak a bogyó húzában találhatók meg, jellemzően észter típusú vegyületekként. A szőlő és a bor hat benzoésav- és három fahéjsav- származékot tartalmaz. (FULCRAND, 2006) Az egyéb nem flavonoid-fenolok közül a legnagyobb jelentőséggel a rezveratrol bír, melynek alapváza az α , β -difenil-etilén. Fenolos hidroxil csoporttal rendelkezik a polifenol vegyületekhez hasonlóan és geometriai izomerrel rendelkezik. A stabilabb transz izomerben a fenil csoportok diagonál formában helyezkednek el, ezért távolabb esnek egymástól. Elsődlegesen az érés folyamán a héjszerkezetben halmozódnak fel, ezáltal a borban kimutatható rezveratrol tartalom a már említett alkalmazott szőlőfeldolgozási technológiától függ a legnagyobb mértékben. Olasz és francia kutatók vizsgálati kimutatásai alapján a vörös borokban magasabbak a koncentrációk, mint a fehérborban. (KÁLLAY, 2010) Az eredmények ismeretében bizonyítható a rezveratrol kettős hatása. Fontos a szerepe a növények immunitásában a gombás fertőzésekkel szemben, valamint a szív- és érrendszeri betegségek ellen is jelentős hatással bír. (KÁLLAY, 2010)

2.6.2 Flavonoid-fenolok

A flavonoid-fenolok csoportjába tartoznak a katechinek, leukoantocianinok valamint az antocianin monomerek melyek a procianidinek építő elemei. Az alapvegyületek variabilitása magas, mert a flavonoidok legtöbbször

glükozidjaik formájában vannak jelen. A cukorrészek (glükonok) 3-as, 5-ös és 7-es szénatomján lévő hidroxil csoportok hidrogénjének acetilezett cukorral vagy cukorral történő helyettesítése révén létesítenek kapcsolatot. A kapcsolódó cukrok lehetnek: monoizidok (glükóz, galaktóz, ramnóz, arabinóz), bioizidok és triozidok. A falkonoidok jellemző tulajdonsága az oxidációra való hajlam és a fémmegkötő képesség mellett az is, hogy könnyen lépnek reakcióba fehérjékkel és polimerekkel is. Indirekt módon is kifejtetik antioxidáns hatásukat, úgy, hogy az oxidációs folyamat közben a fémionokat ún. kelátkomplekek képződése közben kötik meg. A polimerizációs képesség jellemző kémiai tulajdonságuk. (KÁLLAY, 2010) Emiatt alkalmazzák előszeretettel a gyógyászatban a kapillár vezérléssel kapcsolatos problémák esetén, mert a vér- és hajszálerek áteresztőképességét javítják, törékenységet csökkentik.

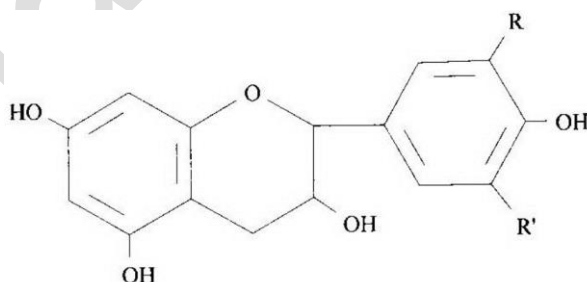
- Katechinek (5. ábra)

Vegyületeinek alapváza a 2-fenil-kromán váz. Nem hidrolizáló, vízoldhatók, nem észter jellegűek – kondenzált tanninoknak (flabotanninoknak) nevezzük ezeket.

-R=OH, R'=H: katechin

-R=R'=OH: gallokatechin

A katechinek flavonol-3 alapvázú vegyületek. (5.sz. ábra) A szőlőben a (+)-katechin és sztereoizomerjei és a (-)-epikatechin található meg. A bor P-vitamin aktivitása a katechin koncentráció növekedésével arányos, ellenben az öregedéssel csökken (KÁLLAY, 2010) Az elmúlt években megsokszorozódott a flavonoid tartalmú gyógykészítmények száma, mert kiválóan alkalmazhatóak a természetes gyógymódok és a természetes betegségmegelőzések folyamatában. Napjainkban is nagy számú tanulmány jelenik meg a flavonoidok antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatásával kapcsolatosan. Nyitrai (2004) vizsgálta 2000 és 2001 évjáratú bioborok katechin, leukoantocianin és összes polifenol tartalmát, melynek következtetése az, hogy a borra jellemző katechin tartalom az évjárat függvényében alakul, illetve változik.



5. ábra

Katechin szerkezeti képlete

- Leukoantocianinok (6. ábra)

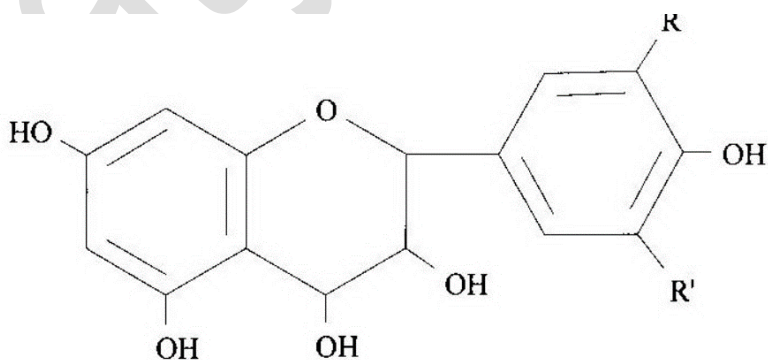
A flavanidol-3,4 alapváz hidroxilezett származékai, vegyületei szintelenek. (6.sz. ábra)

-R=OH,R'=H:	leukoantocianidin
-R=R'=OH:	leukodelfinidin
-R=R'=OCH ₃	leukomalvidin
-R=OCH ₃ ,R'=OH	leukopetunidin
-R=OCH ₃ ,R=H	leukopeonidin
-R=R'=H	leukopelargonidin

Alkoholos sósavval melegítve antocianin-kloriddá alakulnak, ami vörös színű vegyület. Bizonyítható, hogy az antocianinok bioszintézise a leukoantocianinokon keresztül történik. Jelentőségük a borkémia szempontjából:

- A leukoantocianidok és a tannoid alkotják a bor cserzőanyagának és az önotannin jelentős részét. (BATE-SMITH, SWAIN, 1963)
- Derítés folyamán a zselatint kicsapják
- Összehúzó ízük miatt -ami a polimerizációs foktól függ- befolyásolják a borok érzékszervi tulajdonságait
- Szerepük van a P-vitamin aktivitásban
- Az óborok színének kialakításáért felelősek (öregedés folyamán a polimerizációs fok növekszik) (GLORIES,1976)

A leukoantocianinokból képződő leukoantocianidinek hatása a borra antioxidáns jelenséget mutat, megvédi az oxidáció káros hatásaitól.

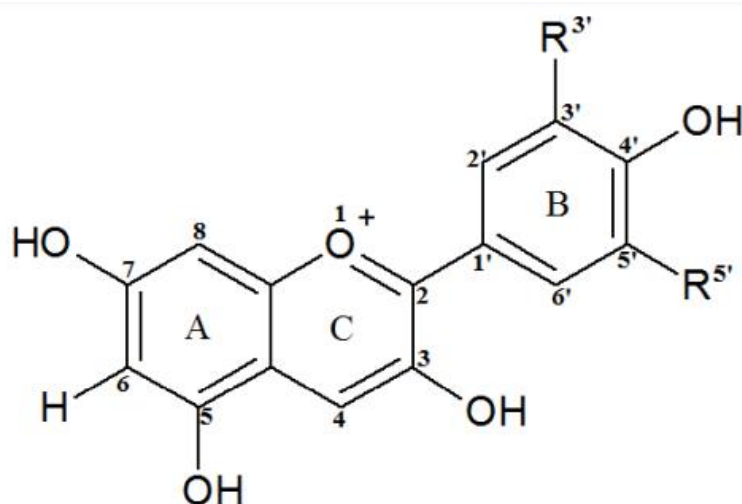


6. ábra

Leukoantocianin szerkezeti képlete

A flavonoidok leginkább a héjban, kocsányban és a magban találhatóak. (KÁLLAY, 2010)

Míg a borászati szempontból fontos procianidinek és katechinek a héjban, magban, kocsányban, addig az egyszerű fenolok legnagyobb koncentrációban a bogyóhúsban találhatóak. A borok fenolösszetétele ebből adódóan az alkalmazott szőlő-feldolgozási és borkészítési technológia függvénye. A kékszőlő-feldolgozás szempontjából azonban nem pusztán a színyanyagok héjban kimutatható mennyisége mérvadó, hanem azok hozzáférhetősége, kioldhatósága is fontos tényező. Az antocianinok (7. ábra) a héj epidermiszének alsóbb sejtsoraiban találhatóak, a külső sejtsorok inkább tanninokban gazdagok. (LESKÓ, 2009)



	R ^{3'}	R ^{5'}
Cianidin	OH	H
Delphinidin	OH	OH
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃
Pelargonidin	H	H
Peonidin	OCH ₃	H
Petunidin	OH	OCH ₃

7. ÁBRA
ANTOCIANIDIN SZERKEZETI KÉPLETE

2.6.3 Tanninok

Tanninok csoportosítása.

- hidrolizálható tanninok
- nem hidrolizálható tanninok

Hidrolizálható tanninok

A fenolkarbonsavak egymással vagy cukrokkal alkotott észterszerű tulajdonságokkal alkotott vegyületei. Közülük legismertebb a galluszsav, az ellágsav valamint a penta-galloil glükóz (ami 1 molekula glükóz és 5 molekula galluszsav) Közös tulajdonságuk, hogy a szőlőből nem, de borból kimutathatóak. Alapvetően a tölgyfa hordókból és a derítés folyamán használt cersav (tannin) tartalmú készítményekből kerülnek a borba.

