



1997 őszén újra hívott Laci: szeretné, ha megírnám az új Nemzeti Színház igazgatói pályázatának gazdasági fejezetét, és ha nyerünk, legyek én a gazdasági igazgatója. Laci Balzac utcai lakásán ült össze a stáb: Laci, felesége Vajda Ágnes, Ascher Tamás, Spiró György, Szabó Pista és én. A pályázat ragyogó lett, de Ascher és Babarczy túl-szervezte a vezetés feltételrendszerét és ezt Magyar Bálint miniszter már nem tudta elfogadni.

2017. január 12-én csütörtökön találkoztunk utoljára. Az OSZMI* Színházi szabadságharc című beszélgetés-sorozatának aznapi témája a *Marat/Sade* 1981-es kaposvári bemutatója volt. Babarczy elérzékenyült, amikor a darab BITEF-en elért mámoros sikeréről beszélt. Az este végén odamentem Lacihoz, üdvözölni akartam. De mire szólhattam volna Laci megelőzött: „Nézd, itt a Venczel Sanyi! Mit hallottam rólad? Mi lett belőled?” – mondta a sajátos Babarczy mosollyal. Mire válaszolni tudtam volna, már jöttek érte az OSZMI munkatársai. Csak köszönni tudtunk egymásnak. Nagyon sok kérdésem volt, amit akkor és a következő években szerettem volna feltenni. De valahogyan elkéstem. Sajnos már örökre!

ZSIGRAI György – BOJTOR Csaba –
HORVÁTH Éva – KOVÁCS Tibor

Az időszaki K-hiányból származó stresszállapot lombtrágyázással történő mérséklési lehetőségének vizsgálata szőlőültetvényekben



1. Bevezetés*

A fotoszintézis folyamatainak hatékonyságát az adott fajta genetikai tulajdonságain túlmenően számos tényező befolyásolja a szabadföldön termesztett kertészeti kultúrákban, amelyek közül a növények tápanyag- és vízellátottsága bír kiemelkedő jelentőséggel. A szőlő esetében az egyik legnagyobb jelentőségű tápelem a kálium (K), amelynek növényélettani szerepe rendkívül szerteágazó. Többek között részt vesz a fotoszintetikus rendszerek működésének szabályozásában, hiányában a tőkék produktivitását mérséklő asszimilációs zavarok lépnek fel.

A Tokaji borvidék szőlőültetvényeiben gyakorta találkozhatunk a K-hiány tüneteivel, amelynek oka részben a talaj gyenge K-ellátottságában, másrészt pedig a K⁺-ionok felvehetőségének a kedvezőtlen időjárási körülmények miatt fellépő akadályozottságában keresendő. A talaj gyenge K-szolgáltató képessége szakszerű talajtrágyázással javítható. Az időszaki K-hiány esetében azonban gyors beavatkozásra van szükség a hiányállapot megelőzése, illetve a kialakuló károk mértékének csökkentése érdekében (ZSIGRAI, 2020). E probléma kezelésének eszköze lehet a K-lombtrágyázás, amely várható hatékonyságának feltárása céljából 2019-ben vizsgálatosorozatot indítottunk el két, az ökológiai gazdálkodásban elsősorban minőségjavításra engedélyezett, K tartalmú növénykondicionáló készítmény bevonásával. A kutatási program

*Szerzők: Zsigrai György PhD, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet (zsigrai.gyorgy@uni-mate.hu); Bojtor Csaba, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (bojtor.csaba@agr.unideb.hu); Horváth Éva, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (horvath.eva@agr.unideb.hu); Kovács Tibor, Tokaji Kutatóintézet Szőlészeti és Borászati Kutató Nonprofit Kft. (kovacsig@t-online.hu)

