

Doktori (PhD) értekezés tézisei

A paraffinolaj szőlőlisztharmat (*Erysiphe necator*) elleni növényvédelmi felhasználhatóságának és a szőlő (*Vitis vinifera* L.) élettani paramétereire gyakorolt hatásának vizsgálata

Karácsony-Pálfi Xénia
doktorjelölt

Témavezetők:

Dr. Nagy Péter Tamás
egyetemi docens

Dr. Zsófi Zsolt
egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2026

1. A DOKTORI ÉRTÉKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A 21. század klímaváltozása a növényegészségügyben általánosan jelentkező, továbbá a fokozódó növényvédőszer használat miatti problémák révén kihívást jelent a megfelelő mennyiségű és minőségű termés előállítására, melynek költségnövekedési, környezet- és élelmiszertoxikológiai vonzata is van (Pautasso et al., 2010, 2012; Özkara et al., 2011).

A szőlő (*Vitis vinifera* L.) egyik legfontosabb gombakórokozója a lisztharmat (GPM) fertőzésért felelős *Erysiphe necator* és világszerte az egyik legintenzívebben permetezett növénykultúra (Rantsiou et al., 2020). A GPM jelentősen csökkenti a fotoszintetikus levélfelületet, ami a terméshozam és -minőség, valamint a hajtásállomány csökkenéséhez vezet (Nail és Howell, 2004; Moriondo et al., 2005). A GPM visszaszorítására sokféle fungicid hatóanyag használható fel, azonban a velük szemben kialakult rezisztencia világszerte problémát jelent (Vielba-Fernández et al., 2020). Ennek fellépése, fokozódása ellen napjaink növényvédelmi kutatásai a környezetbarát alternatívák önmagukban és/vagy a szintetikus gombaölőszerekkel kombinált felhasználási lehetőségeire fókuszálnak (Yildirim és Dardeniz, 2010; Rantsiou et al., 2020). Ezen felül fontos szerepet kap a természetben – a GPM-re jellemzően érzékeny – *V. vinifera* szőlőfajták egyedi betegség fogékonyságának (Doster és Schnathorst, 1985; Gaforio et al., 2011) és a terroir jellemzőit figyelembe vevő precíziós szőlőtermesztés és az optimalizált növényvédelem is (Gadoury et al., 2003; Matese és Di Gennaro, 2015).

A kertészeti olajok (HCOk) közül az ásványi olajokat és származékaikat (PDSOk) széleskörben alkalmazzák számos növénykultúra kártevőinek irtására is, melyek költséghatékonyak és toxikológiai szempontokból biztonságosabbak, mint a szintetikus peszticidek (Nile et al., 2019). Az epidermális ektoparazita *E. necator* fertőzési és kolonizációs sajátossága miatt a PDSOk (pl. paraffinolaj, PFO) jó hatékonyságot mutattak fel GPM ellen, mint 1) lemosó permetezőszer; 2) permetezési adalékanyag (adjuváns jellege végett); 3) a DMI-/QoI-fungicid kezelés rotációs partnere és esetleg alternatívájaként (Dell et al., 1998; Grove et al., 2005; Nita et al., 2007; Janousek et al., 2009). Üvegházi kísérletekben a PDSOk sporulációt gátló és preventív hatással bírtak a GPM-mel szemben az *E. necator* okozta szöveti léziók megjelenése előtt vagy után alkalmazva (Northover és Schneider, 1996). Szabadföldi vizsgálatok szerint azonban feltehetően inkább közvetve, a növény védekezőrendszerének stimulálásán keresztül fejtik ki a GPM elleni hatásukat (Northover és Schneider, 1996; Northover és Timmer, 2002). A PDSOk esetében számolni kell fitotoxikus hatással, mely elsősorban a sztómaműködés megváltoztatásán keresztül érvényesül: rontják a gázcserét és a transzspirációt, csökkentve ezáltal a terméshozamot és késleltetett cukorfelhalmozódást is okozhatnak, azonban a PDSO-

maradványok nincsenek dokumentáltak káros hatással a fermentációra (Dell et al., 1998; Hodgkinson et al., 2002; Finger et al., 2002; Grove et al., 2005; Nazari et al., 2014). A fitotoxicitás mértékét a növényfaj és -rész, továbbá a fejlődési állapot érzékenysége is befolyásolhatja (Nile et al., 2019). Megfelelő időzítés, koncentráció és kijuttatási dózis mellett azonban elkerülhető, a hatékonyság megőrzése mellett (Wicks et al., 1999; Martín et al., 2005).

Összeségében véve elmondható, hogy a PFO (1; 1,5; 2 v/v%) jó-közepes GPM elleni hatékonyságot mutathat önmagában, vagy szintetikus fungicidek mellett használva. Ezen megállapítást megalapozó laboratóriumi, üvegházi és/vagy szabadföldi felmérések az USA-ban (Northover és Schneider, 1996; Dell et al., 1998; Grove et al., 2005; Janousek et al., 2009), Spanyolországban (Martín et al., 2005) és Ausztráliában (Wicks et al., 1999) lettek elvégezve; több szőlőfajtaival (pl. Chardonnay, Kékfrankos, Tempranillo). A sikeres növényvédelemhez azonban számos tényező (pl. területi és klimatikus jellemzők, fertőzési nyomás, művelésmód) is hozzájárul, amely indokoltá teszi a PFO hazai körülmények közötti vizsgálatát.

Kutatási munkánk fókuszában a paraffinolaj (PFO) a hazai szőlők növényvédelmi munkálataiban történő (elsősorban szőlőlisztharmattal szemben) alkalmazhatóságának feltárása állt. A szabadföldi és laboratóriumban elvégzett vizsgálatok során az alábbi célokat tűztük ki:

- 1) A PFO permetezés növényvédelmi hatékonyságának értékelése szabadföldi körülmények között önállóan és fungiciddel történő kombinált alkalmazás formájában a szőlőlisztharmat (GPM) elleni védekezés szempontjából.
- 2) A szabadföldi PFO kezelések a szőlőnövény levél- és bogyófelszínének mikrobiótájára gyakorolt hatásának elemzése az *in vitro* kultiválható gombaközösségek jellemzésével.
- 3) A PFO permetezés a szőlőnövényre gyakorolt élettani hatásainak nyomon követése szabadföldi permetezések során végzett gázcseremérésekkel és stresszélettani paraméterek vizsgálatával laboratóriumi környezetben.
- 4) A PFO kezelés közvetlen hatásának feltárása az *E. necator* életképességére laboratóriumi viabilitási tesztekkel és a PFO levélszöveti lokalizációjának mikroszkópos detektálása.
- 5) A szabadföldi PFO permetezések hatásainak felmérése a szőlő termés hozamára és a must, illetve bor analitikai paramétereire.

Szabadföldi és laboratóriumi vizsgálataink során az alábbi hipotézisekre kerestük a választ:

- 1) A PFO önmagában is rendelkezik növényvédelmi hatással a GPM ellen, de hatékonysága a hagyományosan alkalmazott fungicid kezelésekhöz képest kisebb. A hipotézis vizsgálata céljából két, szőlőlisztharmattal szemben eltérő érzékenységgel bíró szőlőfajtán állítottunk

- be kisparcellás szabadföldi permetezési kísérleteket Egerben. Az első kétéves kísérlet során a PFO önmagában kifejtett GPM elleni hatását mértük fel a látható tünetek monitorozásával.
- 2) A PFO fungicid készítményekkel történő kombinációja a PFO adjuváns jellege végett szinergista hatást eredményezhet, növelve a GPM szőlőlisztharmat elleni hatékonyságot. E feltételezésünket tesztelve a második kétéves permetezési ciklusban megvizsgáltuk a PFO és az üzemi terület gépi permetezésében használt fungicidekkel történő kombináció GPM elleni hatását.
 - 3) A PFO kezelés módosíthatja a levél- és bogyófelszíni gombaközösségek összetételét. A hipotézis vizsgálata érdekében a szabadföldi permetezési kísérlet egyes parcelláiból levél- és bogyómintákat vettünk az *in vitro* kultiválható gombaközösségek jellemzése céljából. Ez kiegészíti a látható lisztharmat fertőzés tüneteink vizuális monitorozásának eredményeit.
 - 4) A PFO kezelés fitotoxikus hatást fejthet ki a szőlőre, amely kimutatható az asszimiláció és transzspiráció mértékének csökkenésében. A feltételezett fitotoxicitást esetleges jelenlétét és mértékét az első szabadföldi kísérlet parcelláiban levél gázcseremérésekkel mértük fel.
 - 5) A PFO kezelés kihathat a szőlő termésmennyiségére és a must, illetve az első permetezési kísérlet terméséből készült borok minőségére. A minőségi paramétereknél különösen a must TSS-tartalma és ezáltal a bor alkoholtartalma lehet érintett, valamint a permetezések növényvédelmi hatékonysága a borok fenolos összetételét is befolyásolhatja. A PFO fitotoxicitása és a gombabetegségek elleni hatékonysága közötti összefüggésre vonatkozó ismereteink azt sugallják, hogy e két hatás a növény fiziológiai állapotára (pl. fotoszintetikus aktivitás), valamint a terméshozamra és -minőségre ellentmondásban áll egymással. Feltételeztük, hogy e két tényező közötti egyensúlyt a szőlő és az *E. necator* kölcsönhatása esetén – a PFO optimális adagolása mellett –, az adott fajta tulajdonságai (érzékenység a PFO toxicitásra, a GPM fertőzésre) és az évjárat jellemzői (gombafertőzési nyomás) is befolyásolhatják szabadföldi körülmények közt.
 - 6) A PFO kezelés a szakirodalmi feltételezések szerint közvetve hat az *E. necator*-ra, a szőlőnövény fiziológiai változásain keresztül. A hipotézis vizsgálata érdekében a PFO növényvédelmi hatékonyságának hátterét laboratóriumi körülmények között is tanulmányoztuk. E munka során felmértük a növényi stresszválaszhoz köthető vegyületek mennyiségét és enzimek aktivitását. A PDSOk GPM elleni hatásmódját eddig nem tárták fel részletesen, ezért a PFO *E. necator*-ra gyakorolt hatását viabilitás tesztekkel vizsgáltuk.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Két, kétéves szabadföldi kisparcellás permetezési kísérletet állítottunk be három ismétlésben két, a GPM-re eltérő fogékonysággal rendelkező fajtán (Chardonnay, Kékfrankos), az egyes kezelések parcelláit véletlenszerűen elosztva.