Nem hidrolizálható tanninok

A fenolos hidroxil csoportok nagy száma miatt az oxidációra rendkívül hajlamosak, amely eredményeként kinoidális szerkezetű és oxidált formájú vörös, illetve sötétbarna színű polimerszármazék keletkezik.

Tanninok

Az enzimek fehérje részét denaturálják, ezáltal működésüket gátolják. A mustok enzim-aktivitás csökkenésének ez a lehetséges magyarázata – a borok enzim aktivitása csekély mértékű. (KÁLLAY, 2010)

Proacínidinek

A tannin típusú polifenolok 2-6 egységből álló oligomerjei. Jelentősége a bor minősége szempontjából van. Jellemzően a borok stabilitásában és az érzékszervi jellemzők kialakításában van szerepük. A proacínidinek prekursorjai (monomer katechinek) a felelősek a színintenzitás és az árnyalat kialakításáért, fehér boroknál az oxidációs színmélyülésért. Jelentőségük nagy a bor tisztasága-stabilitása szempontjából és a kellemetlen összehúzó fanyar ízérzet kialakulásában is. Élettani hatása a rezveratrolhoz hasonlóan jelentős. (KÁLLAY, 2010)

2.6.4. Polifenolok változása, mennyisége a szőlőben

A szőlő egyes részeiben különböző módon oszlik meg a fenolok mennyisége. A katechin (és epikatechin) tartalom a magban kocsányban, héjban és a lében lelhető fel a legmagasabb koncentrációban. (RIBEREEAU-GAYON, 2000) A héj feleannyi polifenolt tartalmaz a kocsánnyal szemben, a kékszőlő fajták héjtartalmában azonban magasabb értékeket mérhetünk. (DOUGLAS, 2006). Korábbi mérések alapján bizonyították, hogy az antocianinok a zsendüléskor jelennek meg a héjban, mennyiségük a teljes érés állapotáig növekszik, majd fotokémiai és enzimikus hatásokra csökken. (NUZZO, MATTHEWS, 2006) Az antocianinok mennyisége évről-évre változik. (RIBEREEAU-GAYON, 2000)

A tanninoknak nagy szerepük van a borok minőségének kialakításában. Hatásaik megmutatkoznak az eltarthatóságban, érzékszervi tulajdonságban, enzimek deaktiválásában és színtabilitás segítésében. Ezek két növényi részből oldódhatnak ki, a héjból és a magból. A héj tanninjai hosszabb láncúak, mint a magban lévőké. A magban általában nagyobb mennyiségű tannin található, mint a héjban, de a héjból jóval egyszerűbben ki tudnak oldódni, míg a mag tanninjai csak később az érjedés későbbi szakaszában jutnak csak a borba. (PEYROT DES GACHONS & KENNEDY, 2003)

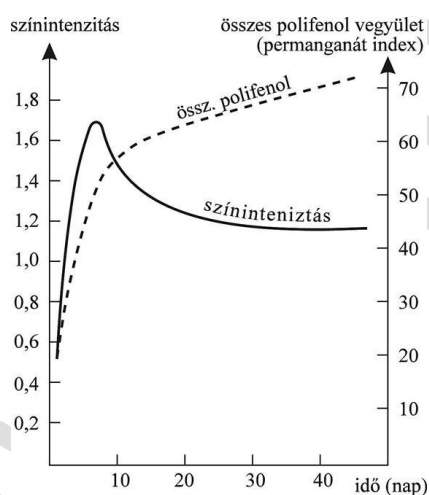
2.6.5 Fenolos érettség

Fenolos érettségről akkor beszélünk kékszőlők esetében, amikor a fenolos komponensek megfelelő mennyiségben és minőségben vannak jelen. A héjban és a magban zsendüléskor elkezdnek felhalmozódni az antocianinok és a tanninok. Ezeknek a vegyületeknek a koncentrációja elérheti a maximumot a technológiai érettséggel egy időben,

de egyes évjáratokban elmaradhat tőle, illetve később is bekövetkezhet. Az érés előrehaladtával az egyszerűbb fenolos vegyületek (pl.: antocianin-monomerek) hozzáférhetősége megnövekszik, míg a tannin-polimerek kivonhatósága lecsökken. Akkor mondjuk azt, hogy egy szőlőfűrt fenolosan érett, ha a héj gazdag antocianinokban és kevésbé reakcióképes polimerizált tanninokban. Ilyen érettségi állapottól finom tanninokat kapunk, illetve stabil színt érhetünk el (ROLLE, et al., 2008)

A minőségi vörösborkészítésre szánt szőlőnek teljesen- és fenolosan is érettnek, egészségesnek kell lennie. A penészes, rothadt szőlőben a *Botrytis cinerea* által termelt polifenoloxidáz enzim (lakkáz enzim), nagyon stabil és többféle polifenol vegyületet képes oxidálni. Csak nagy mennyiségű kénessav adaggal inaktíválható (80-100 mg/l). Megnövekedhet a barnatörés kockázata is. (EPERJESI, et al., 2010)

Az erjedés előrehaladtával, az alkoholtartalom növekedésével kezdetben fokozódik a színioldás. A színintenzitás erősödik, majd a héjon erjesztés kb. 8. napjától kezdve csökken. (8. ábra)



8. ábra

A színintenzitásának és a fenolos vegyületek mennyiségének a változása az idő függvényében (Ribéreau-Gayon et al.2000)

A színvesztés a leülepedő élesztőkhöz és szilárd bogyórészekhez kötődő antocianinok miatt következik be. A tanninok kioldódása az első 2–3 napban intenzíven folyik, ezután lassan, de folyamatosan nő a koncentrációjuk. Ez fokozza a bor fanyarságát, teltségét. A tanninanyagok feldúsulása egy bizonyos határon túl már nemkívánatos folyamat; a bor „húzós”, és keserű lesz. Amennyiben a héjon erjesztést befejezzük a 6-8. napon, akkor szép, élénk, fiatalos bort kapunk, amelynek azonban a színe instabil lesz. A bor gyors „kifakulása” várható.

3. CÉLKITŰZÉS

A kísérlet célja, hogy különböző napsugárzási mennyiségnek kitett szőlőbogyókban összehasonlítsuk, hogy mekkora az eltérés a polifenol vegyületek szintézisében az érés folyamata során az erős napsugárzásnak kitett és az árnyékolt szőlőfürtök között

A mért fenolos vegyületeken keresztül megismerhessük a kékfrankos szőlő érésének folyamatát.

Megállapítsuk, hogy a zsendülés kezdetétől hogyan változik az egyes fenolos összetevők koncentrációja.

Arra a kérdésre keressük a választ, hogy:

- a lelevelezéssel javul-e a fürtök megvilágítottsága, ellenállóbbak lesznek a betegségekkel szemben?
- a szőlőbogyók közvetlen megvilágítása növeli-e a termés minőségét, okozza -e a színanyagtartalom javulását?

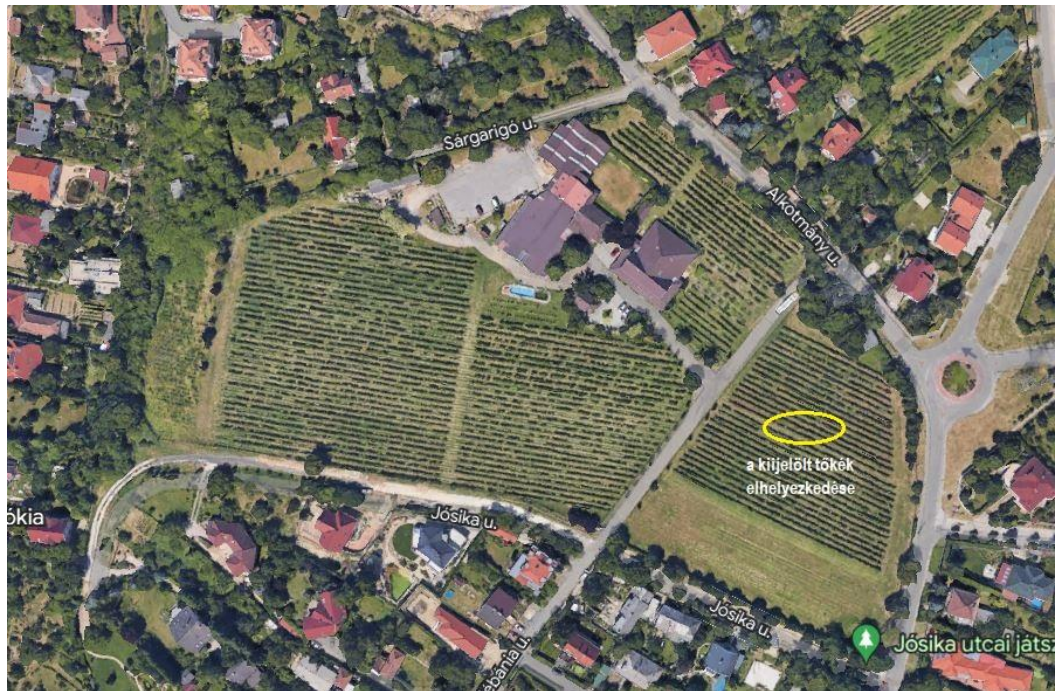
További cél, annak tanulmányozása, hogy miként reagálnak bizonyos polifenol vegyületek terepi körülmények között az évjáratí időjárási hatásokra, mint például:

- napsugárzás időtartama
- csapadék mennyisége
- hőmérséklet
- szőlőterület vízháztartása

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1 Vizsgálati anyagok

A kísérletet a 2022-es évjáratban végeztem az Etyek-Budai borvidéken, a Budafoki Borászati Technikum tangazdaságában, külön a kísérletre kijelölt Kékfrankos szőlőtőkéken. (9. ábra) A kijelölt tőkék 10 méter sorhosszúságban folytatódólagosan helyezkedtek el, K-Ny-i tájolásban. 5 méteren a kísérleti tőkék fűrtzónáját a zsendülés állapota előtt leleveleztem, míg a maradék tőkéken a fűrtzónát a levelek takarásában hagytam.