Összefoglalás: A Tokaji borvidéken egy konvencionális és egy ökológiai elvek szerint művelt szőlőültetvényben vizsgáltuk két, az ökológiai gazdálkodásban engedélyezett K-lombtrágya alkalmazásának az átlagos fürttömegre és a fontosabb mustminőségi paraméterekre gyakorolt hatását. Ezen túlmenően nem invazív klorofill fluoreszcencia és NDVI méréseket végeztünk e módszereknek a tőkékben az elégtelen K-ellátás következtében fellépő stresszállapot kimutatására való alkalmassága, valamint a tesztelt növénykondicionáló szerek stresszmérséklő hatásának igazolása céljából. A vizsgálataink során a fürttömeg, valamint a must cukortartalmának növekedését és a szőlő érési folyamatainak felgyorsulását tapasztaltuk K-tartalmú permetező trágyák alkalmazása esetén, ami az időszaki K-hiányból eredő szőlészeti-borászati hátrányok K-lombtrágyázással történő mérséklésének lehetőségét erősített meg. Megállapítottuk továbbá, hogy az NDVI mérésekkel ellentétben a klorofill fluoreszcencia vizsgálatok

* Országos Színháztörténeti Múzeum és Intézet



keretében a fürthozamra és a mustminőségre gyakorolt hatások elemzésén túlmenően helyszíni, nem invazív klorofill fluoreszcencia, illetve NDVI méréseket végeztünk e módszereknek a szőlőtőkékben a K-hiány következtében fellépő, a fotoszintetikus rendszer működését is érintő stresszállapotok detektálására való alkalmasságának feltárása, valamint a tesztelt növénykondicionáló szerek stresszmérséklő hatásának igazolása céljából. Az elvégzett vizsgálatok főbb eredményeiről szeretnénk számot adni e rövid közleményben.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A K növényélettani szerepe

A K a szőlőtőkék anyagcsere folyamataiban az egyik legnagyobb jelentőséggel bíró tápelem. Fontos szerepet játszik a sejtek fizikokémiai sajátságainak szabályozásában (DONG et al., 2004), a szénhidrátok, szín- és aromaanyagok bioszintézisben (EVANS és SORGER, 1966), jelentősen befolyásolja a növények vízforgalmát, szárazság- és fagytüró képességét (HUMBLE és RASCHKE, 1971), elősegíti a klorofill képződést, nélkülözhetetlen a fotoszintézis zavartalan lejátsszódásához (ZAO et al., 2001). A K⁺-ionok részt vesznek a mustban található szerves savak közömbösítésében is. A sztómák működésének szabályozása és egyéb mechanizmusok révén befolyásolja a nettó asszimiláció mértékét (LU et al., 2016). Hiányában csökken a tőkék szárazanyag termelése, a kedvezőtlen klimatikus hatásokkal szembeni alkalmazkodó képessége és romlik a must minősége (ROGIERS et al., 2017). A túlzott K-ellátás növeli a must pH-ját, károsan befolyásolja a borminőséget és a színanyagok stabilitását.

alkalmasak lehetnek a szőlőtőkék K-hiány által kiváltott stresszállapotának detektálására. E módszer által szolgáltatott adatok értékes, kiegészítő jellegű információkat szolgáltathatnak a különböző K-lombtrágyák stresszmérséklő hatásának elemzéséhez, illetve igazolásához egyaránt.

Abstract: Effects of different ecological K foliar fertilizers on grapevine performance (yield, juice quality) were tested in conventional and ecological vineyards in the Tokaj Wine Region. Furthermore, chlorophyll fluorescence and NDVI measures were carried out in order to prove suitability of these methods for detection of nutritional stress of vines caused by insufficient K-supply. Investigation of stress mitigation effects of the tested foliar fertilizers was the other goal of application of these rapid, non-invasive methods. Application of K foliar fertilizers resulted in moderated increase of cluster weight, higher sugar contents in juice and acceleration of ripening processes in accordance with unfertilized control vines. These results suggested that K foliar fertilization provided possibilities to mitigation of unfavourable consequences originated from temporal K deficiency of grapevines. It was concluded that chlorophyll fluorescence measures could be suitable for detection of K deficiency stress of grapevines and they could provide additional information about stress mitigation effects of different K foliar fertilizers.

Kulcsszavak: ökológiai szőlőtermesztés, K-hiány, abiotikus stressz, klorofill fluoreszcencia, NDVI (ecological grape production, potassium deficiency, abiotic stress, chlorophyll fluorescence, NDVI)

A tanulmányban a természettudományos közleményeknél elfogadott szakirodalmi hivatkozási rendszert alkalmazzuk.