A kezelések az alábbiak voltak: három PFO (P1: 1,1; P2: 2,2; P3: 3,3 v/v%) koncentráció; egy pozitív, hagyományos fungicideket tartalmazó kontroll (CT) és egy kezeletlen kontroll (C0). Az alkalmazott PFO-koncentrációk kiválasztása a gyártó cég korábbi, európai szabadföldi kísérleteinek nem hivatalos eredményei alapján történt: ezek növényi fitotoxicitás szempontjából biztonságosnak és növényvédelmi szempontból hatékonyak bizonyultak. Az első permetezési kísérlet 2013-2014 között volt a felvázolt beállításokkal (~60 tőke/kezelés/ismétlés). A második (2015-2016) kísérlet változtatásai (~10-14 tőke/kezelés/ismétlés): elhagytuk a P1 kezelést és állítottunk be CT-vel történő kombinációkat (itt a PFO permetezést a CT-vel történő követte), továbbá a P3CT-nél volt egy virágzás-kötődési időszak alatt PFO-t nem kapó beállítás is (P3CTm). A CT kezelések (a PFO kezelés ehhez igazodott) permetezési időpontjainak, a kijuttatott permetlé mennyiségét és a peszticidek dózisének meghatározásához figyelembe vettük az aktuális időjárási feltételeket, a fertőzöttségi előrejelzéseket, a vizuális észleléseket és a szőlő vegetációs fejlettségi állapotát. 2013-ban nyolc, 2014-ben hét, 2015-ben hét, 2016-ban pedig hat alkalommal permeteztünk (1. táblázat). A meteorológiai adatok az ültetvényben lévő agrometeorológiai mérőállomás segítségével (Boreas Kft.) nyomonkövettük.

A kísérleti permetezés parcelláiban felmértük látható GPM- tünetek intenzitását (növényi rész %-os GPM-borítottsága) levélen és fűtön (Wicks és Hitch, 2002), ezen adatokból származtattuk a GPM-előfordulását (%). 2013-2014-ben ez a felmérés csak szüret előtt (BBCH 89) lett elvégezve (50 db adat/parcella/növényi rész/szőlőfajta). 2015-2016-ban zöldborsó bogyóméret (BBCH 75) és zsendülés (BBCH 79) állapotban (kisebb parcellák; 20 db adat/parcella) is végre-hajtottuk (Pálfi et al., 2016a, 2022). A felmérést egy tenyésztető mikrobióta (fonalas és élesztő kolóniaképző egység (CFU)) vizsgálat egészítette ki, ehhez a levél- és bogyómintákat a 2014-2015. évi P2, P3, CT és C0 kezelések parcelláiból vettük a fertőzöttség felvételezéskor. A CFU-t levélkorong felületre (cm²) és bogyóminta tömegre (g) vonatkoztattuk (Pálfi et al., 2016b).

A szőlő élettani állapotát terepi levél gázcseremérésekkel követtük nyomon kerek Parkinson-féle levélküvetttával (2,5 cm²) felszerelt Ciras-1 (PP Systems, UK) infravörös gáz-analizátorral (Pálfi et al., 2022a). Az alábbi paramétereket mértük: transzspirációs ráta (E , mol H₂O m⁻² s⁻¹), sztómakonduktancia (g_s , mmol m⁻² s⁻¹), nettó CO₂ asszimilációs ráta (A , μmol

$\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), és intercelluláris CO_2 koncentráció (C_i , CO_2 ppm). A pillanatnyi (extrinsic) vízfelhasználás hatékonyságát (WUE_e , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) is kiszámítottuk: A/E .

A kezelt szőlők termésmennyiségét (fürttömeg és -szám/tőke, átlagos fürttömeg; Pálfi et al., 2022a-b) és alap analitikai paramétereit is meghatároztuk: pH (Thermo Scientific Orion 3-Star pH-mérő); magyar (MM°) mustfok (mustfokolóval/refraktométerrel); NaOH titrálással a titrálható savtartalmat (OIV 2023a-b; Török és Kállay, 2009).

Az első kísérlet parcelláinak terméséből mikrovínifikációval készítettünk borokat (irányított; a Chardonnaynál redukív technológia, a Kékfrankosnál héjon erjesztés). A borok analitikai (pH, alkohol-, titrálható savtartalom) és fenolos paramétereit (összpolifenol, katechin, antocianin tartalom) is megmértük (OIV 2023a); utóbbiakat spektrofotométeres vizsgálaton alapuló módszerekkel (Singleton és Rossi, 1965; Amerine és Ough, 1980; Ribéreau-Gayon és Stonestreet, 1965).

A laboratóriumi vizsgálatok során Kékfrankos fajtavál dolgoztunk: szabadföldi leveleket használtunk *E. necator* inokulum forrásként és üvegházi dugványok leveleivel végeztük a vizsgálatokat (PFO 2 v/v%). A PFO levélszöveti lokalizációját Nile Red festéssel (Tan et al., 2005) és fluoreszcens mikroszkópiával vizsgálatuk meg. A PFO *E. necator*-ra gyakorolt hatását FDA-hidrolízisen alapuló viabilitás tesztekkel (Moyer et al., 2010; Schneider et al., 2012; Pálfi et al., 2021) mértük fel. A PFO szőlőre kifejtett hatásának feltárása végett az alábbi, a növényi stresszválaszhoz köthető vegyületek mennyiségét mértük meg spektrofotométeres vizsgálaton alapuló módszerekkel: a vízben oldható és oldhatatlan fenolok (PHEC) (Singleton és Rossi, 1965), H_2O_2 (Junglee et al., 2014) és a pektin (Miller, 1959) mennyisége. A szalicilsav (SA) mennyiségét HPLC-MS/MS módszerrel határoztuk meg (Pálfi et al., 2021). Spektrofotométeres vizsgálatokkal a stresszválaszhoz köthető enzimek aktivitását is felmértük (Pálfi et al., 2021): szuperoxid-dizmutáz (SOD; Marklund és Marklund, 1974), kataláz (CAT; Aebi, 1984), guajakol-peroxidáz (GPX; Aydin és Kadioglu, 2001), polifenol-oxidáz (PPO; Kumar és Khan, 1982).

Az eredmények statisztikai értékelését GraphPad Prism biostatistikai programmal végeztük. Student t-tesztet, vagy korreláció vizsgálatot (Pearson r), vagy One-Way-ANOVA-t, vagy Mixed Effect Analysis-t (~Two-Way ANOVA) és utóbbi kettő esetén Tukey Multiple Comparison poszt-tesztet használtunk az adatok elemzésére és a kezelések összehasonlítására.

1. táblázat: Az üzemi permetezésben és a kisparcellás permetezési kísérlet (2013-2016) CT kezeléseiben alkalmazott peszticidek dózisa

	2013		2014		2015		2016	
	<i>Növényvédőszer neve</i>	<i>Dózis /ha</i>	<i>Növényvédőszer neve</i>	<i>Dózis /ha</i>	<i>Növényvédőszer neve</i>	<i>Dózis /ha</i>	<i>Növényvédőszer neve</i>	<i>Dózis /ha</i>
1	Kumulus S (WG) Manzate 75 DF (WG) Falcon 460 (EC) Pyranica 20 (WP) Actara 25 (WG) + Nonit (SL)	2 kg 0,4 kg 0,1 l 0,1 kg 0,06 kg 0,1 l	Kumulus S (WG) Manzate 75 DF (WG) Pyranica 20 (WP)	4 kg 1,5 kg 0,3 kg	Kumulus S (WG) Manzate 75 DF (WG)	5 kg 2 kg	Kumulus S (WG) Penncozeb (DG) Tebusha 25 (EW)	3 kg 1,8 kg 0,4 l
2	Kumulus S (WG) Manzate 75 DF (WG) Falcon 460 (EC) Pyranica 20 (WP) Actara 25 (WG) + Nonit (SL)	2 kg 0,4 kg 0,1 l 0,1 kg 0,06 kg 0,1 l	Kumulus S (WG) Falcon 460 (EC) Curzate F (SC) Pyrinex 25 (CS) + Nonit (SL)	3 kg 0,3 l 3 ml 1 l 0,1 l	Kumulus S (WG) Pergado F 45 (WG) Tebusha 25 (EW) Pyrinex 25 (CS) + Nonit (SL)	3,8 kg 2,5 kg 0,5 l 1,25 l 0,06 l	Kumulus S (WG) Penncozeb (DG) Tebusha 25 (EW) Pyrinex 25 (CS)	2,7 kg 1,8 kg 0,4 l 0,9 l
3	Kumulus S (WG) Falcon 460 (EC) Tanos 50 (DP) Pyrinex 25 (CS) + Nonit (SL)	2 kg 0,3 l 0,4 kg 0,8 l 0,1 l	Kumulus S (WG) Curzate F (SC) Dynali (DC) Actara (SC) + Nonit (SL)	3 kg 3 l 0,5 l 0,08 l 0,1 l	Dynali (DC) Kumulus S (WG) Cymbal 45 (WG) Folpan 80 (WDG)	0,6 l 3,5 kg 0,3 kg 1,2 kg	Kumulus S (WG) Folpan 80 (WDG) Cymbal 45 (WG) Actara 25 (WG)	3 kg 1 kg 0,25 kg 0,08 l
4	Kumulus S (WG) Falcon 460 (EC) Tanos 50 (DP) + Nonit (SL)	2,7 kg 0,33 l 0,33 kg 0,16 l	Kumulus S (WG) Curzate F (SC) Dynali (DC) + Nonit (SL)	2,5 kg 2,5 l 0,4 l 0,1 l	Dynali (DC) Karathane Star (EC) Champion (WG) Actara 25 (WG)	0,7 l 1,1 l 2,1 kg 0,09 l	Karathane Star (EC) Rally Q (SC) Champion (WG)	0,9 l 0,9 l 2 kg
5	Kumulus S (WG) Falcon 460 (EC) Tanos 50 (DP) + Nonit (SL)	3,2 kg 0,32 l 0,45 kg 0,2 l	Talendo (EC) Karathane Star (EC) Kocide 2000 (WG) + Spur (LC) + Nonit (SL)	0,3 l 0,9 l 1,8 kg 0,2 l 0,2 l	Karathane Star (EC) Champion (WG): Kékfrankosnál Collis (SC): Chardonnaynál	0,7 l 1,3 kg 0,3 l	Karathane Star (EC) Falcon 460 (EC) Champion (WG) + Nonit (SL)	1 l 0,4 l 2 kg 0,13 ml
6	Kumulus S (WG) Falcon 460 (EC) Folpan 80 (WDG) Pyrinex 25 (CS) + Nonit (SL)	3,2 kg 0,32 l 1,3 kg 1,3 l 0,12 l	Falcon 460 (EC) Folpan 80 (WDG) Champion (WG) + Spur (LC)	0,3 l 1,2 kg 1,8 kg 0,2 l	Vegesol eReS (SE) Kumulus S (WG) Kocide 2000 (WG) Champion (WG)	3,3 l 3,2 kg 1,9 kg 1,9 kg	Vegesol eReS (SE) Kumulus S (WG) Teldor 500 (SC)	2,5 l 3 kg 0,75 l
7	Kumulus S (WG) Folpan 80 (WDG) Tanos 50 (DP) Dynali (DC)	3,2 kg 1,3 kg 0,44 kg 0,65 l	Kumulus S (WG) Kocide 2000 (WG)	3,3 kg 2,2 kg	Kumulus S (WG) Champion (WG)	1,3 kg 2 kg		
8	Kumulus S (WG) Kocide 2000 (WG) Collis (SC)	2,6 kg 2,2 kg 0,44 l						