9. ÁBRA
KÍSÉRLETBEN RÉSZT VEVŐ TERÜLET

FORRÁS: GOOGLE EARTH SZERKESZTETT ÁBRA

A mintákat a zsendülés kezdetétől a szüretig hat különböző időpontban (zsendüléstől szüretig) számított **2022. augusztus 5-től szeptember 20-ig** vettem meg. A mintákat a kijelölt tőkéről különböző megvilágítottságú felületekről szedtem. A begyűjtött minták feldolgozására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Borászati Tanszékén került sor.

A mérendő szőlőhéj mintákat először kivonatoltuk, majd összetevőnként különböző módszerekkel, spektrofotométerrel mértük. Ezek után a szőlőhéjminták pontos tömegének ismeretében meghatároztuk a kémiai összetevők mennyiségét és ezt mg/l és mg/g héjra számoltuk át.

4.2 Vizsgálati módszerek

A polifenol-összetételt a Borászati Tanszéken alkalmazott és kidolgozott módszerek alapján végeztük:

- a lefagyasztott szőlőbogyók héját eltávolítottuk és a mintákból 5g-ot mértünk ki, amelyet 50 ml HPLC tisztaságú metanolban 24-48 óráig áztattunk – bogyóhéj kivonatokat készítettünk,
- összes polifenoltartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagens alkalmazásával, galluszsavra kalibrálva (KÁLLAY, TÖRÖK, 1999.)
- a leukoantocianinok mennyiségét, vas(II)-szulfátot tartalmazó sósav butanol 40:60 arányú elegyével történő melegítés után spektrofotométeresen, FLANZY (1970), módosított módszere alapján
- az antocianin tartalmat 550 nm-en spektrofotométerrel mérve, 2 $\text{V/V}\%$ koncentrációjú HCl-t tartalmazó 96 $\text{V/V}\%$ -os etanollal történő hígítást követően szintén FLANZY (1970), módosított módszere alapján
- a katechin tartalmat, kénsavas vanilinnel reagáltatva, 500nm-en, spektrofotométeresen (REBELEIN, 1965.)
- Az időjárási adatok mérése és rögzítése a kísérleti területen elhelyezett PlantCT™ komplex rendszerű intelligens növényvédelmi – meteorológiai állomás alkalmazásával történt.

4.3 Statisztikai vizsgálati módszerek

A statisztikai vizsgálatkor a napos és árnyékos oldalon mért polifenolok közti különbözőséget:

- független mintás T-próbával, illetve Welch próbával (Levene teszt) vizsgáltam.
- A szórás homogenitást F próbával ellenőriztem.
- A normalitás megállapítása Shapiro-Wilk próbával történt. (II. Melléklet)

A két mintás t-próbával azt vizsgáltam, hogy két külön mintában egy-egy valószínűségi változó átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e. Ez a próba lehetőséget nyújt arra, hogy két vizsgált eloszlás egyesíthető-e, azaz feltételezhető-e, hogy azonos eloszlásból származnak. A próba alkalmazhatóságának feltétele a szórások egyezése, amit külön statisztikai próba, az F-próba segítségével ellenőrzünk. Csak akkor alkalmazhatjuk a kétmintás t-próbát, ha az F-próba a szórások között szignifikáns különbséget nem tud kimutatni. Ha szignifikáns különbséget mutat ki, akkor a kétmintás t-próbát nem lehet alkalmazni, de helyette alkalmazható az ugyanezt a nullhipotézist vizsgáló Welch-próba, ami nem igényli a szórások egyezését.

A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez az IBM SPSS Statistic27 szoftvert használtam.

Statisztikailag nem mutatható ki szignifikáns különbség egyik változó várható értékében sem a napos és árnyékos oldalon lévő növények között. Azonban az összes polifenol tartalom esetén az ingadozás szignifikánsan kisebb az árnyékos oldalon nevelt növények esetében.

Az összes többi mért komponens között van szignifikáns különbség, mert az értékek reagáltak a dátumra (az ahhoz a naphoz kapcsolódó időjárási eseményre). Az eredmény elemenként magyarázható a kiegyensúlyozottság miatt.

Megvilágítás (napos vagy árnyékos oldal) szempontjából a mért értékek nem mutatnak szignifikáns különbséget.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A mérési eredményeket táblázatban foglaltam össze és grafikonokon ábrázoltam

5.1 A polifenol összetétel eredményei

A polifenol összetétel eredményeit az 1. táblázat tartalmazza

Az eredményeket egyrészt mg/l, másrészt mg/g értékben kaptuk meg ami 1 g bogyóhéjra vonatkoztatott polifenol összetevők mennyiségét jelenti.

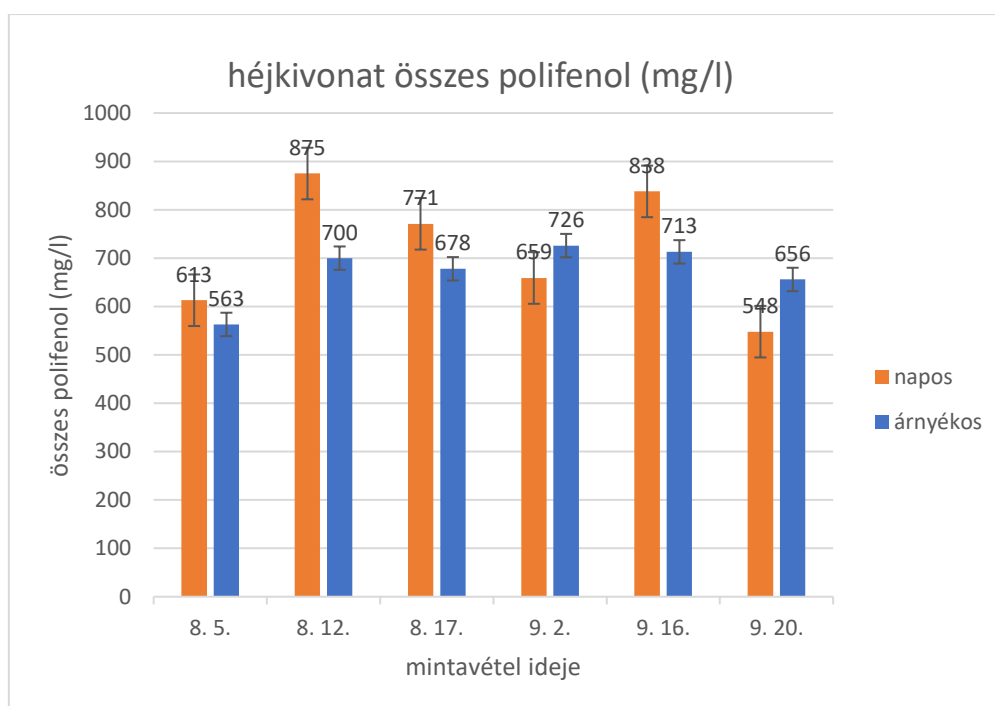
Az átszámítás menete a következő:

$$\frac{[mg/l] * 50 [ml]}{1000[ml]} \div 5g = [mg/g]$$

1. TÁBLÁZAT POLIFENOL ÖSSZETÉTEL A VIZSGÁLATI MINTÁKBAN

Mintavétel ideje	Megvilágítottság	Bemért mennyiség / 50 ml Metanolban	Összes polifenol mg/l	Leukoantocianin mg/l	Katechin mg/l	Antocianin mg/l	Összes polifenol mg/g	Leukoantocianin mg/g	Katechin mg/g	Antocianin mg/g
8. 5.	napos	5 gramm	613	716	213	307	6,13	7,16	2,13	3,07
8. 5.	árnyékos	5 gramm	563	646	195	256	5,63	6,46	1,95	2,56
8. 12.	napos	5 gramm	875	882	247	332	8,75	8,82	2,47	3,32
8. 12.	árnyékos	5 gramm	700	915	216	340	7,00	9,15	2,16	3,40
8. 17.	napos	5 gramm	771	812	117	563	7,71	8,12	1,17	5,63
8. 17.	árnyékos	5 gramm	678	697	151	472	6,78	6,97	1,51	4,72
9. 2.	napos	5 gramm	659	572	53	596	6,59	5,72	0,53	5,96
9. 2.	árnyékos	5 gramm	726	567	36	729	7,26	5,67	0,36	7,29
9. 16.	napos	5 gramm	838	521	55	687	8,38	5,21	0,55	6,87
9. 16.	árnyékos	5 gramm	713	589	61	605	7,13	5,89	0,61	6,05
9. 20.	napos	5 gramm	548	593	105	346	5,48	5,93	1,05	3,46
9. 20.	árnyékos	5 gramm	656	561	91	442	6,56	5,61	0,91	4,42

5.1.1 Összes polifenol tartalom eredményei



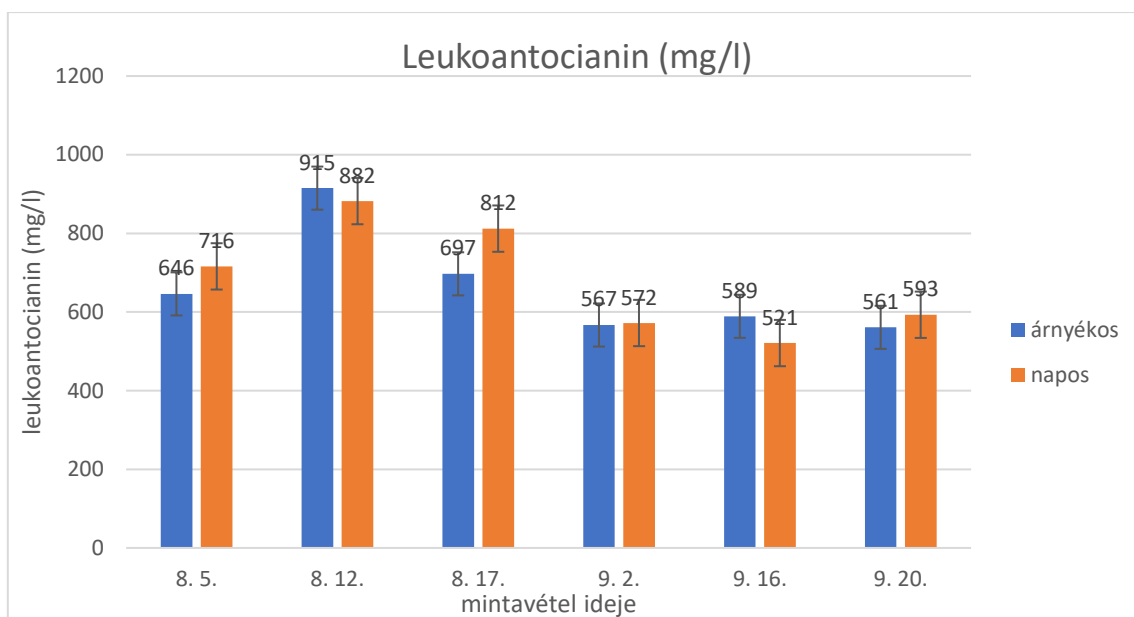
10. ÁBRA
HÉJKIVONAT ÖSSZES POLIFENOL TARTALMA