2.2. A K-lombtrágyázás hatása a szőlőre

A K esetében a talajon keresztül történő trágyázás a leginkább célravezető a szőlőtermesztés során. Ha a kijuttatott hatóanyagok jelentős vesztesége, rossz hasznosulása prognosztizálható, illetve a tápanyagfelvétel folyamata időlegesen akadályozott (például túlságosan száraz, illetve nedves talajállapot, alacsony hőmérséklet) a kiegészítő jellegű K-lombtrágyázás hatékony lehet (KANNAN, 2010). ZLÁMALOVÁ et al. (2015) a levélen keresztül történő K-trágyázás hatására a fürthozam növekedését és a must cukortartalmának csökkenését tapasztalták. A hozamok terén jelentős pozitív, a fürtszám, a fürttömeg és a 100 bogyó tömeg növekedésének eredményeként kialakuló hatásról számoltak be EL-BORAY et al. (1996). Ezen túlmenően a must cukortartalmának növekedését és összes savtartalmának csökkenését figyelték meg a kísérletükben.

2.3. A klorofill fluoreszcencia és az NDVI vizsgálatok alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a növényi stresszállapotok jellemzésére

A fotoszintézis növényélettani folyamatai egyes környezeti stresszhatásokra érzékenyen reagálnak, ezért e stresszorokkal kapcsolatos paraméterek meghatározására irányuló eljárások a növényi stresszkutatás fontos eszközeivé váltak napjainkra (KALAJI et al., 2012). Ezen eljárások közé tartoznak a klorofill fluoreszcencia mérésekre alapozott módszerek, amelyek a fény által befolyásolt fotoszintetikus reakciók gyors, nem invazív módon történő elemzésére adnak lehetőséget (STIRBET és GOVINDJEE, 2012). A vizsgálati eredmények információkat szolgáltatnak a PSII rendszer, valamint a fotoszintetikus elektrontranszport lánc állapotáról, a megvilágítástól függő fotokémiai és az attól független biokémiai reakciók kapcsolatáról, illetve a növények stresszhatásra kialakuló fiziológiai státuszáról. GORBE és GALATAYUD (2012) szerint e módszer kiválóan alkalmas a különböző tápelemek hiányából eredő növényi stresszállapotok gyors, helyszíni detektálására is.

WANG et al. (2015) az alap fluoreszcencia (F_0) jelentős növekedését és a maximális fluoreszcencia (F_m), valamint a PSII maximális kvantum hatásfokának (F_v/F_m) szignifikáns csökkenését figyelték meg kedvezőtlen K-ellátás esetén. ROGIERS et al. (2020) a PSII rendszer K-hiány következtében fellépő károsodását igazolták a szőlő esetében. SCHREINER et al. (2013) vizsgálataiban ugyanakkor a K-hiány csak tendencia-szerű változásokat idézett elő a F_v/F_m értékében.

A távérzékelési módszerek a növényállományok mennyiségi és minőségi tulajdonságainak gyors és hatékony felmérésére adnak lehetőséget. A fotoszintetikusan aktív sugárzással arányos indexek a növényzet fejlődési dinamikájának, a biomassza mennyiségének és fajösszetételének jellemzésére szolgálnak, amelyek közül az egyik legelterjedtebb a zöld biomassza mennyiségével arányos Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). LI et al. (2014) az aszálystressz kimutatására is alkalmasnak találták az NDVI mérési eredményeket.



3. Anyag és módszer

A kutatási célkitűzéseink teljesítése érdekében 2019-ben a tarcali Bakonyi-dűlőben, 2020-ban pedig a Terézia-dűlőben végeztünk K-lombtrágyázási kísérleteket.