3. EREDMÉNYEK

3.1. A paraffinolaj növényvédelmi alkalmazhatóságát felmérő szabadföldi vizsgálatok eredményei

3.1.1 A paraffinolaj kezelés növényvédelmi hatékonysága a szőlőlisztharmat ellen

A kutatás legfőbb célkitűzése a PFO növényvédelmi (elsősorban a lisztharmat elleni) alkalmazhatóságának felmérése volt a szőlőben. Az első permetezési kísérletnél a fertőzöttség felvételezést csak szüret (BBCH 89) előtt végeztük el. A második kísérlet során zöldborsó bogyóméret és zsendülés fejlettségi állapotban mind a két évben monitoroztuk a látható GPM-tüneteket. Érett állapotban (BBCH 89) csak 2015-ben felvételeztünk. 2016-ban a magas gombafertőzési nyomást előidéző időjárás nehezítette a permetezést és erős GPM fertőzöttséget eredményezett, ezért az utolsó permetezés mindenhol egységesen CT volt. Ezáltal az utolsó GPM felmérés nem történt meg ebben az évben; a felvételezés eredményei sem lettek volna relevánsak a kísérlet egészét nézve. A 2. táblázat foglalja össze a – legmértvadóbb – 2013-2014. évi szüret előtti és a 2015-2016. évi zsendüléskori GPM-fertőzöttség intenzitás (%) adataokat.

A PFO változó hatékonyságot mutatott 2013-2014-ben (2. táblázat). A legmagasabb dózisú (3,3 v/v%) PFO kezelés (P3) hasonló fertőzöttségi százaléértéket (~4%) mutatott a GPM-mel szemben, mint a CT (pozitív kontroll) 2013-ban (<6%), az alacsonyabb GPM fertőződési kockázatú évjáratban. Ez a hatás különösen az adott fajta a GPM-re kevésbé érzékeny növényi részeinél volt megfigyelhető (Chardonnay levelek, Kékfrankos fürtök). A másik két PFO kezelés (1,1; 2,2 v/v%) is a kezeletlen kontrollhoz képest átlagosan 56,8%-kal kisebb mértékű fertőzöttséget mutatott 2013-ban. Ez összhangban van egy Chardonnay ültetvényben végzett felméréssel, ahol a PFO (1 és 2 v/v%) teljesítménye a DMI-fungicidekével is összevethető volt (Dell et al., 1998). PFO kezeléseink a magas GPM nyomású 2014-ben nem voltak olyan hatékonyak; a két vizsgált fajta minden növényi része átlagosan ~191%-kal volt fertőzöttebb a CT-nél kapott átlaghoz képest. Az alkalmazott PFO-dózisok közti esetleges eltérések elmosódtak mindkét évben a nagyobb GPM-érzékenységgű növényi részek fertőzöttségi adatainál (Kékfrankos levél és Chardonnay fürt). Egyes esetekben (Chardonnay fürt) az olajkezelés (P3) negatív hatása is megmutatkozott az erős GPM fertőzöttség és az olaj okozta fitotoxicitás együttes hatásaként. A P1 kezelés egyik évben sem volt sikeres a GPM fertőzés vissza-szorításában, hasonlóan egy szabadföldi körülmények között Tempranillo fajtán végzett kísérlet levél GPM-borítottságának eredményeihez (Martín et al., 2005). Ugyanakkor más kutatás szerint az 1 v/v% PFO mérsékelten gátolta a GPM-et Chardonnay fürtökön a kezeletlen kontrollhoz képest, míg pl. a kén- és a vízkezelt parcellák adataitól nem különbözött

szignifikánsan (Janousek et al., 2009). Ezen eredményekből arra következtettünk, hogy az alkalmazott PFO-dózisok GPM-mel szemben önmagában gyakorolt hatása nem értelemeszerű szabadföldi körülmények közt, hosszútávú vizsgálatra van szükség. Ennélfogva új kísérletet állítottunk be, kiegészítve a PFO-CT kombináció vizsgálatával is.

A 2015-2016. évi kísérlet során az önmagában alkalmazott 2,2 (P2) és (elsősorban) a 3,3 v/v% PFO kezelések átlagosan 42,3%-kal kisebb mértékű GPM fertőzöttséget mutattak a kezeletlen kontrollhoz képest (2. táblázat); hasonlóan az előző felmérésünkhöz. Négy éves kísérleti adataink igazolták azon feltételezésünket, hogy a PFO kezelések GPM ellenes hatása a C0-CT kezelések közt van. Ezt az eredményt is azonban nagyban befolyásolták a vizsgált fajta és/vagy a növényrész, valamint az évjárat sajátosságai. Ebben a permetezési kísérletben a 2015-ben volt kisebb GPM-fertőzöttség kockázata, szemben a magas GPM-nyomású 2016-os évvel. Utóbbi évben a PFO önmagában elhanyagolható hatással bírt a GPM-re, hasonlóan a magasabb gombafertőzöttségű 2014-es évben. A vizsgált szőlőfajták leveleinek és a fürtjeinek egyedi eltérései a GPM-érzékenységben mindkét évben megmutatkoztak.

2015-ben a P3CTm magasabb GPM-fertőzöttségi értékeket mutatott, mint a CT és/vagy a P2CT és P3CT kezelések a Chardonnay fűtök (zsendülés és szüret előtti monitorozás) és a Kékfrankos levelek GPM frekvenciájánál (zöldborsó bogyóméret). Ez a különbség feltételezésünk szerint a módosított permetezési módszerből ered; a P3CTm parcellák csak CT-kezelésben részesültek virágzás és kötődés alatt. E végett a PFO adjuváns jellegéből adódó jótékony hatása és a CT kezeléssel történő kombinálásának során nem igazán volt megfigyelhető a GPM-fertőzésre fogékonyabb növényi részek esetében. A szőlőfajták és CT-tartalmú kezelések közti különbség az erős GPM-fertőzést mutató 2016-os évben nem nyilvánult meg ebben a formában.

A PFO és a hagyományos gombaölő szerek kombinációja kismértékben növelte a GPM-mel szembeni hatékonyságot az önmagában alkalmazott CT-hez képest, igazolva az erre vonatkozó hipotézisünket is. Ez a hatás azonban néhány esetben volt szignifikáns és függött a kísérlet korábban említett változóitól. Ezen és egyéb változók végett a PFO fungicidekkel kombinált felhasználásának vizsgálata más kutatásokban is ellentmondásos tapasztalattal zárult. Egyesek szerint a 1 vagy 2 v/v%-os JSO (PFO) más szerekkel (pl. kén, K, miklobutanil) történő kombinációja jobb hatást eredményez (Dell et al., 1998; Janousek et al., 2009). Ugyanakkor más felmérésben nem tapasztaltak és feltételeztek szinergista kölcsönhatást a PFO és kombinációs partnere közt (Martín et al., 2005).

2. táblázat. A szabadföldi permetezési kísérletek kezeléseinek hatása a levelek és a fürtök látható szőlőlisztharmat (GPM) fertőzöttség intenzitására (%) 2013-2016 között. 2013-2014 között csak szüret előtti (BBCH 89) felmérés volt, míg 2015-2016-ban zöldborsó bogyóméret (BBCH 75) és zsendülés (BBCH 79) fejlettségi állapotban is. Mivel 2016-ból hiányoznak a szüreti monitorozás adatai, 2015-2016 esetén a zsendüléskori eredmények kerültek a táblázatba. Az oszlopokban átlagértékek (MV) vannak \pm szórással (SD) feltüntetve és az MV értékek nagysága szerint színskálázva. Kezelések: C0 (kezeletlen kontroll); CT (hagyományos fungicideket tartalmazó üzemi kezelés = pozitív kontroll); P1 (paraffinolaj (PFO) 1,1 v/v%); P2 (PFO 2,2 v/v%); P2CT (P2 és CT kombinációja); P3 (PFO 3,3 v/v%); P3CT (P3 és CT kombinációja); P3CTm (P3CT módosítása: virágzás-kötődés alatt nem kapott PFO-t). A szőlőfajta nevek rövidítései: Chardonnay (CH), Kékfrankos (KF).