Az összes polifenoltartalom vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a napos oldali induláskori mért érték (613 mg/l) a bogyó érése folyamán dinamikusan emelkedett, (875 mg/l) majd az időjárás okozta hatásra folyamatosan csökkent. (10. ábra) A szeptember 2-ai adat az akkori csapadékmennyiség miatti felhígulást mutatja. (659 mg/l) A későbbi időben vett mintában (szeptember 16.) ismét emelkedett a polifenol tartalom, majd az utolsó (szeptember 20.) mintavételkor /ami egyben a szüret napja is volt/ megint csökkenést mutatott. (548 mg/l) Ennek okai lehetnek, hogy az erős napsugárzás hatására a szőlőbogyó polifenol tartalma növekszik, de mivel a fürtöket nem védték a levelek a csapadéktól, ezért a több nedvesség könnyebben szívódhatott fel a bogyóhéjon keresztül, ami viszont csökkenést eredményezett. Az árnyékos oldalon vett minták alacsonyabb polifenol növekedési ütemet mutattak, viszont a keletkezett vegyületek nagyobb mennyiségi állandóságot mutattak, a levelek védő hatása miatt a külső meteorológiai tényezők kevésbé hatnak rájuk.

Statisztikailag nem mutatható ki szignifikáns különbség egyik változó várható értékében sem a napos és árnyékos oldalon lévő növények között.

A mért értékekből megállapítható, hogy a napos oldalon elhelyezkedő fürtök a közvetlen napsugárzás hatására több polifenol vegyületet képeznek, jobban reagálnak a külső változásokra, míg az árnyékos oldali fürtök a levelek védő hatása miatt kiegyensúlyozottabb növekedést mutatnak, és a polifenol tartalom a szüreti állapotban lévő szőlőn magasabb értéket mutat, mint a napos oldalon.

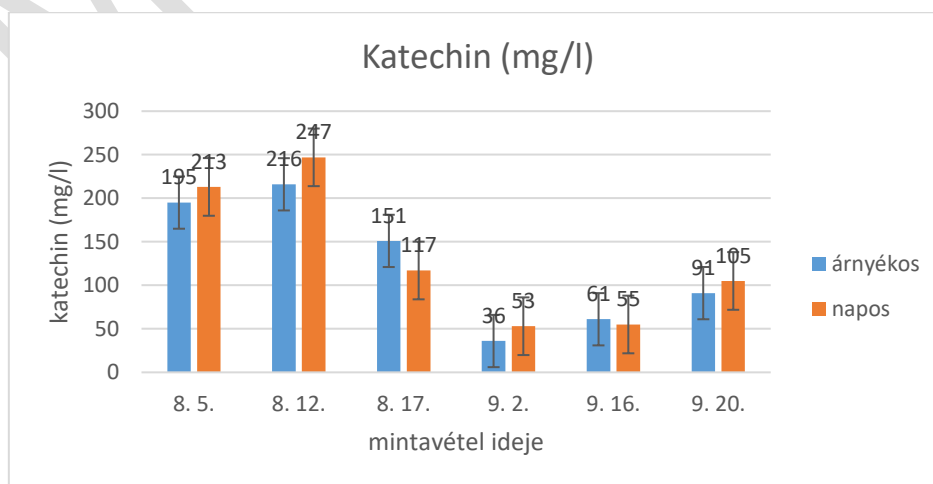
5.1.2 Leukoantocianin tartalom eredményei



11. ÁBRA
LEUKOANTOCIANIN TARTALOM EREDMÉNYEI

A leukoantocianin tartalom vizsgálatánál mérhető volt a napos oldalon, hogy a kezdeti állapothoz képest (716 mg/l) a növekedés kisebb mértékű, mint az árnyékos oldalon. (11. ábra) A leukoantocianin a mérések szerint az időjárás okozta hatásokra kisebb mértékben reagál. Ennél a vegyületnél az árnyékos oldalon nagyobb a növekedés mértéke az első időben, viszont a későbbi, valamint az utolsó (szüreti) mintáknál a napos oldalon magasabb értékeket mértünk. Erre a komponensre a napsugárzás kedvezőbb hatással volt. A kezelésnek nem volt statisztikailag igazolható hatása a mintavételi időpontok többségében. Az augusztus 17-i méréseknél viszont a napon fejlődött bogyók leukoantocianin tartalma szignifikánsan magasabb volt. Az eltérő eredmény feltételezhetően mintavételi hibából adódhatott.

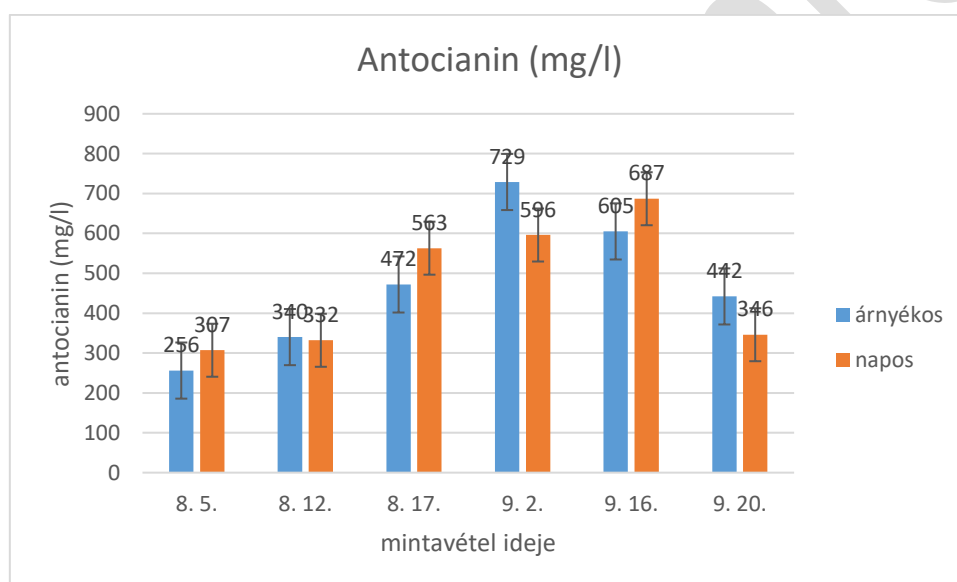
5.1.3 Katechin tartalom eredményei



12. ÁBRA
KATECHIN TARTALOM EREDMÉNYEI

A katechin tartalom napos oldalon mért értékei a zsendüléskor magasabb értéket adtak, (213;217 mg/l) majd az érés előre haladtával folyamatos csökkenést mutattak. (12. ábra) Ennél a vegyületnél a napos oldali érték a szüreti időpontban magasabb volt az árnyékos oldalon mért értéknél. A vegyület a nagyobb csapadék mennyiség hatására mind a napos, mind az árnyékos oldalon felhígult a szőlőbogyóban. Ebben az esetben is megállapítható, hogy a kezelések között nincs szignifikáns különbség. A változásokat mélyrehatóbb regresszió analízissel lehetne tanulmányozni. Ebben az esetben is felmerül, hogy a lehullott csapadék hatása miatt a kapott eredmény nehezen lett volna értelmezhető. Az értékek érzékenyebben reagáltak az időjárási eseményekre, mint a fitotechnikai beavatkozásra.