3.1. A 2019. évi kísérlet ismertetése

2019. június 18-án véletlen blokk elrendezésű kísérletet állítottunk be 3 kezeléssel és 3 ismétlésben (bruttó parcellaméret: 110,4 m²) egy 1992-ben telepített Zéta ültetvényben (1. ábra). A kísérlet talaja löszön képződött, gyengén karbonátos, alacsony humusztartalmú, jó P- és gyenge K-ellátottságú Ramann-féle barna erdőtalaj. Kezelésként az ökológiai gazdálkodásban is engedélyezett Alga K Plus (30 % K₂O), illetve Myr Kálium (12 % K₂O és 3 % N) lombtrágyákat alkalmaztunk, amelyeket 2-2 szőlősor lombzatára háti permetezőgéppel juttattunk ki a javasolt maximális koncentrációban (Alga K Plus – 1 %; Myr Kálium – 0,4 %) az alább felsorolt napok reggeli óráiban: június 18., július 02., július 17., július 31., augusztus 15.

Szegély	Szegély		Szegély		Szegély		Szegély
	Myr Kálium		Alga K Plus		Kontroll		
	Kontroll		Myr Kálium		Alga K Plus		
	Alga K Plus		Kontroll		Myr Kálium		
	I. ismétlés		II. ismétlés		III. ismétlés		

1. ábra: A Bakonyi-dűlőben 2019-ben végzett K-lombtrágyázási kísérlet helyszínrajza

3.2. A 2020. évi K-lombtrágyázási kísérlet ismertetése

A Terézia-dűlőben végzett kísérletet egy 2010-ben telepített Hárslevelű ültetvényben, vulkanikus kőzetmálladékkal kevert löszön kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalajon állítottuk be. A talaj közepes K-ellátottsága ellenére a tőkék idősebb levelei az intenzív hajtásnövekedés időszakától kezdődően rendszerint kifejezett K-hiánytüneteket mutatnak. A korábbi levélvizsgálatok alacsony abszolút (0,52 %) és re-

latív K-tartalmakról tanúskodtak. A tesztelt lombtrágyákat egy kontroll sor melletti sorokban található tőkék lombzatára juttattuk ki a már bemutatott módon az alábbi időpontokban: 06.16., 07.01., 07.08.

3.3. A kísérletek során végrehajtott vizsgálatok ismertetése

A tesztelt készítmények szőlőre gyakorolt hatásának felmérése céljából a Bakonyi-dűlőben található kísérletben 2019. augusztus 27-én, a Terézia-dűlőben elhelyezkedőben pedig 2020. szeptember 16-án gyűjtöttünk valamennyi parcellából a tőkéken megegyező pozíciót elfoglaló fűrtökből 6 db fűrtből álló mintákat. Azokat a mintavétel napján feldolgozó helyiségbe szállítottuk, 0,1 g pontossággal megmértük a tömegüket és meghatároztuk a parcellánkénti átlagos fűrttömeget. A kézi módszerrel kinyert must cukor- és titrálható savtartalmát, valamint pH-ját a Tokaji Kutatóintézet Nonprofit Kft. Borászati Laboratóriumában határoztuk meg.

Az eltérően lombtrágyázott szőlőtőkék stresszállapotának, illetve a fotoszintézisük hatékonyságának elemzése céljából 2020. július 21-én klorofill fluoreszcencia indukciós módszerrel végeztünk méréseket. A sötétadaptált levelekben az in vivo klorofill fluoreszcenciát OS5p+ típusú hordozható klorofill fluorométerrel határoztuk meg kezelésként 10 ismétlésben. A mérések előtt a vizsgálandó levélfelületet speciális eszközzel 20 percen át történő letakarással sötétadaptáltuk. A mérés során először gyenge mérőfényvel világítottuk meg a sötétadaptált mintát és meghatároztuk az alap fluoreszcencia (F_0) nagyságát, majd telítési fényimpulzus alkalmazásával mértük meg a maximális fluoreszcencia (F_m) értékét. E két paraméter különbségét képezve számítjuk ki a műszeren futó szoftver az úgynevezett változó fluoreszcenciát (F_v), valamint a változó és a maximális fluoreszcencia arányát (F_v/F_m). Ez utóbbi a növényi PSII fotoszintetikus rendszer maximális kvantumhatásfokát kifejező mutató. A szoftver a fotokémiai folyamat maximális hatékonyságát jellemző F_v/F_0 arányt is számítja, ami BUSCHMANN és LICHTENTHALER (1998) szerint egyben az abiotikus stresszállapotok indikációjára is alkalmas paraméter. Ezen túlmenően, ugyanezen időpontban a lombzat összes klorofill tartalmával szoros korrelációban lévő NDVI méréseket végeztünk GreenSeeker Handheld Crop Sensor (Trimble AG) felhasználásával, kezelésként 30 ismétlésben.

