



**Eltérő vízellátottságú termőhelyek
hatása a Kékfrankos szőlőfajta
(*Vitis vinifera* L.) vízháztartására,
produkcijára és fotoszintetikus
hőstabilitására**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Zsófi Zsolt

Gödöllő
2009

A DOKTORI ISKOLA

MEGNEVEZÉSE: Szent István Egyetem Biológia
Tudományi Doktori Iskola

TUDOMÁNYÁGA: Növényélettan, szőlészet

VEZETŐJE: PROF. DR. TUBA ZOLTÁN
Intézetvezető egyetemi tanár, az MTA
doktora
Szent István Egyetem Mezőgazdaság
és Környezettudományi Kar
Növényteni és Ökofiziológiai Intézet

TÉMAVEZETŐ: DR. NAGY ZOLTÁN
Egyetemi docens, a mezőgazdasági
tudomány kandidátusa
Szent István Egyetem Növényteni és
Növényélettani Tanszék

TÁRSTÉMAVEZETŐ: DR. BÁLO BORBÁLA
Tudományos főmunkatárs, PhD
Károly Róbert Főiskola Szőlészeti és
Borászati Kutatóintézete, Eger


.....
AZ ISKOLAVEZETŐ
JÓVÁHAGYÁSA


.....
TÉMAVEZETŐ
JÓVÁHAGYÁSA


.....
TÁRSTÉMAVEZETŐ
JÓVÁHAGYÁSA

1. BEVEZETÉS

A hűvös szőlőtermesztési területeken, részben a klimatikus adottságok miatt, drágább a szőlőtermesztés, mint a mediterrán típusú, meleg területeken. A klimatikus hatás elsősorban a kedvezőtlen évjáráthatásokban nyilvánul meg. A globális felmelegedéssel – bizonyos határokon belül - optimálisabbá válhatnak a feltételek a szőlőtermesztés számára a hideg klímájú ültetvényekben, de az is tény, hogy a klímaváltozás nagyon szélsőséges, nem kívánatos évjáráthatásokat is eredményezhet.

A nagy borászati hagyományokkal rendelkező országokban a termőhelyszelekció az egyik legfontosabb feltétele a minőségi bortermelésnek. A termőhely (eredeti elnevezéssel élve „terroir”) koncepció Franciaországból származik, ami egy komplex megközelítése a szőlő- és bortermelésnek. Seguin (1988) megfogalmazása szerint a termőhely „...egy interaktív ökoszisztéma, egy adott helyen, magába foglalva a klímát, a talajt és a szőlőt.” A termőhely szempontjából kulcsfontosságú az optimális termőhely–fajta kombináció kialakítása. Ehhez azonban tudni kell, hogy a fajta hogyan viselkedik ökofiziológiai és érésdinamikai szempontból eltérő környezeti feltételek mellett. A dolgozat a termőhely koncepció e szegmensével foglalkozik. A termőhely fajtára gyakorolt hatásának vizsgálata azért is indokolt, mert a globális felmelegedéssel szélsőségesen száraz évjáratok is előfordulhatnak. Ezért a fajta fiziológiai válaszreakcióinak ismerete - szükség esetén - segítséget nyújthat egy költségtakarékos öntözési terv kialakításához is.

A téma aktualitását az is erősíti, hogy a vizsgálatok

egy olyan fajtán történtek (*Vitis vinifera* L. cv. Kékfrankos, convarietas orientalis változatcsoport), amely az Egri borvidék zászlósborának, az Egri Bikavérnek a legfontosabb alkotóelemét képezi. Mivel ezt a szőlőfajtát csak a közép-európai térségben termesztik üzemi méretekben, ízvilága (a termőhelyhatás mellett) jó alapot nyújthat az egyedi, magas minőségű borok előállításához.

2. CÉLKITŰZÉSEK

A kutatómunka során, az Egri borvidéken két (Eger-Kölyuktető – síkvidéki; Eger-Nagyeged hegy – meredek hegyoldal), egymástól eltérő vízellátottságú és egymáshoz közel eső termőhelyen lévő Kékfrankos (*Vitis vinifera* L. cv. Kékfrankos) ültetvény összehasonlítása kapcsán az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

1) Megőrzi-e a jellegzetességét a két termőhely több évjáratban a mezoklíma tekintetében és a Kékfrankos fajta bizonyos élettani folyamatai és produkciója szempontjából? Hogyan viszonyul egymáshoz az évjárat és a termőhely az említett paraméterek kapcsán?

2) A Kékfrankos szőlőfajta milyen termőhelyi és szezonális válaszreakciókat ad a gázcsere-paraméterek és víz-háztartás szempontjából? A Kékfrankos szőlőfajta hogyan reagál az eltérő vízellátottságra? Melyek azok a fiziológiai és klimatikus paraméterek, amelyekkel termőhelyeket jól lehet jellemezni?

3) Milyen hatással van a termőhely és az évjárat a fenofázisok megjelenésének idejére és hosszára?

4) Van-e a termőhelynek szerepe a lombszerkezet kialakításában, és ez befolyásolja-e a termés cukorfokát?