5.1.4 Antocianin tartalom eredményei



13. ÁBRA
ANTOCIANIN TARTALOM EREDMÉNYEI

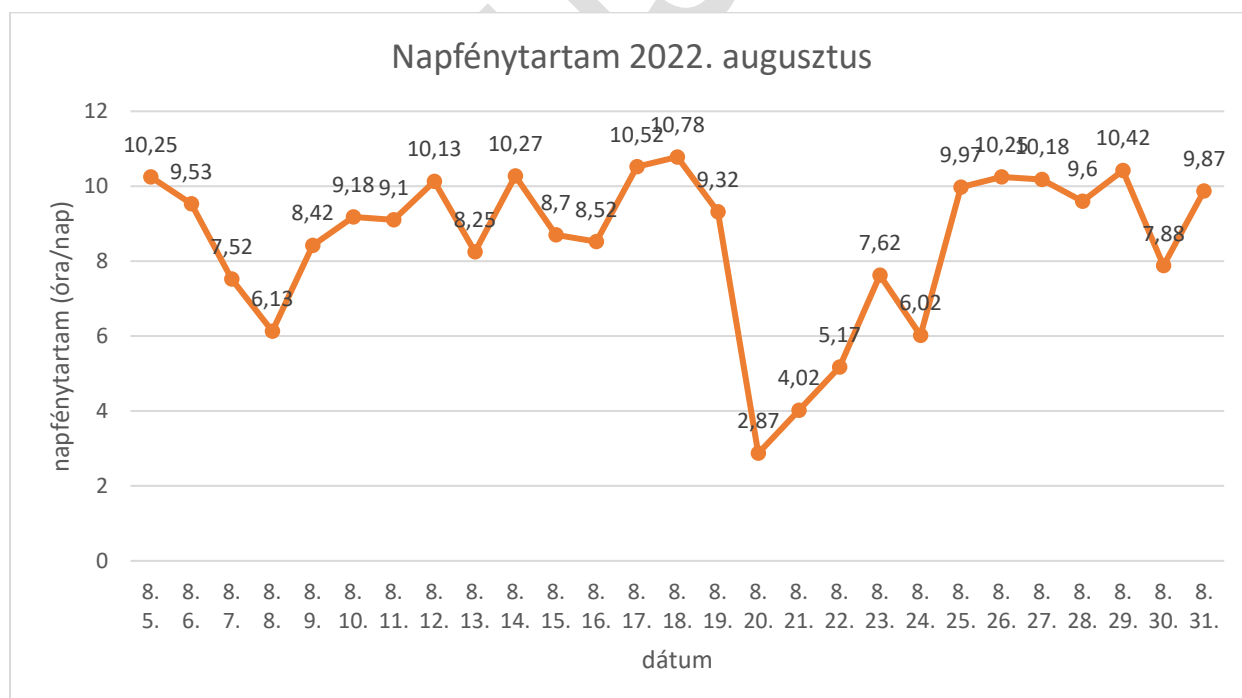
Az antocianin tartalom értékei az eddig vizsgált komponensekkel szemben teljesen eltérő viselkedést mutattak. Az érési időszak elején a kezdeti értékekhez képest mind a napos, mind az árnyékos oldalon dinamikus növekedést tapasztaltunk. (13. ábra) Sokkal lassabban reagál az időjárás és a megnövekedett csapadékmennyiség hatására a többi összetevővel szemben. Míg a többi komponens a csapadék hatására rövid időn belül csökkent, az antocianin mért mennyisége eleinte még növekedett is. A szüreti időpontra - valószínűleg a csökkenő hőmérséklet hatására is – az antocianin mennyisége is csökkent, és az árnyékos oldalon vett mintákból mértünk magasabb értéket. Ebben az esetben megállapítható volt, hogy mindössze egyetlen időpontban van szignifikáns különbség a kezelések között. Az értékek érzékenyebben reagáltak a dátumhoz kapcsolódó időjárási eseményre, mint a beavatkozásra.

5.2. Időjárási tényezők

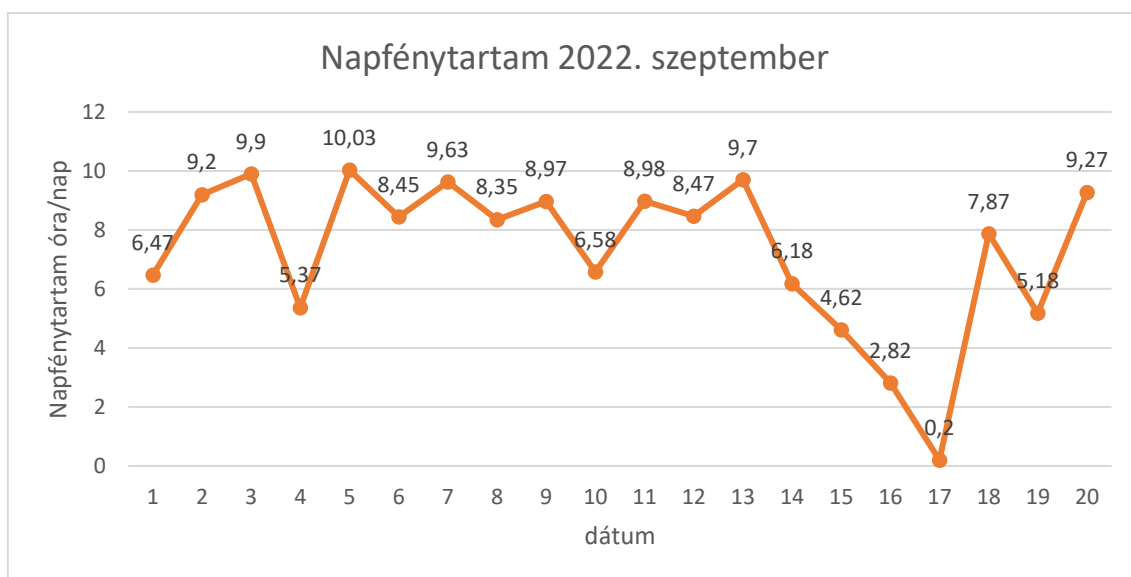
Az időjárási adatok mérése és rögzítése a kísérleti területen elhelyezett PlantCT™ komplex rendszerű intelligens növényvédelmi – meteorológiai állomás alkalmazásával történt. Néhány, az állomás által nem regisztrált adatot az Országos Meteorológiai Szolgálat archívumából kértem le.

2022 év mérései (a kísérleti helyszínen)

- Minimális mért léghőmérséklet: **-8 °C**
- Minimális havi átlag léghőmérséklet: **2 °C**
- Átlagos léghőmérséklet: **14.1 °C**
- Maximális havi átlag léghőmérséklet: **26.1 °C**
- Maximális mért léghőmérséklet: **41.9 °C**
- Összes csapadék (eső): **414.6 mm**
- Napsütéses órák száma: napsütés 2022 aug.-ban **270,05 óra**, szept.-ben pedig **204,07 óra** volt (ez összesen **474,12 óra**). (14. ábra)(15. ábra)



14. ÁBRA
NAPFÉNYTARTAM 2022 AUGUSZTUS HÓNAPBAN (FORRÁS: PLANTCT™)



15. ÁBRA

NAPFÉNYTARTAM 2022 SZEPTEMBER HÓNAPBAN (FORRÁS: PLANTCT™)

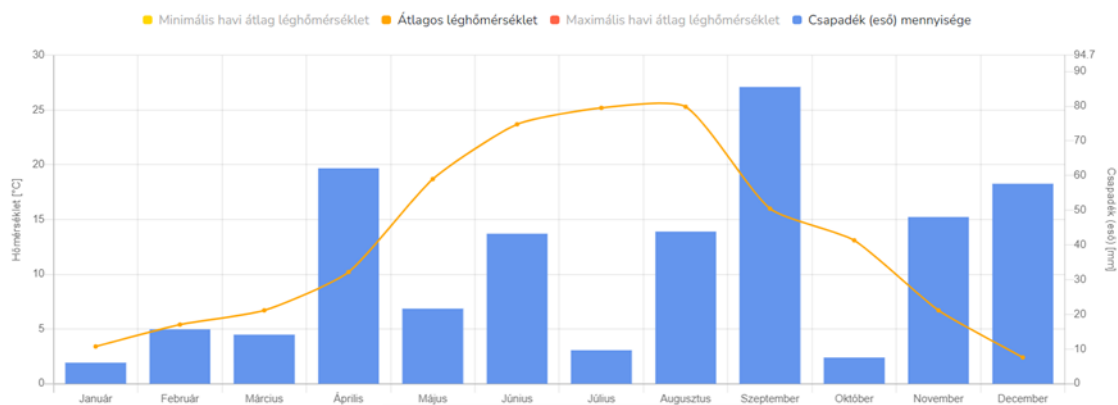
A mért adatokat összevetve a több évre kiterjedő mérési adatokkal, az éves napfény mennyisége országszerte az átlag fölött alakult, azt mintegy 150-250 órával meghaladta.

„Tavaly (2022) történelmi aszály volt: az őszi és a nyári növények termés hozamai egyaránt elmaradtak a korábbi évek átlagaitól, de az állattenyésztés is megsínylette a szárazságot” - írta a 2022-es év agrometeorológiai áttekintésében az Országos Meteorológiai Szolgálat.

A met.hu oldalon megjelent tanulmány szerint 2022 első három hónapjában alig hullott csapadék, már a vegetációs időszak elején az ország jelentős részén aszály alakult ki.

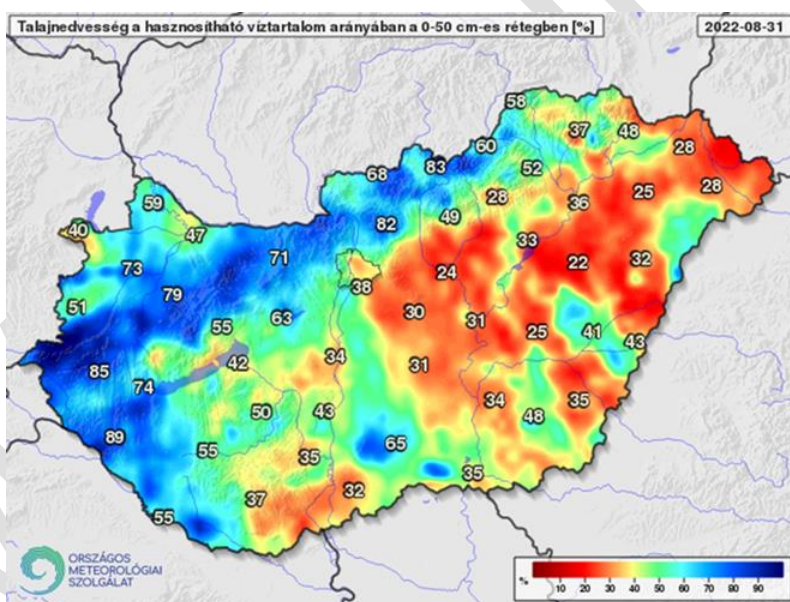
Januárban és február elején a szokásosnál enyhébb volt az idő, majd február végén lehűlt a levegő. Márciusban a túl korai fejlődés megtorpant, a fagyok veszélyeztették a korai gyümölcsfák bimbóit, virágait. A hónap utolsó napján érkezett a csapadék, többfelé egy nap alatt több eső esett, mint az előző három hónapban összesen. A száraz évkezdet után áprilisban több hullámban jelentős mennyiségű csapadék öntözte az ország nagy részét. Ekkor inkább a meleg hiánya hátráltatta a növények fejlődését, a hőmérséklet ugyanis jellemzően az egész hónapban alacsonyabb volt a sokéves átlagnál.