A kapott mérési adatokat – a normalitásvizsgálatot követően – SVÁB (1973) útmutatásai alapján varianciaanalízissel dolgoztuk fel a Microsoft Excel táblázatkezelő szoftver felhasználásával.

4. Eredmények

4.1. A K-lombtrágyázás hatása a mustminőségre és az átlagos fűrttömegre

A 2019. évi kísérletben gyűjtött fűrtmintákból kinyert must laborvizsgálati adatainak, valamint az egyes parcellák fűrttömegének kezeléskénti átlagértékeit, kezeléspáronkénti különbségeit, és az alapadatokat varianciaanalízisének eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

Megállapítottuk, hogy a K tartalmú lombtrágyák némiképp elősegítették az érési folyamatokat, amelynek eredményeként némiképp növekedett a must cukortartalma, ugyanakkor a titrálható savak mennyisége csökkent. A változás mértéke a Myr Kálium esetében szignifikánsnak bizonyult. Ismert tény, hogy az érés során a savtartalom csökkenése, valamint a cukortartalom növekedése egyidejű, ám egymástól független élettani folyamatok eredményeként következik be. A K ionok ugyanis a szénhidrátszintézis elősegítése mellett részt vesznek a mustban lévő szerves savak közömbösítésében is.

1. táblázat: A K-lombtrágyázás hatása a Zéta szőlőfajta mustminőségére és átlagos fürttömegére (Tarcál, Bakonyi-dűlő, 2019)

Lombtrágya kezelés	Kezelés átlag	Lombtrágya kezelés		
		Kontroll	Alga K Plus	Myr Kálium
Must cukortartalom (g/l)				
Kontroll	195,3	-		
Alga K Plus	204,3	9,0	-	
Myr Kálium	207,7	12,4	3,4	-
SzD _{5%}	nsz		-	
Must titrálható savtartalom (g/l)				
Kontroll	7,16	-		
Alga K Plus	7,05	-0,11	-	
Myr Kálium	5,97	-1,19	-1,08	-
SzD _{5%}	0,81*		-	
Must kémhatás (pH)				
Kontroll	3,13	-		
Alga K Plus	3,11	-0,02	-	
Myr Kálium	3,15	0,02	0,04	-
SzD _{5%}	nsz		-	
Átlagos fürttömeg (g/db)				
Kontroll	161,7	-		
Alga K Plus	210,6	48,9	-	
Myr Kálium	201,1	39,4	-9,5	-
SzD _{5%}	nsz		-	

Megjegyzés: nsz = nem szignifikáns kezeléshatás; * = 5 %-os tévedési valószínűségi szinten szignifikáns kezeléshatás

A Terézia-dűlőben 2020-ban végzett K-lombtrágyázási kísérletben a lombtrágya hatások (2. táblázat) ettől némiképp eltérően alakultak.

Szignifikáns kezeléshatást egyedül a must cukortartalma esetében figyeltünk meg. A Myr Kálium alkalmazásának eredményeként lényegesen nagyobb volt a mintavétel időpontjában e fontos mustminőségi paraméter értéke, mint a kontroll, illetve az Alga K Plus kezelés esetében. Ez utóbbi kezeléseknél a must cukor- és titrálható savtartalma, illetve pH-ja gyakorlatilag egyező volt.