Év, BBCH	Növényi rész	Fajta (röv.)	A kezelések hatása a GPM fertőzés intenzitására (átlagértékek (%) \pm szórás (SD))								
			C0	CT	P1	P2	P2CT	P3	P3CT	P3CTm	
2013 BBCH 89	levél	CH	48,1 \pm 3,6	3,8 \pm 1,0	12,2 \pm 6,5	13,5 \pm 5,0	nincs adat	5,6 \pm 2,4	nincs adat	nincs adat	
		KF	45,6 \pm 7,5	5,1 \pm 1,1	27,5 \pm 6,6	26,9 \pm 10,7	nincs adat	17,0 \pm 4,9	nincs adat	nincs adat	
	fürt	CH	90,4 \pm 8,1	8,8 \pm 1,1	68,3 \pm 11,8	53,1 \pm 9,8	nincs adat	41,7	nincs adat	nincs adat	
		KF	55,9 \pm 7,1	3,4 \pm 0,9	13,8 \pm 4,6	7,6 \pm 2,1	nincs adat	41,7 \pm 14,3	nincs adat	nincs adat	
2014 BBCH 89	levél	CH	24,2 \pm 23,9	12,6 \pm 14,0	18,4 \pm 18,9	16,0 \pm 20,3	nincs adat	5,0 \pm 1,3	nincs adat	nincs adat	
		KF	nincs felvételezési adat								
	fürt	CH	89,8 \pm 18,9	18,7 \pm 18,4	69,8 \pm 24,4	58,0 \pm 18,9	nincs adat	86,7 \pm 14,5	nincs adat	nincs adat	
		KF	91,2 \pm 16,0	25,9 \pm 18,9	81,0 \pm 25,0	84,3 \pm 18,7	nincs adat	69,1 \pm 30,9	nincs adat	nincs adat	
2015 BBCH 79	levél	CH	36,1 \pm 31,3	0,3 \pm 1,3	nincs adat	15,7 \pm 23,6	0,7 \pm 2,2	6,1 \pm 15,0	0,0 \pm 0,1	0,4 \pm 1,2	
		KF	46,2 \pm 34,3	0,1 \pm 0,4	nincs adat	11,2 \pm 19,1	0,1 \pm 0,4	4,7 \pm 11,9	0,0 \pm 0,3	0,0 \pm 0,3	
	fürt	CH	55,7 \pm 32,8	6,8 \pm 10,4	nincs adat	42,0 \pm 30,7	2,5 \pm 3,2	26,8 \pm 28,0	2,4 \pm 3,7	15,2 \pm 18,8	
		KF	8,2 \pm 8,6	0,4 \pm 1,0	nincs adat	2,6 \pm 4,0	0,4 \pm 1,1	0,9 \pm 2,0	0,1 \pm 0,4	0,6 \pm 1,8	
2016 BBCH 79	levél	CH	67,5 \pm 29,7	14,3 \pm 19,5	nincs adat	57,9 \pm 23,6	9,0 \pm 14,3	36,8 \pm 28,9	12,0 \pm 19,6	12,6 \pm 18,2	
		KF	63,3 \pm 31,4	5,2 \pm 6,2	nincs adat	43,7 \pm 30,8	2,1 \pm 5,5	42,7 \pm 29,8	4,0 \pm 7,4	3,2 \pm 5,5	
	fürt	CH	81,3 \pm 23,1	54,8 \pm 28,1	nincs adat	90,4 \pm 10,4	50,5 \pm 25,8	78,8 \pm 23,5	60,4 \pm 27,7	60,9 \pm 23,9	
		KF	39,6 \pm 34,5	10,0 \pm 10,8	nincs adat	29,1 \pm 26,6	4,8 \pm 4,2	29,3 \pm 27,9	6,0 \pm 5,0	7,0 \pm 13,4	
Kezelések			C0	CT	P1	P2	P2CT	P3	P3CT	P3CTm	
Színskála jelentése			0%						50%	100%	

Ezen kutatások eredményei és kísérleti tapasztalataink alapján elmondható, hogy a PFO hatékonyságát kémiai sajátossága (pl. viszkozitás) is befolyásolhatja; a fogadó növényi felület (pl. levél) morfológiai sajátosságai (permetlé megtartási képesség) mellett (Nail és Howell, 2004; Baudoin et al., 2006). Grove és munkatársai (2005) kiemelték eredményeik különbségének magyarázata során az évjáratok jellegének (meleg és napfényes időjárás jelenléte vagy hiánya) feltételezett hatását a JSO-degradációjára. Kutatásunk során a PFO-CT kombinációnál tapasztalt mérsékelt hatékonyság növekedést e tényezők vagy együttes hatásuk idézhette elő:

- 1) A PFO elicitorként pozitívan befolyásolja az immunitást a szőlőnövény stresszre adott különféle válaszreakcióinak indukálása révén, ami csökkentheti a GPM-fertőzésre való hajlamot, ahogy azt vizsgálataink során tapasztaltuk (Pálfi et al., 2021).
- 2) A PFO adjuvánsként elősegítheti a vele kombinált gombaölő szerek megtapadását és felszívódását, melyet jelenséget más források is említenek (pl. Zabkiewicz, 2002; Nita et al., 2007; Santos et al., 2017).

A 2014-2015-ös permetezési parcellák levél- és bogyómintáin mikrobióta felmérésünk (tenyészhető fonalas és élesztőgombák) eredményei összhangban voltak a fertőzöttség felmérés eredményeivel. A kisebb gombafertőzöttségi kockázattal rendelkező 2015-ös évben nem volt differencia a fonalas és az élesztőgomba populációjában a kezelések közt egyik fajtánál és mintánál sem. 2014-ben a PFO kezelések a CT-hez hasonlóan csökkentették a fonalas gombák jelenlétét a Chardonnay bogyóin. A Kékfrankos levélmintáknál a PFO kezelések mellett nőtt a fonalas gombák aránya a kontrollokhoz képest, mely jelenség tükrözheti a fajta levelének gombafertőzöttségre való érzékenységét. A Kékfrankos bogyóminták egységesen magas fonalas gomba CFU-t mutattak a magas GPM-fertőzöttséggel és ezáltal kisebb szaprofionta gomba populációval rendelkező C0-hoz képest.

A CT-kezelt bogyómintákban volt a legmagasabb fonalas gomba és legalacsonyabb élesztőgomba előfordulása, ennek fordítottja igaz a kezeletlen (C0) mintákra. A PFO-kezeléseknél a két gombatípus aránya a két kontroll között helyezkedett el. Ez a megfigyelés valószínűsíthetően köszönhető részben a csapadékos évjárat (3. táblázat) végett elhúzódó szüretnek és ezáltal kései mintavételnek (fertőzöttség felméréssel egy időben történt), mely a szaprofita gombák elszaporodásának kedvezett, így a kezelések hatása közti esetleges különbségeket megszüntek. 2014-ben a bogyók élesztőpopulációját a PFO kezelés a CT kezeléstől eltérően nem vagy kevésbé érintette: az élesztőgombák %-os aránya a tenyészhető mikrobiótában a PFO kezelések esetében a Kékfrankosnál átlagosan 61,5% (míg a CT-nél 27%), a Chardonnaynál pedig 80% (míg a CT-nél 78%) volt. Ez lényeges lehet, mivel a vadon élő

élesztőgombák is jelentős hatást gyakorolhatnak a borok aromakomplexitására. 2015-ben kiegyensúlyozottabb volt a fonalas és élesztőgombák aránya 2014-hez képest.

3. táblázat. A 2013-2016. közötti évjáratok havi átlag léghőmérséklet (°C), havi összes csapadékmennyiség (mm) és a levegő havi átlag páratartalom (%) adatai (a Boreas Kft. adatai alapján készített összegzés).

	2013			2014		
Hónap	Hőmérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Páratartalom (%)	Hőmérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Páratartalom (%)
1	-0,7	56,1	92,6	2,3	34,3	96,5
2	2,4	85,3	91,1	4,1	38,8	92,8
3	3,2	98,8	84,2	9,9	10,4	65,5
4	12,2	30,6	68,3	12,6	56,7	76,0
5	16,4	159,0	79,2	15,8	119,1	74,8
6	20,0	130,5	78,9	20,0	15,8	63,0
7	22,8	6,5	62,2	22,0	114,3	74,1
8	22,8	27,1	60,0	20,0	114,3	77,5
9	14,8	34,4	63,9	17,0	153,5	83,3
10	12,6	53,4	75,9	11,7	60,0	91,3
11	7,5	53,1	88,1	7,2	13,5	94,5
12	0,8	2,8	92,5	3,0	36,9	88,4
	2015			2016		
Hónap	Hőmérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Páratartalom (%)	Hőmérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Páratartalom (%)
1	1,3	69,2	92,6	-2,0	71,4	96,3
2	1,8	11,7	91,1	4,9	95,8	92,8
3	6,9	20,8	84,2	6,7	59,2	65,5
4	11,1	10,0	68,3	12,6	32,1	76,0
5	16,2	74,8	79,2	16,6	43,2	74,8
6	20,5	32,4	78,9	21,1	70,3	63,0
7	23,7	51,0	62,2	22,2	124,7	74,1
8	23,7	139,3	60,0	20,8	26,8	77,5
9	17,6	66,6	63,9	18,3	7,6	83,3
10	10,1	55,6	75,9	9,1	57,4	91,3
11	6,2	31,5	88,1	4,5	87,4	94,5
12	2,1	13,0	92,5	-1,9	0,6	88,4

3.1.2. A paraffinolaj kezelés hatása a szőlőlevelek gázcseréjére

A PFO alkalmazása pozitívan (bár a CT kezeléshez képest alacsonyabb mértékben) befolyásolta a szőlő élettani állapotát a levél fotoszintetikus paramétereit (g_s , A , E) szerint. A gázcsere olajkezeléssel összefüggő csökkenéséről más tanulmányok is beszámoltak (Hodgkinson et al., 2002; Finger et al., 2002). A PFO ezen pozitív hatása leginkább csak az alacsony GPM-nyomással járó éghajlati viszonyok között állt fenn, szemben a magas GPM fertőzöttségű 2014-es évjáratban megfigyelt, általánosan lecsökkent fotoszintetikus teljesítménnyel. Ez az évjáratfüggő jelenség a GPM-fertőzésre érzékenyebb levelű Kékfrankosnál magasabb szinten fejeződött ki, mint a GPM-re kevésbé fogékony levelű

Chardonnay fajtánál. Ez a megállapítás azt sugallja, hogy az alkalmazott PFO-dózist nem csak az évjárathoz, hanem a fajta egyedi jellemzőihez is igazítani kell. Például a levelek közti morfológiai különbség szerepére (permetlé általi fedettség és annak megtartási képessége) más tanulmányok is rávilágítottak (Mullins et al., 1995; Baudoin et al., 2005). Mivel a kísérletet szabadföldi körülmények között végeztük, a PFO esetleges és direkt fitotoxikus hatását közvetlenül nem lehetett mérni. Azonban a fotoszintetikus paraméterek fajtától vagy évjárattól független és a PFO dózistól függő csökkenésének hiánya arra utal, hogy a jelen kutatásban használt PFO készítmény nincs jelentős fitotoxikus hatással a szőlőre, legalábbis a GPM-fertőzés negatív hatásaival összevetve. Utóbbi feltételezést részben alátámasztja, hogy a GPM-el szemben legjobb hatást mutató 3,3 v/v%-os PFO-val kezelt levelek g_s , A , E adatai a negyedik permetezést követő első gázcseremérés során nem különböztek a CT-től egyik évben és fajtánál sem. Ugyanakkor a fertőzöttség felvételezés eredményei alapján az is látható, hogy a CT-hez képest a 3 v/v% PFO-kezelt Chardonnay levelek mindkét évben átlagosan 47,2%-kal nagyobb fertőzöttségi intenzitást mutattak, míg ezen eltérés a Kékfrankosnál meghaladta a 200%-ot.