Május elején megérkezett a meleg, a még nedves talajokon gyors fejlődésnek indultak a növények. Augusztus közepéig azonban szinte csak záporok voltak, az esős Medárd-időszak teljesen elmaradt. Júliusban már a Dunántúlra is áterjedt az Alföldet a nyár elejétől sújtó nagyfokú aszály, amely a tetőfokát augusztus közepén érte el. A szárazságot több hóhullám is tetézte a nyáron, időnként nagy területen 35 Celsius-fok fölötti hőmérsékleteket is mértek. (16. ábra)



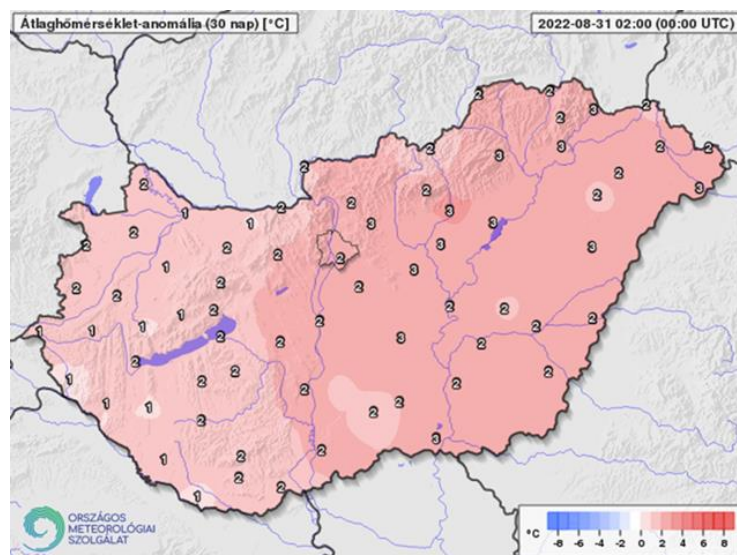
16. ÁBRA
2022 ÉVES CSAPADÉK ÉS HŐMÉRSÉKLETI ADATOK (FORRÁS: PLANTCT™)

Augusztusban a szárazság területi kiterjedése és mértéke is nőtt, az ország háromnegyed részén volt tapasztalható súlyos vagy nagyfokú aszály. Augusztus 19-én azonban többfelé alakult ki zápor, zivatar, helyenként felhőszakadás. Nagy területen hullott számottevő mennyiségű csapadék, 10 nap alatt az ország jelentős részén 20-70 milliméternyi, aminek hatására a talaj felső rétege hosszú idő után sokfelé átnedvesedett. (17. ábra)



17. ÁBRA
TALAJNEDVESSÉG ÉRTÉKEI A FELSŐ 50 CM-ES RÉTEGBEN (%) 2022 AUGUSZTUS VÉGÉN (FORRÁS: OMSZ)

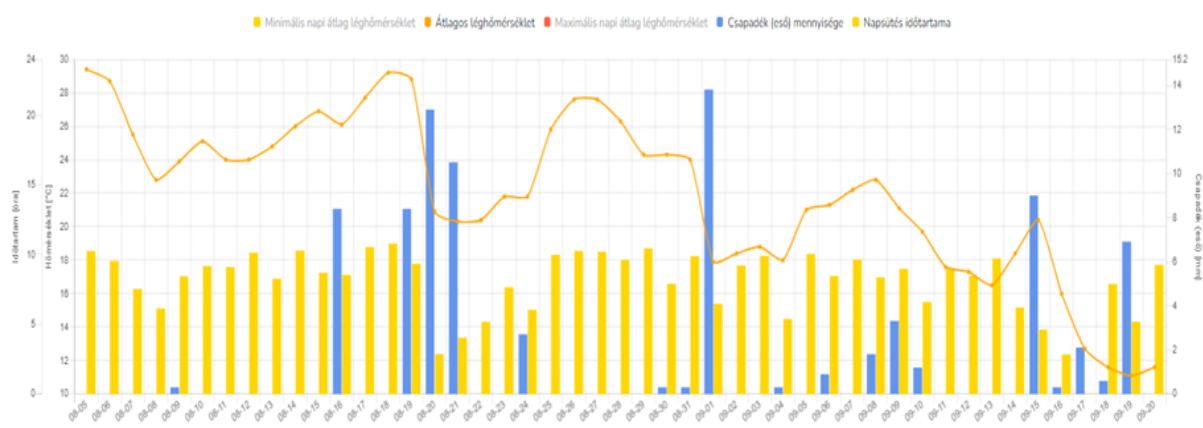
A nyári csapadék mennyisége a nyugati országrészben 170-270 milliméternyi volt, helyenként több a sokéves átlagnál, míg az Alföld jelentős részén csak 50-100 milliméternyi eső hullott, fele-harmada a szokásosnak. Az idei nyár a Dunántúlon 1-2 fokkal, a keleti országrészben 2-3 fokkal volt melegebb a sokéves átlagnál. (18. ábra)



18. ÁBRA

AZ AUGUSZTUSI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET ELTÉRÉSE A SOKÉVI ÁTLAGTÓL 2022-BEN – FORRÁS OMSZ

Az augusztus utolsó dekádjában és szeptemberben érkezett bőséges csapadék. Ez a kísérletben vizsgált időszakkal egybeesik. (19. ábra)

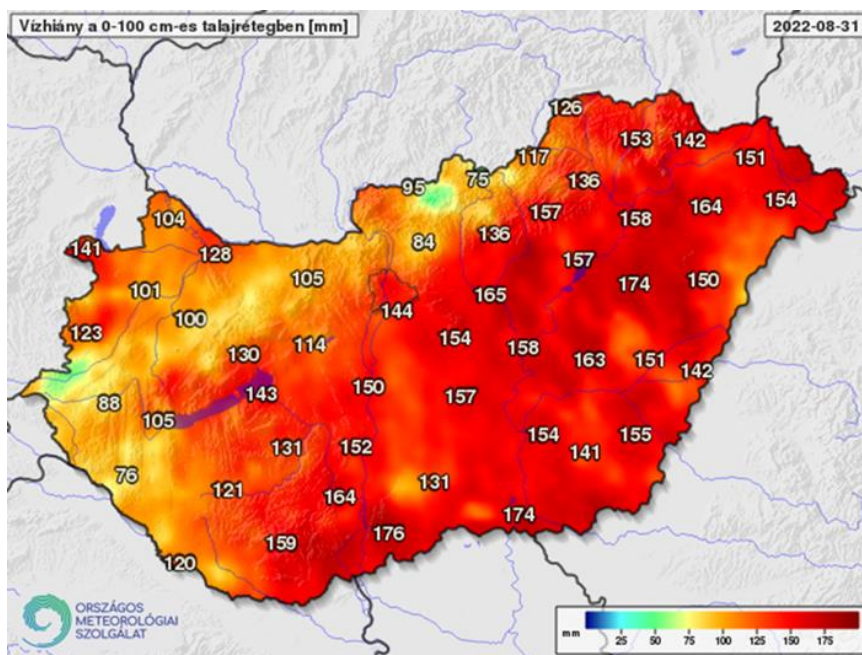


19. ÁBRA

A VIZSGÁLT IDŐSZAK METEOROLÓGIAI ADATAI (FORRÁS: PLANTCT™)

Az elemzés szerint az éves napfény mennyisége országszerte az átlag fölött alakult, azt mintegy 150-250 órával meghaladta. A legmagasabb, 2500 óra körüli értékek Bács-Kiskun és Csongrád-Csanád vármegyében fordultak elő, a legkevesebbet (2250-2300 órát) a hegyek mellett, az Alpokalján és északkeleten sütött a nap.

A történelmi aszály meteorológiai háttéréről azt írták, a részletes tanulmányok szerint Magyarországon a 2022-es rendkívüli szárazság nem regionális jelenség, hanem globális háttere volt. Kifejtették: a légköri áramlási rendszer globális mintázata, a trópusokon jelentkező kisebb tengerpárolgás, a nyári magas hőmérsékletek a Kárpát-medencében és a kiszáradó talaj együttesen okozója az aszálynak. (20. ábra)

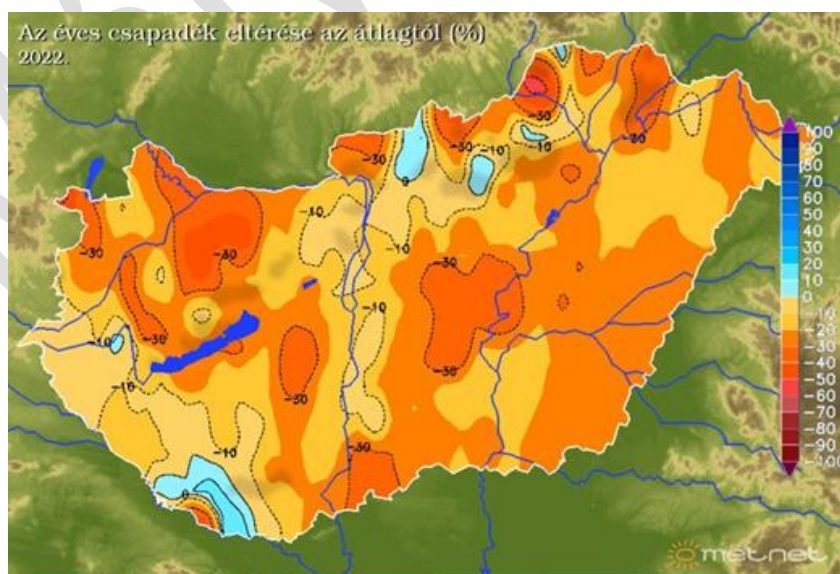


20. ÁBRA

A FELSŐ 1 M-ES TALAJRÉTEG VÍZHIÁNYA 2022. AUGUSZTUS VÉGÉN [MM-BEN] (FORRÁS: OMSZ)

Magyarország legszárazabb térsége az Alföld középső része, itt a legnagyobb a kockázata a tartós, súlyos aszálynak. Az elmúlt évszázadban is gyakran előfordultak, akár éveken keresztül is száraz periódusok, az aszály hozzátartozik Magyarország éghajlatához.