2. táblázat: A K-lombtrágya kezeléseket hatása a Hárslevelű szőlőfajta mustminőségére és átlagos fürttömegére (Tarcál, Terézia-dűlő, 2020)

Lombtrágya kezelés	Kezelés átlag	Lombtrágya kezelés		
		Kontroll	Alga K Plus	Myr Kálium
Must cukortartalom (g/l)				
Kontroll	146,7	-		
Alga K Plus	147,7	1	-	
Myr Kálium	154,3	7,6	6,6	-
SzD _{5%}	4,69*		-	
Must titrálható savtartalom (g/l)				
Kontroll	9,13	-		
Alga K Plus	9,80	0,67	-	
Myr Kálium	8,90	-0,23	-0,90	-
SzD _{5%}	nsz		-	
Must kémhatás (pH)				
Kontroll	2,98	-		
Alga K Plus	2,95	-0,03	-	
Myr Kálium	2,96	-0,02	0,01	-
SzD _{5%}	nsz		-	
Átlagos fürttömeg (g/db)				
Kontroll	181,7	-		
Alga K Plus	180,6	-1,1	-	
Myr Kálium	178,9	-2,8	-1,7	-
SzD _{5%}	nsz		-	

Megjegyzés: nsz = nem szignifikáns kezeléshatás; * = 5 %-os tévedési valószínűségi szinten szignifikáns kezeléshatás

4.2. A K-lombtrágyázás hatása a tőkék K-hiányból eredő stresszállapotára

A 3. táblázatban mutatjuk be az elvégzett klorofill fluoreszcencia mérések során kapott (F_0 , F_m), illetve számított (F_v , F_v/F_m , F_v/F_0) adatok kezelés átlagát, azok páronkénti különbségét, illetve az alapadatok variancia analízisének eredményét.

Amíg a sötétadaptált leveleken meghatározott F_0 terén csak tendenciaszerű csökkenés volt megfigyelhető, addig a F_m és a F_v értékei a K-lombtrágyázás hatására statisztikailag igazolható mértékben ($p < 0,05$) meghaladták a kontroll kezelését. A mérési eredményeink a releváns szakirodalmi forrásokban a stresszhatás alatt álló növények esetében a sötétadaptált levelek klorofill fluoreszcencia mutatóiban bekövetkező változásokra vonatkozóan leirtakkal közel teljes mértékben megegyeztek. A kiegészítő jellegű K-lombtrágyázás kimutatható mértékben csökkentette a K-hiányos állapot és az általa kiváltott növényi stressz mértékét, amelyet az F_0 tendenciaszerű csökkenése és az F_m , illetve az F_v kontrollhoz viszonyított növekedése egyértelműen jelzett.

3. táblázat: A K-lombtrágyázás hatása a klorofill fluoreszcencia vizsgálatok során mért, illetve számított paraméterek alakulására (Tarcal, Terézia-dűlő, 2020)

Kezelés	Kezelés átlag	Kezelés		
		Kontroll	Alga K Plus	Myr Kálium
F_0 ($F=1,70508^{nsz}$)				
Kontroll	221,6	-		
Alga K Plus	210,2	-11,4	-	
Myr Kálium	211,3	-10,3	1,1	-
SzD5%	-			
F_m ($F=3,8304^*$)				
Kontroll	828,0	-		
Alga K Plus	914,6	86,6	-	
Myr Kálium	977,5	149,5	62,9	-
SzD5%	113,9			
F_v ($F=5,0151^*$)				
Kontroll	606,4	-		
Alga K Plus	704,4	98,0	-	
Myr Kálium	766,2	159,8	61,8	-
SzD5%	106,9			
F_v/F_m ($F=8,68061^{**}$)				
Kontroll	0,7225	-		
Alga K Plus	0,7698	0,0473	-	
Myr Kálium	0,7834	0,0609	0,0136	-
SzD5%	0,0322			
F_v/F_0 ($F=9,72468^{**}$)				
Kontroll	2,7279	-		
Alga K Plus	3,3562	0,6283	-	
Myr Kálium	3,6255	0,8976	0,2693	-
SzD5%	0,4307			

Megjegyzés: nsz=nem szignifikáns; * = 5 %-on szignifikáns ($p < 0,05$) kezeléshatás; ** = 1 %-on szignifikáns ($p < 0,01$) kezeléshatás