5) Hogyan befolyásolja a termőhely és az évjárat a Kékfrankos szőlőfajta fotoszintézisének hőmérsékleti stabilitását? Kimutatható-e szezonális változás a hőstabilitás mértékét jelző paraméterek kapcsán?

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Egri borvidéken két (Eger-Kőlyuktető – síkvidéki; Eger-Nagyeged hegy – meredek hegyoldal), egymástól eltérő vízellátottságú, közel azonos korú (26 és 29 éves) és egymáshoz közel eső termőhelyen lévő ültetvényt vizsgáltunk. Mindkét terület ernyő művelésmódú, É-D sorirányú és azonos tenyészterületű volt. Kékfrankos szőlőfajtán (*Vitis vinifera* L. cv. Kékfrankos), azonos alanyon (Teleki 5C: Berlandieri x Riparia) és azonos terheléssel történtek a vizsgálatok.

A kutatómunka során a következő módszereket alkalmaztuk:

1) A területek klimatikus jellemzése céljából automata meteorológiai állomások kerültek telepítésre (Boreas Kft., Budapest, Hu).

2) A területeken lévő Kékfrankos szőlőfajta vízállapotát (hajnali és napközi vízpotenciál) Scholander-féle nyomáskamrával határoztuk meg (PMS, Albany, OR, USA). A vízhiányhoz történő sejt- és szövetszintű alkalmazkodási mechanizmusok feltárása céljából (ozmotikus – elasztikus szabályozás) nyomás-térfogat görbék felvételezése történt.

3) A levelek gázcseréjének mérésére Ciras 1 és LCA 4 hordozható, nyílt rendszerű infravörös gázanalizátort használtunk (PP System, Hitchin, UK; ADC Bio Scientific Ltd, Herts, UK).

4) A lombozat szerkezetének és levélfelületének méréséhez Smart-féle „point – quadrat” módszert, valamint levélfelületmérőt (CI – 202 Area Meter, Cid INC. USA) alkalmaztunk.

5) A termés mennyiségi és minőségi paramétereit (cukorkoncentráció és a borok fenolos komponensei; spektrofotométer: Hewlett-Packard, Waldbronn, Germany) meghatároztuk.

6) A fotoszintézis hőstabilitásának vizsgálata PAM 101-103 és PAM 2000 amplitúdó- és frekvencia-modulált fluorométerrel (Walz, Effeltrich, Germany) történt fokozatosan emelkedő (25-60 °C) hőmérséklet során. Meghatároztuk az alap fluoreszcencia paraméterek (F_v/F_m – maximális kvantumhatásfok; $\Delta F/F_m$ – effektív kvantumhatásfok; NPQ – nem fotokémiai kioltás) hőmérséklet függését és az alap (F_0), valamint a fényadaptált ($1200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) „steady –state” (F_s) fluoreszcencia kritikus hőmérsékleti pontjait (T_c).

7) A xantofill pigmenttartalom meghatározása kromatográfiás (Perkin Elmer Series 200 HPLC System, Waltham, MA, USA) módszerrel történt. A klorofill és az összes karotinoid mennyiségét spektrofotometriásan határoztuk meg.

4. EREDMÉNYEK

I. ÉVJÁRAT- ÉS TERMŐHELYHATÁSOK A SZŐLŐ (*VITIS VINIFERA* L. CV. KÉKFRANKOS) VÍZÁLLAPOTÁRA, GÁZCSERÉJÉRE, FENOLÓGIAI JELLEMZŐIRE, LOMBSZERKEZETI SAJÁTOSSÁGAIRA ÉS A TERMÉS MENNYISÉGI, MINŐSÉGI PARAMÉTEREIRE

A termőhelyek eltérő környezeti feltételei szignifikáns különbségeket eredményeztek a Kékfrankos szőlőfajta fiziológiai válaszreakcióiban, termésmennyiségében és a bor minőségét befolyásoló elsődleges és másodlagos anyagcseretermékek koncentrációjában. Ezek a különbségek elsősorban az enyhe vagy közepesen erős vízhiánynak köszönhetőek, ami központi szerepet tölt be az ún. termőhely hatásban. Az Eger-Nagyeged hegyen a hajnali vízpotenciál és a sztómakonduktancia értékek enyhe, közepesen erős vízhiányt mutattak mindegyik vizsgált évben. Eger-Kölyuktetőn ez nem volt megfigyelhető. A napközi vízpotenciál értékek nem jeleztek stresszállapotot a termőhelyeken és a legtöbb mérési időpontban nem mutattak különbséget a termőhelyek között. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a vizsgált körülmények mellett a Kékfrankos szőlőfajta többnyire izohidrikus módon viselkedik, tehát viszonylag stabilan tartja a levelek vízállapotát a talaj változó vízellátottsága mellett. A fajta sokkal érzékenyebb ebből a szempontból a levegő alacsonyabb páratartalmára. Mindkét termőhelyen negatívabb napközi vízpotenciál értékek voltak kimutathatók (a két termőhely közötti szignifikáns különbség nélkül) a levegő magas víztelítési hiányának köszönhetően. A leírt környezeti feltételek mellett a fajta nem mutatott aktív ozmotikus szabályozást.