A tanulmányok szerint ugyanakkor az elmúlt évtizedekben jelentősen melegebbé váltak a nyarak, a több és intenzívebb hőhullám erősíti az aszályhajlamot, és nő az egymást követő száraz napok maximális évi hossza is. (21. ábra) (MTI, 2023)



21. ÁBRA

AZ ÉVES CSAPADÉK MENNYISÉG ELTÉRÉSE AZ ÁTLAGTÓL 2022-BEN. (FORRÁS: METNET)

6. JAVASLATOK

Kísérletemben egy olyan érési időszakban vizsgáltam a Kékfrankos szőlő érésdinamikáját, amely évjáratra a nagymértékű aszály és a napsütéses órák számának emelkedése volt jellemző. Ezek a meteorológiai tényezők jelentős hatással voltak a szőlő polifenol vegyületeinek kialakulására, azok mennyiségi és minőségi összetevőire.

A kísérleti vizsgálat és a körülmények nem tették lehetővé a nyomkövetést, azaz must, illetve bor állapotban már nem volt mód polifenol tartalom mérések elvégzésére. Későbbi vizsgálatokkor erre figyelmet kell szentelni és biztosítani az utánkövetést.

A fürtzóna lelevelezése ma már korszerű berendezésekkel is megvalósítható olyan ültetvényekben, ahol a gépi művelés lehetséges. Ez vitathatatlanul a módszer nagy előnye.

A lelevelezéssel javul a fürtök megvilágítottsága, megvastagszanak a bogyók sejtfalai, ellenállóbbak lesznek a betegségekkel szemben. A szőlőbogyók közvetlen megvilágítása növeli hőmérsékletüket és ez a termés minőségét, a színanyagtartalom javulását okozhatja.

Nem szabad azonban megfeledkezni arról a tényről sem, hogy a fürtök az őket védő levelek letépésével érzékenyebbé válnak a napperzselésre és a jégkára is.

A fitotechnikai műveletek közül a lelevelezés módszere bizonyulhat a leggyorsabban elvégezhető kezelésnek, de mindenképpen figyelni kell a kockázati tényezőkre – mint például a napperzselés – ezért a levélfelület csökkentését át kell gondolni bizonyos fajtáknál. A lombzat védő hatása a klímaváltozás miatt előnyös is lehet. Mindamellet nem lehet elfeledkezni arról a tényről sem, hogy a kezeléssel a növényvédelem hatékonysága nagymértékben fokozható, mérsékelhetők a fürt károsodását okozó tényezők.

A módszerben rejlik egyéb lehetőségek, úgymint a polifenolokban humánélettani szempontból fontos vegyületek (pl.: rezveratrol, katechin) mustokban – borokban megjelenő mennyiségére gyakorolt hatása, további kutatási vizsgálatokat igényel.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A globális felmelegedés a szőlőnövények számára is megváltozott környezeti feltételeket teremt. Az erős napsütés, a folyamatos magas hőmérséklet, a késő tavaszi fagyok, a nyári aszályok, az extrém időjárási jelenségek a hormonális alkalmazkodó képességre számos terhet rónak. A különböző fitotechnikai műveletekkel /levelezés, hajtásválogatás, csonkázás/ lehet és kell is mérsékelni ezeket a hatásokat, a diverzitás során teret engedni azoknak a fajtáknak, amelyek ellenállóbbak.

Ebben a változásban a Kékfrankos szőlőfajta több neves kutató szerint is „nyertes” lehet más termesztésben lévő fajtákkal együtt. Mindamellet jelentős az új alternatív technológiák előtérbe helyezése, mivel ezek a környezet megóvását is lehetővé teszik. A dolgozat aktualitása, hogy az általánosan alkalmazott szőlőtermesztési (fitotechnikai) műveletek új megvilágításba kerülnek. A vörösborszőlő-fajtáknál a szőlő termesztéstechnológiájában használt zöldmunkák közül a leggyakrabban alkalmazott és vizsgált beavatkozás a lelevelezés. A megfelelő időben, módon és mértékben végzett lelevelezéssel kedvező hatást gyakorolhatunk a vörösborszőlő-fajták polifenol tartalmára, ami borászati szempontból az egyik leglényegesebb vegyületcsoport.

Dolgozatomban áttekintem a klímaváltozás jelentőségét a szőlőtermesztésben, különös tekintettel az UV sugárzással kapcsolatos eredményekre.

A kísérlet célja, hogy különböző napsugárzási mennyiségnek kitett szőlőbogyókban összehasonlítsuk, hogy mekkora az eltérés a polifenol vegyületek szintézisében az érés folyamata során (zsendüléstől a szüretig) az erős napsugárzásnak kitett és az árnyékolt szőlőfürtök között.

A kísérletet a 2022-es évjáratban végeztem az Etyek-Budai borvidéken, a Budafoki Borászati Technikum tangazdaságában, külön a kísérletre kijelölt szőlőtőkéken. A kijelölt tőkék 10 méter sorhosszúságban folytatódásként helyezkedtek el, K-Ny-i tájolásban. 5 méteren a kísérleti tőkék fürtzónáját a zsendülés állapota előtt leleveleztem, míg a maradék tőkéken a fürtzónát a levelek takarásában hagytam.

A kísérlet során a következő paramétereket vizsgáltuk:

- összes polifenol tartalom
- leukoantocianin tartalom
- katechin tartalom
- antocianin tartalom

A kapott eredményeket összevettem az aktuális időjárási eseményekkel (napfénytartam, csapadék mennyiség), vizsgálva azok közvetett és közvetlen hatását a szőlőbogyó polifenol összetételére.

A mérési eredmények ebben a kísérletben azt mutatták ki, hogy az adott évjáratban, az adott fajtán a fürtzóna lelevelezése nem volt feltétlenül indokolt. Az árnyékban hagyott fürtök sokkal kiegyensúlyozottabb görbét mutatnak

a polifenol vegyületek kialakulásának folyamatában. A vizsgált vegyületek közül az antocianin reagált más módon az időjárási hatásokra.

Hasonló évjáratokra és időjárási körülményekre számítva (amit kutatók már prognosztizálnak), fontosnak gondolom, hogy további vizsgálatokat végezzünk a fürtzóna lelevelezés műveletét illetően.

Mátyus Imre

I. MELLÉKLET

SUMMARY

A NAPSUGÁRZÁS HATÁSA A SZŐLŐBOGYÓ POLIFENOL ÖSSZETÉTELÉRE *The effect of solar radiation on the polyphenol composition of grape berries*

The global warming is changing environmental conditions for grapevines. Strong sunshine, continuous high temperatures, late spring frosts, summer droughts and extreme weather conditions put a lot of strain on the hormonal adaptability. These effects could and should be mitigated by various phytotechnical operations (defoliation, cutting, trimming), and by allowing more resistant varieties to be used in the diversity process. Through these modifications, the Kékfrankos grape variety could be a "winner" along with other varieties in cultivation, according to several renowned researchers. However, it is equally important to focus on new alternative technologies, as these measures also could contribute to the preservation of the environment. What makes this thesis absolutely relevant is the fact that the commonly used viticultural (phytotechnical) operations are being brought into a new light. Among the greenworks applied in the cultivation of red wine grapes, the most commonly used and studied intervention in vine cultivation is defoliation. By applying defoliation at the right time, in the right way, and to the right amount, we can have a positive effect on the polyphenol levels in red grapes, one of the most important groups of compounds from an oenological point of view. In my thesis, I overview the importance of climate change in viticulture, with a special focus on the results related to UV radiation.

The aim of the experiment is to compare the differences in the synthesis of polyphenolic compounds during the ripening process (from fruit setting to harvest) in grapes exposed to different amounts of sunlight between grape clusters exposed to strong sunlight and those exposed to shade.

The experiment was carried out in the 2022 vintage in the Etyek-Buda wine region, in the Budafok Wine-growing Technical Centre's vineyard, on vines specially designated for the experiment. The selected vines were arranged in 10 m row lengths in a continuous row, oriented E-NW. On 5 m of the experimental vines, the cluster zone was defoliated before the stage of fruit setting, while on the remaining vines the cluster zone was left covered by leaves.

The following parameters were tested in the experiment:

- total polyphenol content
- keukoanthocyanin content
- catechin content
- anthocyanin content

The results obtained were compared with the current weather events (sunshine duration, amount of precipitation), examining their direct and indirect effects on the polyphenol composition of grapes.

The results of the measurements in this experiment showed that in the given vintage, the cluster zone on the given defoliation was not necessarily justified. Clusters left in the shade showed a much more balanced curve in the formation of polyphenol compounds. Of the compounds tested, anthocyanin responded differently to weathering.

Anticipating similar vintages and weather conditions (already predicted by researchers), I think it is important to further investigate the operation of cluster zone defoliation.