E stresszmérséklő hatás fejeződött ki a PSII fotoszintetikus rendszer maximális kvantumhatékonyságát jellemző F_v/F_m , valamint a fotokémiai folyamatok maximális hatékonyságát kifejező F_v/F_0 arányszámok variancia analízisének eredményeiben. Az e téren tapasztalt lombtrágyázási kezeléshatások alacsony tévedési valószínűségi szintje ($p < 0,01$) egyértelmű K-hatásról tanúskodik mindkét mutató esetében. Fontos megjegyeznünk, hogy a két vizsgált növénykondicionáló készítmény hatása között nem volt lényegi különbség megfigyelhető, az kizárólag a kontroll parcella tőkén meghatározott értékekhez viszonyítva jutott érvényre. Bár az F_v/F_m arány jelentős mértékben megnövekedett a K-lombtrágyázás hatására, annak alacsony értékei azt jelezték, hogy a tőkék K-hiányból eredő stresszállapota továbbra is fennállt. A három alkalommal elvégzett lombtrágya kezelésekkal csupán a kifejezettebb stresszállapot fellépése volt megelőzhető.

A K-lombtrágyázási kísérletben az egyes parcellák növényzetének NDVI értékében nem tapasztaltunk lényegi eltéréseket, kezeléshatásokat.

5. Következtetések

A vizsgált K permetező trágyák alkalmazása a fürttömeg kisebb mértékű növekedését és a szőlő érésének felgyorsulását eredményezte, ami az időszaki K-hiányból eredő hátrányok mértékének K-lombtrágyázással történő csökkentési lehetőségére utalt. E hatásban rejlő lehetőségeket a szőlőtermesztési, illetve borászati céloknak megfelelően kell kihasználni. A kései szüretelésű borok, illetve a tokaji borkülönlegességek előállítására esetében a must cukortartalmának növekedése előnyös lehet, ám a savtartalom túlzott csökkenése már magában hordozza a borminőség nem kívánt változását. Ha pezsgő, illetve száraz bor alapanyag előállítására a szőlőtermesztési cél, számítani kell arra, hogy a tesztelt K-lombtrágyák alkalmazása esetében a célzott cukor, illetve savtartalom néhány nappal korábban alakulhat ki a bogyókban, ami egyben korábbi szüreti időpontot jelenthet.

A dombvidéki szőlőültetvények esetében gyakorta megfigyelhető, hogy a lejtőalji táblarészek – az érési folyamatok elhúzódnásából adódóan – aktuálisan a mustminőség jelentősen eltér az ültetvény magasabban fekvő területein meghatározottól. Mivel a vizsgált K-lombtrágyák elősegítik az érési folyamatokat, azoknak az ültetvények alacsonyabban fekvő területein való használatával homogénebb mustminőség elérésére nyílnak lehetőségek. Ez a hatás előnyöket jelenthet a szüreti időpont megválasztása, illetve az egységes minőségű mustból előállított bor várható jellemzőinek meghatározása (pl. várható alkohol tartalom) terén.

Az NDVI mérésekkel ellentétben a klorofill fluoreszcencia vizsgálatokat alkalmasak tartjuk a szőlőtőkék K-hiány által kiváltott stresszállapotának detektálására és nyomon követésére. E módszer által szolgáltatott adatok értékes kiegészítő információkat szolgáltathatnak a különböző K-lombtrágyák stresszcsökkentő hatásának elemzéséhez, illetve igazolásához.