A g_s - E közötti korrelációs elemzés adatai (4. táblázat) megerősítik, hogy a PFO kezelés helyett inkább a GPM-fertőzésnek van negatív hatása az E -re a g_s változásán keresztül (Moriondo et al., 2005).

4. táblázat. Az átlag sztómakonduktancia (g_s) és az asszimilációs ráta (A) adatok vagy a transzspirációs ráta (E) adatok közötti korrelációs elemzés eredményei az egyes kezelések, fajták és évjáratok esetében (5-5 mérés/év). A csillag a szignifikáns különbségeket jelöli (* $p < 0,05$; ** $p < 0,005$); „ns”: nincs szignifikáns eltérés. Kezelések: C0 (kezeletlen kontroll); CT (hagyományos fungicideket tartalmazó üzemi kezelés, pozitív kontroll); P1 (PFO 1,1 v/v%); P2 (PFO 2,2 v/v%); P3 (PFO 3,3 v/v%).

Chardonnay 2013	átlag g_s vs. A adatok					átlag g_s vs. E adatok				
	C0	CT	P1	P2	P3	C0	CT	P1	P2	P3
Pearson r	0,921	-0,114	0,787	0,940	0,821	0,730	0,833	0,870	0,930	0,806
P-érték	0,026	0,854	0,114	0,017	0,088	0,161	0,079	0,055	0,020	0,099
Szignifikancia	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
Kékfrankos 2013	átlag g_s vs. A adatok					átlag g_s vs. E adatok				
	C0	CT	P1	P2	P3	C0	CT	P1	P2	P3
Pearson r	0,793	0,208	0,834	-0,651	0,467	0,775	0,677	0,970	0,761	0,807
P-érték	0,109	0,737	0,079	0,234	0,428	0,123	0,209	0,006	0,135	0,090
Szignifikancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
Chardonnay 2014	átlag g_s vs. A adatok					átlag g_s vs. E adatok				
	C0	CT	P1	P2	P3	C0	CT	P1	P2	P3
Pearson r	0,987	0,606	0,955	0,815	0,909	0,899	-0,210	0,969	0,985	0,865
P-érték	0,001	0,278	0,011	0,092	0,032	0,038	0,734	0,006	0,002	0,058
Szignifikancia	**	ns	*	ns	*	*	ns	**	**	ns
Kékfrankos 2014	átlag g_s vs. A adatok					átlag g_s vs. E adatok				
	C0	CT	P1	P2	P3	C0	CT	P1	P2	P3
Pearson r	0,859	0,864	0,833	0,498	0,442	0,979	0,760	0,929	0,957	0,948
P-érték	0,062	0,058	0,080	0,393	0,455	0,003	0,135	0,022	0,010	0,014
Szignifikancia	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	*	*

2013-ban a kontroll kezelések nem mutattak szignifikáns korrelációt a g_s - E relációban egyik fajtánál sem, míg 2014-ben ez a korreláció szignifikáns volt a C0 esetben, ami utal ennek az évnél a nagyobb GPM fertőzöttségi nyomására (Pálfi et al., 2016a). A PFO kezelések GPM-elleni hatékonyságában tapasztalt különbségeket a szignifikáns g_s - E korrelációk mutatják mindkét évben és mindkét fajtánál (4. táblázat) az alacsonyabb dózisok (P1, P2) esetében. A P3 kezeléseknél általában nem volt korreláció megfigyelhető. E két gázcsere paraméter összefüggései alapján megállapítható, hogy a legmagasabb PFO-dózis (P3) jobb GPM elleni hatékonysága nagyobb szerepet játszott a szőlőlevelek gázcserejének befolyásolásában, mint a PFO okozta fitotoxicitás (Hodgkinson et al., 2002; Finger et al., 2002).

A Kékfrankos levelek kezelésétől és évjáratától függetlenül nem mutattak pozitív korrelációt g_s és A között (4. táblázat). A Chardonnay leveleknél mindkét évben fordult elő korreláció az említett gázcsere paraméterek között. Ezek az eredmények a vizsgált fajták levelei közti morfológiai különbségekre is rávilágítanak. Baudoin és munkatársai (2006) szerint a PFO-kezelés általi olajlefedettség és annak visszatartási képessége meghatározza a PFO fotoszintézisre gyakorolt negatív hatásának mértékét. Az egyes olajok fitotoxikus hatását azok fizikai-kémiai tulajdonságai is befolyásolják. Az alacsony viszkozitású olajok behatolhatnak a levél szöveteibe és intenzív fotoszintetikus gátlást okozhatnak. Ezzel szemben a viszkózusabb olajok a levél felületén maradnak (Nail és Howell, 2004; Gudin et al., 1976), így negatív hatásuk elenyésző. A vizsgált PFO készítmény nem diffundált az epidermális sejtek első rétegénél mélyebbre, így a levelekre gyakorolt közvetlen hatása korlátozott (Pálfi et al., 2021).

3.1.2. A paraffinolaj kezelés hatása a termésmennyiségre és a must és a bor analitikára

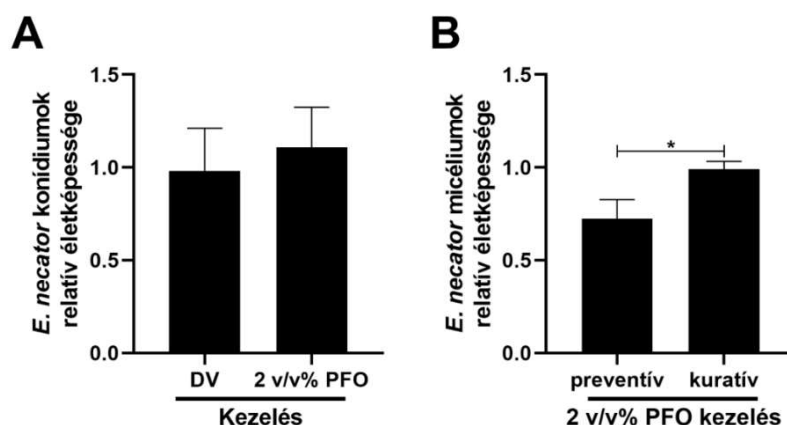
A gázcsere mérés, a termésbecslés, a szüreti must és az első permetezési kísérlet terméséből készített borok analitikai vizsgálata során kapott eredmények hipotézisünknek megfelelően összhangban voltak a permetezések GPM elleni sikerességével. A PFO hatékonysága a GPM-fertőzés visszaszorításában és a termésveszteség megelőzésében általában kisebb volt a CT-hez képest. A termésvesztés háttérében a magasabb fertőzöttség vonzataként kialakult nagyobb mértékű asszimilációs levélfelület károsodás állhatott. Kisparcellás kísérleteink során nem tudtuk igazolni, sem cáfolni a PFO korábban feltételezett közvetlen negatív hatását a termésmennyiségre; a P3CT és P3CTm kezelés relációjában sem. Utóbbi kapcsán eredményeink nem támasztották alá a PFO feltételezett negatív hatását a terméskötődésre, bár nem is találtunk egyértelmű bizonyítékot ennek ellenkezőjére sem. A 2015-2016-os kísérletben egyik fajtánál és évjáratnál sem tapasztaltunk jelentős különbséget a kezelések közt, vélhetően a kisebb parcella és mintaszám miatt. Általánosságban azonban elmondható, hogy a CT- és

P2CT-kezelt (esetenként a P3CT-kezelt) parcellákban mindkét évben magasabb tőkén-kénti termést és nagyobb fürtöket mértünk, mint a C0-ban és a PFO-kezeltekben.

Kísérletünkben a szőlő termésmennyiségének és minőségének alakulására jelentősen kihatott a GPM fertőzés mértéke. Ez az asszimiláció gátlásában, a termésérés késésében és a must teljes oldható cukortartalmának (TSS) csökkenésében (mely ugyanígy érintette a borok alkoholtartalmát), valamint titrálható savtartalmának (TA) növekedésében nyilvánult meg; más tanulmányhoz hasonlóan (Finger et al., 2002). Eredményeink alapján a 2013-2014-es kísérleti parcellák terméséből készült borok alap és fenolos analitikai paraméterei reflektáltak az egyes kezelések növényvédelmi hatékonyságára – a korábbi feltételezésünknek megfelelően –, tükrözve az adott évjárat hatásait és a vizsgált fajta GPM érzékenységét.

3.2. A paraffinolaj szőlőlisztharmat kórokozójára gyakorolt hatása

Az *E. necator* konídiumok kvantitatív FDA-hidrolízise nem mutatott szignifikáns eltérést a kontroll és a PFO-kezelt minták életképességben (1/A. ábra).

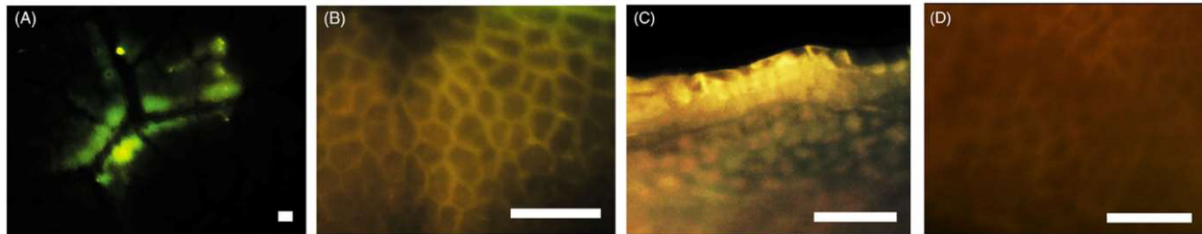


1. ábra (A-B): A 2 v/v%-os PFO-val kezelt és kontroll (DV-vel kezelt) *E. necator* konídiumok (A) és a preventív vagy kuratív PFO kezelést kapott micéliumok (B) relatív életképességének vizsgálata FDA-hidrolízisen alapuló vizsgálattal és image-analízissel. Az ábrákon az átlagértékek (MV) és a \pm szórás (SD) vannak feltüntetve. A csillag (*) a szignifikáns eltérést jelöli: $p < 0,05$.