Mátyus Imre

II. MELLÉKLET

Statisztikai normalitás vizsgálatok eredményei a különböző mért komponensekre

Tests of Normality

megvilágítás		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
leukoantocianin (mg/l)	NAPOS OLDAL	,233	6	,200*	,926	6	,550
	ÁRNYÉKOS OLDAL	,232	6	,200*	,804	6	,064

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

megvilágítás		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
összes polifenol tartalom (mg/l)	NAPOS OLDAL	,172	6	,200*	,941	6	,670
	ÁRNYÉKOS OLDAL	,223	6	,200*	,858	6	,184

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

megvilágítás		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
katechin (mg/l)	NAPOS OLDAL	,238	6	,200*	,880	6	,268
	ÁRNYÉKOS OLDAL	,178	6	,200*	,931	6	,589

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

megvilágítás		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
antocianin (mg/l)	NAPOS OLDAL	,280	6	,153	,860	6	,188
	ÁRNYÉKOS OLDAL	,171	6	,200*	,977	6	,936

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Shapiro-Wilk-próbák eredménye

Vizsgált változó	W(6)	p-érték
Összes polifenol tartalom – napos oldal	0,941	0,67
Összes polifenol tartalom – árnyékos oldal	0,858	0,184
Leukoantocianin – napos oldal	0,926	0,55
Leukoantocianin – árnyékos oldal	0,804	0,064
Katechin – napos oldal	0,88	0,268
Katechin – árnyékos oldal	0,931	0,589
Antocianin – napos oldal	0,86	0,188
Antocianin – árnyékos oldal	0,977	0,936

T-próbák és Welch-próba eredménye

Vizsgált változó	t	df	p-érték
Összes polifenol tartalom	0,763	6,975	0,47
Leukoantocionin	0,251	10	0,807
Katechin	0,149	10	0,884
Antocianin	-0,022	10	0,983

F-próbák eredménye

Vizsgált változó	F	p-érték
Összes polifenol tartalom	7,544	0,021*
Leukoantocianin	0,362	0,561
Katechin	0,029	0,869
Antocianin	0,113	0,744

A 2022-évi napfénytartam havi kimutatásban (forrás: PlantCT™)



Napfénytartam alakulása a vizsgált időszakban (2022.08.05.-09.20.) (forrás: PlantCT™)



IRODALOMJEGYZÉK

- BÉNYEI F., LŐRINCZ A., 2005. *Borszőlőfajták, csemegeszőlő fajták és alanyok. Fajtaismeret és használat.* Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- CARO A. D, F., C. A., M., F. P. A. & A., P., 2010. Polyphenols colour and antioxidant activity changes in four Italian red wines during storage. *Acta Alimentaria* 39., pp. 192-210.
- CORTELL, J. M. & KENNEDY, J. A., 2006, 54, 22,. Effect of Shading on Accumulation of Flavonoid Compounds in (*Vitis vinifera* L.) Pinot Noir Fruit and Extraction in a Model System. *J.Agric. Food Chem.*, pp. 8510-8520.
- DE LUCIA L., C. C., D., N. P. & F., O. B., 2008. Insects take a bigger bite out of plants in a warmer, higher carbon dioxide world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, pp. 105/ 1781-1782.
- ENGLISH, J., THOMAS, C., MAROIS, J. & GUBLER, W., 1989. Microclimates of grapevine canopies with defoliation and control of Botrytis cluster rot. *Phytopathology*, pp. 395-401.
- EPERJESI, I., KÁLLAY, M. & MAGYAR, I., 2010. *Borászat.* Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- HAJDÚ, E., 2003. *Magyar szőlőfajták.* Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- HANNAH L., R. R. P. I. M. S. V. A. S. M. R. T. G. M. A. P. H. J. R., 2013. *Climate change , wine and conservation.* [Online]
Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1210127110> (2021.08.16)
- J. MARTINEZ-LÜSCHER, N. T. G. H. T. R. E. A., 2014. Ultraviolet-B radiation modifies the quantitative and qualitative profile of flavonoids and amino acids in grape berries. *Phytochemistry*, pp. 102/ 106-114.
- KÁLLAY, M. & NITRAINÉ SÁRDY, D., 2008. Borok és borászati termékek, illetve polifenolokkal jellemezhető italok (gyümölcslevek, üdítőitalok, sör) antioxidáns kapacitásának mérése. *Borászati Füzetek*, 18. kötet, pp. 5-7..
- KÁLLAY, M., 2010. *Borászati kémia.* Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- KELLER, M., 2010 . Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists.. *Austr. J. of Grape and Wine Research*, pp. (16) 56-69.
- KNEIP, A., BENE, Z. & T. KOVÁCS, P. M., 2021. Furmint borok polifenol-tartalmának csökkentési lehetősége árnyékolással és növénykondicionáló készítménnyel történő kezeléssel a Tokaji borvidéken. *Borászati Füzetek*, pp. (6) 22-27.
- LESKÓ, A., 2009. *Polifenol vegyületek eloszlása a szőlőfűrtben.* Budapest: Lippay-Ormos-vas Tudományos ülésszak Szőlőtudományi szekció.
- LŐRINCZ, G., KÁLLAY, M. & PÁSTI, G., 1998. Effect of carbonic maceration on phenolic composition of red wines. *Acta alimentaria*, 27. kötet, pp. 341-355.
- M., F., AUBERT, S. & MARINOS, M., 1969. New technique for determination of leucoanthocyanic tannins. Applications. *Ann. Technol Agric I.*, pp. 327-328.
- MARIA-ÁNGELES DEL-CASTILLO-ALONSO ET. AL., 2016, . Effects of ambient solar UV radiation on grapevine leaf physiology and berry phenolic composition along one entire season under Mediterranean field conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, pp. 109/ 374-386.
- MOZELL, M. & T. L., 2014. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges solutions.. *Wine Economics and Issues*, pp. 3/ 81-89.

MTI, 2023. bacsmege.hu. [Online]

Available at: <https://bacsmege.hu/megye/2023/01/bacs-kiskunes-csongrad-csanad-varmegyeben-volt-a-a-legmagasabb-a-napsuteses-orak-szama-2022-ben> [Hozzáférés dátuma: 17 01 2023].

PERI, C. & POMPEI, C., 1971. An assay of difference phenolic fractions in wines.. *American Journal Enol Vitic* 22, pp. 55-58.

PEYROT DES GACHONS, C. & KENNEDY, J., 2003. Direct method for determing seed and skin proanthocyanidi extraction into red wine. *J. Agric. Food Chem.* 51., pp. 5877-5881.

ROLLE, L., TORCHIO, F., ZEPPA, G. & GERBI, V., 2008. Anthocyanin extractability assesment of grape skins by texture analysis.. *International Journal of Vine and Wine Sciences* 42(3), pp. 157-162.

S. PONI, L. C. F. B. S. C. C. I., 2006, 57. Effects of Early Defoliation on Shoot Photosynthesis, Yield Components, and Grape Composition. *Am J Enol Vitic.* 2006. december 57: 397-407, pp. 397-407.

SCHULTZ, H. R., 2000. Climate Change and viticulture: A European perspective on climatology , carbon dioxide and UV-B effects. *Austr. J. of Grape and Wine Research*, pp. 6/ 2-12.

STOCK M, és mtsai., 2003 . Weinbau und Klima - eine Beziehung wechselseitiger Variabilität. *Terra Nostra*, pp. 6/ 422-426.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ÁBRA A VEGETÁCIÓS IDŐSZAKBAN 12-22 °C ÁTLAGHŐMÉRSÉKLET KÖZÖTTI, SZŐLŐTERMESZTÉSRE ALKALMAS TERÜLETEK 2000-BEN, ILLETVE 2100-BAN	5
2. ÁBRA KÉKFRANKOS SZŐLŐFAJTA MORFOLÓGIAI KÉPE.....	13
3. ÁBRA FENOLOS VEGYÜLETEK CSOPORTOSÍTÁSA (PERI ÉS POMPEI ALAPJÁN 1971)	14
4. ÁBRA POLIFENOLOK A SZŐLŐBOGYÓBAN	15
5. ÁBRA KATECHIN SZERKEZETI KÉPLETE.....	16
6. ÁBRA LEUKOANTOCIANIN SZERKEZETI KÉPLETE.....	17
7. ÁBRA ANTOCIANIDIN SZERKEZETI KÉPLETE.....	18
8. ÁBRA A SZÍNINTENZITÁSÁNAK ÉS A FENOLOS VEGYÜLETEK MENNYISÉGÉNEK A VÁLTOZÁSA AZ IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN (RIBÉREAU-GAYON ET AL.2000).....	20
9. ÁBRA KÍSÉRLETBEN RÉSZT VEVŐ TERÜLET	22
10. ÁBRA HÉJKIVONAT ÖSSZES POLIFENOL TARTALMA.....	25
11. ÁBRA LEUKOANTOCIANIN TARTALOM EREDMÉNYEI	26
12. ÁBRA KATECHIN TARTALOM EREDMÉNYEI	27
13. ÁBRA ANTOCIANIN TARTALOM EREDMÉNYEI	27
14. ÁBRA NAPPÉNYTARTAM 2022 AUGUSZTUS HÓNAPBAN (FORRÁS: PLANTCT™)	28
15. ÁBRA NAPPÉNYTARTAM 2022 SZEPTEMBER HÓNAPBAN (FORRÁS: PLANTCT™)	29
16. ÁBRA 2022 ÉVES CSAPADÉK ÉS HŐMÉRSÉKLETI ADATOK (FORRÁS: PLANTCT™)	30
17. ÁBRA TALAJNEDVESSÉG ÉRTÉKEI A FELSŐ 50 CM.ES RÉTEGBEN (%) 2022 AUGUSZTUS VÉGÉN (FORRÁS: OMSZ) ..	30
18. ÁBRA AZ AUGUSZTUSI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET ELTÉRÉSE A SOKÉVI ÁTLAGTÓL 2022-BEN – FORRÁS OMSZ	31
19. ÁBRA A VIZSGÁLT IDŐSZAK METEOROLÓGIAI ADATAI (FORRÁS: PLANTCT™).....	31
20. ÁBRA A FELSŐ 1 M-ES TALAJRÉTEG VÍZHIÁNYA 2022. AUGUSZTUS VÉGÉN [MM-BEN] (FORRÁS: OMSZ)	32
21. ÁBRA AZ ÉVES CSAPADÉK MENNYISÉG ELTÉRÉSE AZ ÁTLAGTÓL 2022-BEN. (FORRÁS: METNET)	32

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. TÁBLÁZAT POLIFENOL ÖSSZETÉTEL A VIZSGÁLATI MINTÁKBAN.....	24
--	----

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki a Borászati Tanszék munkatársainak a vizsgálatokban történő részvételért, és konzulensemnek

NYITRAINÉ dr. SÁRDY DIANA ÁGNES

egyetemi docens asszonynak türelméért, segítőkészségéért, és hogy hitt bennem.

Köszönöm az aktív szakmai segítséget, bátorítást és iránymutatást

Dr VARGA ZSUZSANNA

egyetemi docens asszonynak.

Mátyus Imre

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A MÁTYUS IMRE (hallgató Neptun azonosítója: GO6O3C) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest év 2023 hó 08 nap



Belső konzulens