Felhasznált irodalom

- BUSCHMANN, C. – LICHTENTHALER, H.K. (1998): Principles and characteristics of multi-colour fluorescence imaging of plants. *Journal of Plant Physiology*. 152/2–3: 297–314. ISSN: 0176-1617
- DONG, H. – TANG, W. – LI, Z. – ZHANG, D. (2004): On potassium deficiency in cotton—disorder, cause, and tissue diagnosis. *Agric. Conspec. Sci.*, 69: 77–85.
- EL-BORAY, M.S. – MOSTAFA, M. – IRAQI, M.A. – LO'AZ, A. (1996): Effect of potassium soil and foliar fertilization on leaf potassium content, yield and berry qualities of Thompson seedless grape. *Journal of Plant Production*. 21(3): 1153–1162.
- EVANS, H.J. – SORGER, G.J. (1966): Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. *Annual Review of Plant Physiology*. 17: 47–77. ISSN: 0066-4294
- GORBE, E. – GALATAYUD, A. (2012): Applications of chlorophyll fluorescence imaging technique in horticultural research: A review. *Scientia Horticulturae*. 138: 24–35. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.02.002
- HUMBLE, G.D. – RASCHKE, K. (1971): Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. Evidence from electron analysis. *Plant Physiology* 48/4: 447–453. DOI: 10.2307/4262575
- KANNAN, S. (2010): Foliar fertilization for sustainable crop production. In: ed. LICHTFOUSE, E.: *Genetic Engineering, Biofertilization, Soil Quality and Organic Farming*. 371–402. e-ISBN 978-90-481-8741-6; DOI: 10.1007/978-90-481-8741-6
- KAJALI, M.H. – CARPENTIER, R. – ALLAKHVERDIEV, S.I. – BOSA, K. (2012): Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 112: 1–6. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2012.03.009
- LI, F. – MIAO, Y. – FENG, G. – YUAN, F. – YUE, S. – GAO, X. – LIU, Y. – LIU, B. – USTIN, S.L. – CHEN, X. (2014): Improving estimation of summer maize nitrogen status with red edge-based spectral vegetation indices. *Field Crop Research*. 157: 111–123. ISSN: 0378-4290
- LU, Z. – REN, T. – PAN, Y. – LI, X. – CONG, R. – LU, J. (2016): Differences on photosynthetic limitations between leaf margins and leaf centers under potassium deficiency for *Brassica napus* L. *Scientific Reports*. 6:21725. DOI: 10.1038/srep21725
- ROGIERS, S.Y. – COETZEE, Z.A. – WALKER, R.R. – DELOIR, A. – TYERMAN, S.D. (2017): Potassium in the grape (*Vitis vinifera* L.) berry: Transport and function. *Frontiers in Plant Science*. 8: 1629. DOI: 10.3389/fpls.2017.01629
- ROGIERS, S.Y. – GREER, D.H. – MORONI, F.J. – BABY, T. (2020): Potassium and magnesium mediate the light and CO₂ photosynthetic responses of grapevines. *Biology*. 9/7: 144. DOI: 10.3390/biology9070144
- SCHREINER, R.P. – LEE, J. – SKINKIS, P.A. (2013): 2013. N, P, and K Supply to Pinot noir Grapevines: Impact on vine nutrient status, growth, physiology, and yield. *American Journal of Enology and Viticulture* 64/1: 26–38. DOI: 10.5344/ajev.2012.12064
- STIRBET, A. – GOVINDJEE, G. (2012): Chlorophyll a fluorescence induction: a personal perspective of the thermal phase, the J–I–P rise. *Photosynthesis Research*. 113/1–3: 15–61. DOI: 10.1007/s11120-012-9754-5
- SVÁB J. (1973): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. ISBN: 963-231-013-6
- WANG, X.G. – ZHAO, X.H. – JIANG, C.J. – LI, C.H. – CONG, S. – WU, D. – CHEN, Y.Q. – YU, H.Q. – WANG, C.Y. (2015): Effects of potassium deficiency on photosynthesis and photoprotection mechanisms in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal of Integrative Agriculture*. 14: 856–863. DOI: 10.1016/S2095-3119(14)60848-0
- ZHAO, D. – OOSTERHIUS, D.M. – BEDNARZ, C.W. (2001): Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. *Photosynthetica*. 39/1: 103–109. DOI: 10.1023/A:1012404204910
- ZLÁMALOVÁ, T. – ELBL, J. – BAROŇ, M. – BĚLÍKOVÁ, H. – LAMPÍŘ, L. – HLUŠEK, J. – LOŠÁK, T. (2015): Using foliar applications of magnesium and potassium to improve yields and some qualitative parameters of vine grapes (*Vitis vinifera* L.). *Plant, Soil and Environment*. 61: 451–457. DOI: 10.17221/437/2015-PSE
- ZSIGRAI GY. (2020): A lombtrágyázás szőlészeti alkalmazásának főbb szempontjai. *Értékálló Aranykorona*. 20(5–6): 15–18. ISSN: 1586-9652