Felmérésünk során a mesterségesen fertőzött szőlő levélkorongokon kuratív módon alkalmazott PFO nem volt hatással az *E. necator*-ra, míg preventív módon alkalmazva kismértékű és szignifikáns csökkenést eredményezett a gomba szaporodásában (1/B. ábra), Northover és Schneider (1996) eredményeivel összhangban. A természetes módon fertőződött és PFO-kezelt levelek mikroszkópos vizsgálatai is rámutattak a PFO *E. necator*-ral szembeni közvetlen fungicid hatásának hiányára. Ez más tanulmányokkal (Calpouzios, 1966; Northover és Schneider, 1996) egyetértésben azt sugallja, hogy a PDSok inkább a gazdanövényre hatnak.

3.3. A paraffinolaj levélszöveti lokalizációja

A PFO szőlőlevelekben történő lokalizációjának mikroszkópos vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a PFO a levél felületének nagyon kis részét borította és ott kis, szeparált cseppek formájában oszlott el, amelyet a Nile-Red sárga fluoreszcenciája jelez (2/A. ábra).

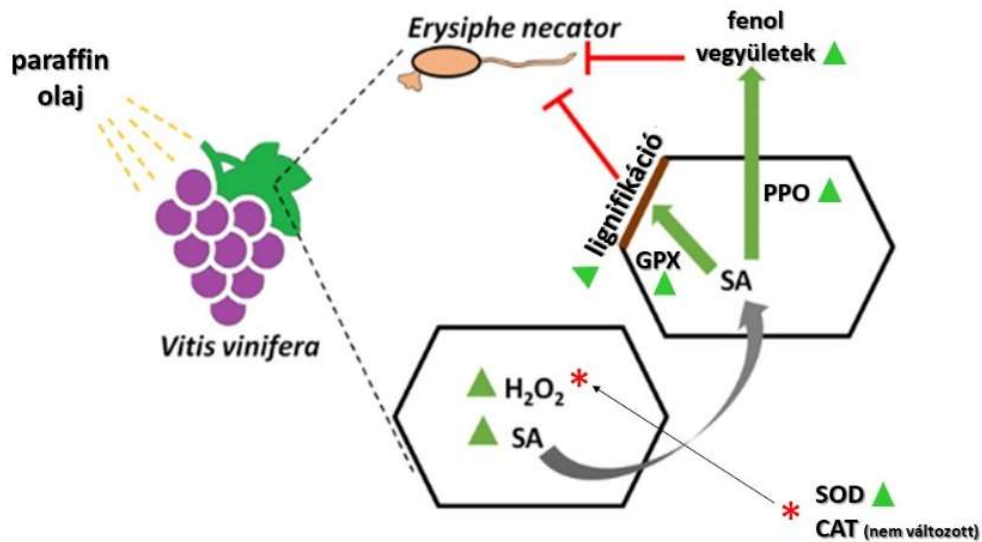


2. ábra (A-D): A szőlőlevél felszíne (A, B, D) és a levél keresztmetszete (C) 24 órával a DV-vel (kontroll, D) és a 2 v/v%-os PFO-val (A, B, C) történő permetezést követően, kiegészítve Nile Red sárga fluoreszcens festékkel. A léptéksávok jelentése: 50 μm (saját ábra).

A DV-vel kezelt kontroll leveleken ez hiányzott, csak gyenge autofluoreszcencia volt megfigyelhető (2/D. ábra). A kezelt leveleken az is látható, hogy a PFO az epidermális sejtek falához kötődött (2/B. ábra) és nem diffundált mélyebbre, mint az első sejtréteg (2/C. ábra), ahogy a levelek keresztmetszetének vizsgálata során tapasztaltuk. Ez további 24 óra inkubálást követően sem változott. Az eredmények arra utalnak, hogy a PFO kezelés közvetlenül a levélfelület csak kis százalékát érintette, megerősítve ezzel Northover és Schneider (1996) hipotézisét a PDSOK közvetett betegség megelőző hatásmechanizmusáról.

3.4. A paraffinolaj szőlőnövényre gyakorolt hatása

Vizsgálatunk során a PFO a kezelt levelekben vélhetőleg lokálisan stresszt okozott (3. ábra), amely oka lehetett az általunk kimutatott a H_2O_2 akkumulációnak, mely összhangban volt a mért megnövekedett SOD és a változatlan CAT enzimaktivitásokkal. A H_2O_2 intracelluláris szignálmolekulaként (Levine et al., 1994) különböző védekezési reakciókat aktivál, melyeket a SA (Leon et al., 1995; Gao et al., 2015) az egész növényre kiterjeszt. Ezutóbbi fitohormon megnövekedett mennyiségét is kimutattuk a PFO-kezelt levelekben. Ez a fenolvegyületek megnövekedett bioszintéziséhez (Blanch et al., 2020) vezethet a GPX és PPO enzimaktivitás indukciójával, mely jelenséget szintén tapasztaltunk a PFO-kezelt levelek esetében. Ez utóbbival összefüggésben a PFO-kezelt levelekben magasabb lignintartalmat (vízben oldhatatlan fenoltartalom) és vízben oldható fenoltartalmat mutattunk ki. A PFO-indukált lignin depozíció, illetve a vízoldékony fenolok magasabb mennyisége is csökkent GPM-szenzitivitást eredményezhet. Előbbi esetben a növényi sejtfa megerősítésével (Bhuiyan et al., 2009), utóbbiaknál direkt fungicid hatás közvetítése által (Jeandet et al., 2002).



3. ábra (saját): 2 v/v% PFO kezelés hatásmechanizmusának grafikus összefoglalása. Jelmagyarázat: H₂O₂ (hidrogén-peroxid); SA (szalicilsav); SOD (szuperoxid-dizmutáz); CAT (kataláz); GPX (guajakol-peroxidáz); PPO (polifenol-oxidáz). A zöld háromszög: megemelkedett érték a PFO kezelés hatására; zöld nyilak: pozitív korreláció a szakirodalmi adatokkal; vörös vonalak: gátló hatás szakirodalmi adatok alapján.

Eddigi eredményeink alapján a PFO-kezelés a növényi védekezés rendszerét egyes elemeit aktiválta, mely alapján arra következtettünk, hogy a PFO SAR-t (szisztémikusan szerzett rezisztencia) indukálhat (Pálfı et al., 2021). E folyamat végett csökkenhetett a szőlő lisztharmattal szembeni fogékonysága, melyet a szabadföldi permetezési kísérletek fertőzöttség értékelése során is tapasztaltunk a PFO kezelés esetében. Ez a jelenség megmagyarázná a PFO fungicid hatású növényvédőszerként történő hasznosításának működési elvét.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

- 1) Elsőként mutattuk ki direkt módszerrel (a FDA-hidrolízésén alapuló viabilitás vizsgálat), hogy a paraffinolaj nem befolyásolja közvetlenül az *E. necator* életképességét.
- 2) A paraffinolaj levélszöveti lokalizációjának vizsgálata során megállapítottuk, hogy a kezelt levelek felszínén a paraffinolaj kis cseppekben szeparálódik és nem diffundál az első epidermális sejtsornál mélyebbre, azonban képes ezen sejtek falához hozzá-kötni. Ez a sajátossága teheti alkalmassá a permetezési segédanyagként vagy hatás-fokozó adalékanyagként történő használatát.
- 3) A paraffinolaj kezelés a szőlőnövényben az alábbi élettani válaszreakciókat váltotta ki: kismértékű H_2O_2 (<50%) akkumuláció történt a levélben. Ez különféle stresszválaszban résztvevő enzimek modulálásán keresztül a szalicilsav bioszintézist indukálta; mely lignin felhalmozódást és fokozott fenol bioszintézist eredményezett. E jelenségek alapján a paraffinolaj vélhetőleg szisztemikusan szerzett rezisztenciát (SAR) válthat ki, csökkentve ezáltal a szőlő *E. necator* fertőzésre való érzékenységét. Szabadföldi permetezési kísérleteink során gyenge vagy mérsékelt lisztharmat-nyomású évjáratokban a kezeletlen kontrollhoz képest a 2,2 v/v%-os paraffinolaj átlagosan 58,2%-kal, a 3,3 v/v%-os paraffinolaj 76,2%-kal kisebb fertőzöttségi intenzitást mutatott, míg a fungicid kezelt kontrollnál ugyanezen eltérés 93,4% volt.
- 4) A szabadföldi lisztharmat fertőzöttség monitorozásával egy időben szedett levél és bogyómintákból végzett tenyésztető gombaközösség vizsgálat újszerű megközelítés volt. Eredményeink szerint a szőlőbogyók élesztőpopulációját a paraffinolaj kezelés a fungicid kontroll kezeléstől (CT) eltérően nem vagy kevésbé érintette a gomba-fertőzésnek jobban kitett évben (2014): az élesztőgombák %-os aránya a tenyésztető mikrobiótában a paraffinolaj kezeléseknél esetében a Kékfrankosnál átlagosan 61,5% (CT: 27%), a Chardonnaynál pedig 80% (CT: 78%) volt.
- 5) A kisparcellás permetezési kísérletben elvégzett levél gázcseremérések eredményei megerősítették, hogy a fitotoxicitást mutató paraffinolaj koncentráció nem határozható meg egyértelműen. A lisztharmattal szemben legjobb hatást mutató 3,3 v/v%-os paraffinolajjal (P3) kezelt levelek sztómakonduktancia (g_s), asszimilációs ráta (A) és transzspirációs ráta (E) adatai nem különböztek szignifikánsan a fungicid kezelést kapó kontrolltól (CT) egyik fajtánál és évben sem a legelső (június vége, július eleje), de már négy kezelés után történt gázcseremérés során. Ezen eredmény alapján úgy véljük, hogy a paraffinolaj okozta fitotoxicitás az *E. necator* fertőzés fotoszintézisre gyakorolt káros hatásaival összevetve

minimális: a CT-hez képest a P3-kezelt Chardonnay levelek mindkét évben átlagosan 47,2%-kal nagyobb fertőzöttségi intenzitást mutattak, míg ugyanezen eltérés a Kékfrankosnál meghaladta a 200%-ot.

- 6) A paraffinolaj liztharmat ellen tapasztalt növényvédelmi hatékonysága és a régóta ismert, potenciális fitotoxicitása a stresszválaszban elicitorként betöltött szerepével függ össze. Ez szoros kapcsolatban áll az alkalmazott paraffinolaj készítmény fizikai (pl. viszkozitás) sajátosságaiból eredő levélszöveti lokalizációs képességével és a vizsgált fajták permetszert megtartó képességét befolyásoló morfológiai jellemzőivel is (pl. a gyapjas szőrös levél; a vastag, viaszos bogyóhéj ezt javítja). Ezen összefüggés rávilágít arra, hogy a felsorolt tényezőket specifikusan figyelembe kell venni a paraffinolaj növényvédelmi felhasználása során (pl. az alkalmazott koncentráció beállítása), hogy egyensúlyban legyen a paraffinolaj negatív (egzakt koncentrációval nem leírható fitotoxicitás) és pozitív (növényvédelmi hatékonyság) hatása.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

- 1) Permetezési kísérleteink eredményeképp több, önmagában alkalmazott paraffinolaj koncentráció esetében állnak rendelkezésünkre lisztharmat fertőzöttségi adatok és tapasztalatok Chardonnay, valamint Kékfrankos fajta esetén; két (1,1 v/v%), vagy négy (2,2; 3,3 v/v%) évjárat tekintetében. Eredményeink alapján a 2,2 és 3,3 v/v% paraffinolaj alacsony-közepes fertőzési kockázatot mutató évjáratokban önmagában is sikerrel alkalmazható: a kezeletlen kontrollhoz képest ezen paraffinolaj kezeléseket átlagosan 67,2%-kal kisebb fertőzöttségi intenzitással rendelkeztek.
- 2) Mivel a paraffinolaj szőlőlisztharmat elleni hatásmechanizmusa a növényi stressz-válaszon alapul, így az *E. necator* elleni gátló hatást vélhetőleg kis mértékben befolyásolja az exponált levélfelület nagysága; inkább a paraffinolaj alkalmazott koncentrációjával lehet pozitív korrelációban: magas koncentrációban, de alacsonyabb dózisban alkalmazva is hatékony lehet, elhanyagolható fitotoxicitás mellett.
- 3) Vizsgálataink a korábbi szőlővel kapcsolatos kutatásoknál magasabb (2,2 és 3,3 v/v%) paraffinolaj koncentrációkat és azok többféle (nemcsak DMI, QoI) hatás-mechanizmusú fungicidekkel (CT) történő kombinációit is értékeltük növényvédelmi szempontból, szőlőlisztharmat ellen. Továbbá, kísérletünkben a paraffinolajat nem a fungicidek kiegészítő partnereként vagy azok fokozatos leváltására alkalmaztuk, hanem egy napon belüli szekvenciális permetezéssel először a paraffinolaj, majd az évjárat sajátosságainak megfelelően beállított CT-keverék lett kijuttatva, kizárva ezzel a permetlé keveréséből adódó potenciális fitotoxicitás fellépését.
- 4) A P3CTm parcellák a szőlőlisztharmat fertőzés kialakulására fogékony virágzás és kötődés időszaka alatt csak az üzemben alkalmazott fungicid kezelésben (CT) részesültek, paraffinolajat (3,3 v/v %) nem kaptak. Ezáltal a paraffinolaj hatásfokozó adalékanyagként gyakorolt, potenciális jótékony hatása kevésbé tudott érvényesülni: néhány esetben (2015) a P3CTm kezelés átlagosan 18,2%-kal nagyobb lisztharmat fertőzési mutatóval bírt a többi CT-tartalmú kezeléshez képest. Ez permetezés-technológiai szempontból egy fontos tapasztalat a vizsgált szőlőfajták esetében.
- 5) Kutatási eredményeink hozzájárulnak napjaink releváns célkitűzéséhez: a precíziós termesztés és növényvédelem fejlesztéséhez a Chardonnay és a Kékfrankos fajták vonatkozásában, a paraffinolaj növényvédelmi felhasználhatóságának vizsgálata során.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. Aebi, H.: 1984. Catalase *in vitro*. [In: William, B. J. (Ed) *Methods in Enzymology*.]. Academic Press, New York, pp. 121–126.
2. Amerine, M. A. - Ough, C. S.: 1980. Phenolic compounds. [In: *Methods for analysis of musts and wines*.]. Wiley, New York, pp. 175-199.
3. Aydin, N. – Kadioglu, A.: 2001. Changes in the chemical composition polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. 27:85–92.
4. Baudoin, A. - Finger, S.M. - Wolf, T.K.: 2006. Factors affecting reductions in photosynthesis caused by applying horticultural oil to grapevine leaves. *HortScience*. 41(2):346-351.
5. Bhuiyan, N. H. - Selvaraj, G. – Wei, Y. – King, J.: 2009. Role of lignification in plant defense. *Plant Signaling & Behavior*. 4:158–159.
6. Blanch, G. P. - Gómez-Jiménez, M. C. - Del Castillo, M. L. R.: 2020. Exogenous salicylic acid improves phenolic content and antioxidant activity in table grapes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 75:177–183.
7. Calpouzios, L.: 1966. Action of oil in the control of plant disease. *Annual Review of Phytopathology*. 4:396-390.
8. Dell, K. J. - Gubler, W. D. - Krueger, R. - Sanger, M. - Bettiga, L. J.: 1998. The efficacy of JMS Stylet-Oil on grape powdery mildew and bunch rot and effects on fermentation. *American Journal of Enology and Viticulture*. 49:11-16.
9. Doster, M. A. - Schnathorst, W. C.: 1985 Compare susceptibility of various grapevine cultivars to the powdery mildew fungus *Uncinula necator*. *American Journal of Enology and Viticulture*. 36(2):101-104.
10. Finger, S. A - Wolf, T. K. - Baudoin, A. B.: 2002. Effects of horticultural oils on the photosynthesis, fruit maturity, and crop yield of winegrapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 53:116-124.
11. Gadoury, D. M., Seem, R. C., Ficke, A., and Wilcox, W. F. 2003. Ontogenic resistance to powdery mildew in grape berries. *Phytopathology*. 93:547-555.
12. Gaforio, L. - García-Muñoz, S. - Cabello, F. - Muñoz-Organero, G.: 2011. Evaluation of susceptibility to powdery mildew (*Erysiphe necator*) in *Vitis vinifera* varieties. *Vitis*. 50(3):123–126.
13. Gao, Q. M. – Zhu, S. – Kachroo, P. – Kachroo, A.: 2015. Signal regulators of systemic acquired resistance. *Frontiers in Plant Science*. 6:228.
14. Grove, G. G. - Lunden, J. - Spayd, S.: 2005. Use of petroleum delivered spray oils in Washington grapevine powdery mildew management programs. *Plant health progress*. 6(1):14.
15. Gudin, C. - Syrratt, W. J. - Boize, L.: 1976. The mechanism of photosynthetic inhibition and the development of scorch in tomato plants treated with spray oils. *Annals of Applied Biology*. 84:213-219.
16. Hodgkinson, M. C. - Johnson, D. - Smith, G.: 2002. Causes of phytotoxicity induced by petroleum-derived spray oils. [In: Beattie, G. A. C., Watson, D. M., et al. (Eds) *Spray Oils Beyond 2000*.]. University of Western Sydney, NSW, Australia, pp. 170-178.

17. Janousek, C. N. - Bay, I. S. - Gubler, W. D.: 2009. Control of grape powdery mildew with synthetic, biological, and organic fungicides: 2009 filed trials. UC Davis: Department of Plant Pathology, CA, USA. <https://escholarship.org/uc/item/8fz3p4vc>
18. Jeandet, P. - Douillet-Breuil, A. C. – Bessis, R. – Debord, S-. – Sbaghi, M. – Adrian, M.: 2002. Phytoalexins from the Vitaceae: biosynthesis phytoalexin gene expression in transgenic plants antifungal activity and metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50:2731–2741.
19. Junglee, S. – Urban, L. – Sallanon, H. - Lopez-Lauri, F.: 2014. Optimized assay for hydrogen peroxide determination in plant tissue using potassium iodide. *American Journal of Analytical Chemistry*. 5:730–736.
20. Kumar, K. - Khan P.: 1982. Peroxidase and polyphenol oxidase in excised ragi (*Eleusine corocana* cv PR 202) leaves during senescence. *Indian Journal of Experimental Biology*. 20:412–416.
21. Leon, J. – Lawton, M. A. – Raskin, I.: 1995. Hydrogen peroxide stimulates salicylic acid biosynthesis in tobacco. *Plant Physiology*. 108:1673–1678.
22. Levine, A. – Tenhaken, R. – Dixon, R. – Lamb, C.: 1994. H₂O₂ from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response. *Cell*. 79:583–593.
23. Marklund, S. – Marklund, G.: 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Chemistry*. 47:469–474.
24. Martín, B. - Hernández, S. - Silvarrey, C. - Jacay, J.A. – Cabaleiro, C.: 2005. Vegetable, fish and mineral oils control grapevine powdery mildew. *Phytopathologia Mediterranea*. 44:169-179.
25. Matese, A. - Di Gennaro, S. F.: 2015. Technology in precision viticulture: a state of the art review. *International Journal of Wine Research*. 7:69–81.
26. Miller, G. L.: 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 31:426-428.
27. Moriondo, M. - Orlandini, S. - Giuntoli, A. - Bindi, M.: 2005. The effect of downy and powdery mildew on grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf gas exchange. *Journal of Phytopathology*. 153:350–357.
28. Moyer, M. M. – Gadoury, D. M. - Cadle-Davidson, L. – Dry, I. B. – Magarey, P. A.- Wilcox, W. F. - Seem, R. C.: 2010. Effects of acute low-temperature events on development of *Erysiphe necator* and susceptibility of *Vitis vinifera*. *Phytopathology*. 100:1240–1249.
29. Nail, W. R. - Howell, G. S.: 2004. Effects of powdery mildew of grape on carbon assimilation mechanisms of potted ‘Chardonnay’ grapevines. *HortScience*. 39(7):1670-1673.
30. Nazari, M. - Dada, A. - Asgharzadeh, A.: 2014. Effects of spray volck oil in different times on the cluster characters of grape (Kolahdari var) in North-Khorasan Condition. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 4(2):2231-2345.
31. Nile, A. S. - Kwon, Y. D. - Nile, S. H.: 2019. Horticultural oils: possible alternatives to chemical pesticides and insecticides. *Environmental Science and Pollution Research*. 26:21127-21139.

32. Nita, M. - Ellis, M. A. - Wilson, L. L. - Madden, L.V.: 2007. Evaluation of the curative and protectant activity of fungicides and fungicide–adjuvant mixtures on Phomopsis cane and leaf spot of grape: A controlled environment study. *Crop Protection*. 26(9):1377-1384.
33. Northover, J. - Schneider, K. E.: 1996. Physical modes of action of petroleum and plant oils on powdery and downy mildews of grapevines. *Plant Disease*. 77:152-157.
34. Northover, J., and Timmer, L. W. 2002. Control of plant diseases with petroleum- and plant-derived oils. [In: Beattie, G. A. C., Watson, et al. (Eds) *Spray Oils Beyond 2000*.]. University of Western Sydney, NSW, Australia, pp. 512-526.
35. OIV, 2023a.: Total acidity (Method OIV-MA-AS313-01). [In: OIV (ed) *Compendium of international methods of wine and must analysis*. Vol 1. 2023]. Dijon, France, pp. 398-401.
36. OIV, 2023b.: Evaluation by refractometry of the sugar concentration in grape musts (Method OIV-MA-AS2-02). [In: OIV (ed) *Compendium of international methods of wine and must analysis*. Vol 1. Edition 2023.]. Dijon, France, pp. 64-66.
37. Özkara, A. - Akyil, D. - Konuk, M.: 2011. Pesticides, environmental pollution, and health. [In: Larramendy, M. L., Soloneski, S. (szerk.) *Environmental Health Risk - Hazardous Factors to Living Species*.]. IntechOpen, London, US. doi: 10.5772/63094.
38. Pautasso, M. - Dehnen-Schmutz, K. - Holdenrieder, O. - Pietravalle, S. - Salama, N. - Jeger, M. J. - Lange, E. - Hehl-Lange, S.: 2010. Plant health and global change – some implications for landscape management. *Biological Reviews*. 85:728-755.
39. Pautasso, M. – Döring, T. F. – Garbelotto, M. – Pellis, L. – Jeger, M. J.: 2012. Impacts of climate change on plant diseases – opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology*. 133:295–313.
40. Pálfi X. – Bisztray Gy. D. – Villangó Sz. – Pálfi Z. – Deák T. – Karácsony Z. – Cseke G. - Nagy P. T. – Zsófi Zs.: 2016a. Paraffinolaj hatékonyságának tesztelése szőlőlisztharmat ellen az Egri Borvidéken. *Acta Agraria. Debreceniensis*. 68:73-80.
41. Pálfi, X. - Karácsony, Z. - Kátai, J. - Zsófi, Z.: 2016b. Effects of paraffine oil on leaf and berry mycobiota on two grape varieties. *Acta Agraria Debreceniensis*. 70:61–66.
42. Pálfi, X. - Lovas, M. - Zsófi, Zs. - Kátai, J. - Karácsony, Z. - Váczy, K. Z.: 2021. Paraffin oil induces resistance against powdery mildew in grapevine through salicylic acid signaling. *Pest Management Science*. 77(7):6492.
43. Pálfi, X. – Karácsony, Z. – Kátai, J. – Zsófi Zs.: 2022a. The efficacy of combining paraffin oil with the conventional fungicide treatments against grape powdery mildew in Eger. *Acta Agraria Debreceniensis*. 1:173-180.
44. Pálfi, X. – Karácsony, Z. – Kátai, J. – Zsófi Zs.: 2022b. The Effect of Paraffin Oil Spraying and Powdery Mildew Infection on Leaf Gas Exchange and Yield of Chardonnay and Kékfrankos (*Vitis vinifera* L.) in Hungary. *MDPI Agronomy*. 12(11), 2684.
45. Rantsiou, K. - Giacosa, S. - Pugliese, M. - Englezos, V. - Ferrocino, I. - Río Segade, S. - Monchiero, M. - Gribaudo, I. - Gambino, G. - Gullino, M. L. - Rolle, L.: 2020. Impact of chemical and alternative fungicides applied to grapevine cv Nebbiolo on microbial ecology and chemical-physical grape characteristics at harvest. *Frontiers in Plant Science*. 11, 700.
46. Ribéreau-Gayon, P. – Stonestreet, E.: 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bulletin de la Société Chimique de France*. 9:2649-2652.
47. Schneider, C. A. - Rasband, W. S. – Eliceiri, K. W.: 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*. 9:671–675.

48. Singleton, V. L. - Rossi, J. A.: 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16:144-158.
49. Tan, B. L. – Sarafis, V. – Beattie, G. A. C. – White, R. – Darley, E. M. - Spooner-Hart, R.: 2005. Localization and movement of mineral oil in plants by fluorescence and confocal microscopy. *Journal of Experimental Botany*. 56:2755–2763.
50. Török, S. – Kállay, M.: 2009. Must- és borvizsgálatok. [In: Török, S. (szerző) és Récsey, A. – Berkes, T. (szerk) Borászok zsebkönyve.]. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 165-173.
51. Vielba-Fernández, A. - Polonio, Á. - Ruiz-Jiménez, L. - de Vicente, A. - Pérez-García, A. - Fernández-Ortuño, D.: 2020. *MDPI Microorganisms*. 8, 1431.
52. Wicks, T. J. - Hitch, C. - Campbell, K. - Hall, B.: 1999. Control of grapevine powdery mildew with mineral oil: an assessment of oil concentration and spray volume. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 5(2):61-65.
53. Wicks, T. J. - Hitch, C. J.: 2002. Integration of strobilurins and other fungicides for the control of powdery mildew on grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 8(2):132-139.
54. Yildirim, İ. – Dardeniz, A.: 2010. Effects of alternative spray programs and various combinations of green pruning on powdery mildew [*Uncinula necator* (Schw.) Burr.] in Karasakız (Kuntra) grape cultivar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 3:213-223.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/53/2024.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Karácsony-Pálfi Xénia
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10048792

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. **Pálfi, X.**, Bisztray, G. D., Villangó, S., Pálfi, Z., Deák, T., Karácsony, Z., Cseke, G., Nagy, P. T., Zsófi, Z.: Paraffinolaj hatékonyságának tesztelése szőlőlisztharmat ellen az Egri Borvidéken. *Agrártud. Közl.* 68, 73-80, 2016. ISSN: 1587-1282.
2. **Pálfi, X.**, Bisztray, G. D., Villangó, S., Deák, T., Pálfi, Z., Karácsony, Z., Zsófi, Z.: Orvosi olajkészítmény tesztelése növényvédelmi szempontból két különböző szőlőfajtán. *Borász. Füz. Külön Kiadványa*, 135-137, 2015. ISSN: 1217-9337.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

3. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Kátai, J., Zsófi, Z.: The efficacy of combining paraffin oil with conventional fungicide treatments against grape powdery mildew in Eger. *Agrártud. Közl.* 1, 173-180, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/10132>
4. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Kátai, J., Zsófi, Z.: Effects of paraffine oil on leaf and berry mycobiota on two grape varieties. *Agrártud. Közl.* 70, 61-66, 2016. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

5. **Pálfi, X.**, Villangó, S., Karácsony, Z., Kátai, J., Zsófi, Z.: The Effect of Paraffin Oil Spraying and Powdery Mildew Infection on Leaf Gas Exchange and Yield of Chardonnay and Kékfrankos (*Vitis vinifera* L.) in Hungary. *Agronomy-Basel.* 12 (11), 1-15, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12112684>
IF: 3.7
6. **Pálfi, X.**, Lovas, M., Zsófi, Z., Kátai, J., Karácsony, Z., Váczy, K. Z.: Paraffin oil induces resistance against powdery mildew in grapevine through salicylic acid signaling. *Pest Manag. Sci.* 77 (10), 4539-4544, 2021. ISSN: 1526-498X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.6492>
IF: 4.462





Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

7. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Villangó, S., Zsófi, Z.: Possible mode of action of paraffin oil as a spray agent in the control of powdery mildew of grapevine.
In: 20th GIESCO International Meeting Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, 970-974, 2017.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

8. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Villangó, S., Zsófi, Z.: A paraffinolaj hatásmechanizmusának vizsgálata szőlőlisztharmat ellen.
In: Kutatás-Fejlesztés és Innováció Workshop. Szerk.: Szalontai Helga, Váczy Kálmán Zoltán, EKE Líceum Kiadó, Eger, 12, 2017. ISBN: 9786155621635
9. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Zsófi, Z., Kátai, J.: Paraffinolaj stressz élettani hatásainak vizsgálata Kékfrankos szőlőfajtán.
In: XVIII. Szőlészeti és Borászati Konferencia. Szerk.: Pál Károly, Váczy Kálmán Zoltán, EKE Líceum K., Eger, 48, 2017. ISBN: 9786155621376
10. **Pálfi, X.**, Bisztray, G. D., Villangó, S., Deák, T., Pálfi, Z., Karácsony, Z., Zsófi, Z.: Orvosi olajkészítmény tesztelés Chardonnay és Kékfrankos fajtákon két különböző évszázadban.
In: Szőlő és Klíma Konferencia. Szerk.: Puskás János, [s.n.], Kőszeg, 21-21, 2015.
11. **Pálfi, X.**, Bisztray, G. D., Villangó, S., Deák, T., Pálfi, Z., Karácsony, Z., Zsófi, Z.: Orvosi olajkészítmény tesztelése a szőlő (*Vitis vinifera* L.) gombakórokozói elleni védekezés céljából.
In: Tavasz Szél : Absztraktkötet 2015. Szerk.: Keresztes Gábor, Publio Kiadó, Budapest, 39-39, 2015. ISBN: 9789633977026
12. **Pálfi, X.**, Bisztray, G. D., Villangó, S., Deák, T., Pálfi, Z., Karácsony, Z., Zsófi, Z.: Új szer használata a szőlő (*Vitis vinifera* L.) növényvédelmi munkálataiban.
In: PSAK XII. Pro Scientia Aranyérmesek XII. Konferenciája. Szerk.: Harsányi Szabolcs Gergő, Szabó Beáta, EKF Líceum Kiadó, Eger, 154-155, 2015. ISBN: 9786155509421

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

13. **Pálfi, X.**, Lovas, M., Karácsony, Z., Kátai, J., Váczy, K. Z., Zsófi, Z.: Mineral oils against powdery mildew: paraffin oil induces resistance in grapevine against *Erysiphe necator*, and is applicable in disease management.
Phytopathol. Mediterr. 61 (1), 201, 2022. ISSN: 0031-9465.
DOI: <http://dx.doi.org/10.36253/phyto-13613>





További közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

14. **Pálfi, X.**, Karácsony, Z., Csikós, A., Bencsik, O., Szekeres, A., Zsófi, Z., Váczy, K. Z.: The potential use of the culture filtrate of an *Aspergillus niger* strain in the management of fungal diseases of grapevine.

J. Cent. Eur. Agric. 21 (4), 839-850, 2020. EISSN: 1332-9049.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5513/JCEA01/21.4.2942>

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 8,162

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
8,162**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2024.02.19.