Sőt, a legtöbb mintavételi időpontban a jó vízellátottságú termőhelyen (Eger-Kölyuktető) az ozmotikus potenciál értéke negatívabb volt, ami elsősorban az intenzívebb szénasszimilációnak köszönhető. A vízhiány közvetlenül befolyásolta a termés mennyiségét, a fürtök és a lombozat kedvezőbb fényellátottságát, és így a borok fenolos komponenseinek magasabb koncentrációját eredményezte. A fellépő vízhiány mellett a topológiai és talajadottságok a hőmérsékleti viszonyokat is megváltoztatták, nevezetesen a déli kitettségű termőhelyen 4-6 °C-kal magasabbak voltak az éjszakai minimum hőmérsékletek.

II. A TERMŐHELY, A HAJTÁSNÖVEKEDÉS, A LEVÉLFELÜLET, A GÁZCSERE ÉS A TERMÉS CUKORFOKÁNAK ÖSSZEFÜGGÉSEI

A vízhiányos termőhelyen alacsonyabb volt az egységnyi levélfelületen mért szénasszimiláció értéke, a termésben mégis magasabb volt a cukorkoncentráció. A vízhiány szignifikánsan csökkentette a levélfelület nagyságát, a termésmennyiséget, és megváltoztatta a fürtökön belüli bogyóméreték arányát. A vízhiány okozta, vegetatív növekedésben történt redukció megváltoztatta a lombozat szerkezetét, ami jobb fényhasznosulást eredményezett. A termőhelyhatás nyilvánvaló jelentőséggel bír a megfelelő termőegyensúly (vegetatív részek és a termés egyensúlya), valamint a lombozaton belüli „sink – source” viszonyok optimalizálásában is. Ennek kapcsán elmondható, hogy az intenzív vegetatív növekedés és a zártabb lombozat egy kompetíciós hátrányt jelent a szőlőfürt cukortartalma szempontjából.

III. A TERMŐHELY ÉS AZ ÉVJÁRAT HATÁSA A KÉKFRANKOS SZŐLŐFAJTA LEVELEINEK FOTOSZINTETIKUS HŐSTABILITÁSÁRA

Mivel a szabadföldön az abiotikus stresszhatások általában egyszerre jelentkeznek, a vizsgálatok arra is kiterjedtek, hogy a Kékfrankos levelek fotoszintézisének hőstabilitása hogyan változik eltérő hőmérsékleti jellemzőkkel bíró évjáratokban, a két termőhely függvényében. A két évben (2005 és 2007) elvégzett munka során a klorofill fluoreszcencia hőmérséklet függését vizsgáltuk a két termőhelyről begyűjtött mintákon. 2007 jóval melegebb és vízhiányosabb évjárat volt, mint 2005. A hajnali vízpotenciál értékek enyhe vízhiányt mutattak ki az Eger-Nagyeged hegy területén mindkét évben, bár ez 2007-ben erősebb volt. 2005 júliusában az enyhe vízhiány növelte a szőlőlevelek termostabilitását, amelyet a klorofill fluoreszcencia kezdeti szintjének (F_0) kritikus pontjai (T_c), valamint a maximális kvantumhatásfok (F_v/F_m) értékei jól tükröztek. Szeptemberre alacsonyabb F_v/F_m és effektív kvantumhatásfok ($\Delta F/F_m$) volt a jellemző a vízhiányos területen. Ekkor az F_0T_c pontok szintén alacsonyabbak voltak a korai levélöregedésnek köszönhetően. 2007 szeptemberében a maximális kvantumhatásfok hőérzékenysége nagyon hasonló volt a 2005 szeptemberében mért értékekhez. Ugyanakkor a $\Delta F/F_m$ értékek nagyobb hőstabilitást jeleztek mindkét termőhelyen, úgy hogy a két ültetvény közötti konzekvens különbség megmaradt. 2007-ben a magas fényintenzitáson mért fluoreszcencia kritikus hőmérsékleti pontjai (F_sT_c) 3-6 °C-kal magasabbak voltak mindkét termőhelyen, mint 2005-ben. Bár szeptemberben termolabilisabb F_0T_c pontokat mértünk a vízhiányos termőhelyen, a hőstabilitás

nem csökkent magas fényintenzitás alatt. Ez valószínűleg a xantofill-ciklus nagyobb „pool” méretének volt köszönhető. 2007-ben (összehasonlítva a 2005-ös évvel) az Eger-Kőlyuktetőn kimutatott nagyobb „pool” méret azt igazolja, hogy a levegő alacsony páratartalma is növeli a $(V+A+Z)/(Chl_{a+b})$ arányt és ennek köszönhetően - magas fényintenzitás alatt - a fotoszintézis hőstabilitását is.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1) A kitettség és a talajadottságok miatt minden vizsgált évben mérsékelt, közepes erősségű vízhiány alakult ki a lejtős termőhelyen, valamint az éjszakai minimum hőmérsékletek is magasabbak voltak, mint Eger-Kőlyuktetőn. Mivel az enyhe, közepes erősségű vízhiány pozitív hatással volt a termés minőségi paramétereire, a megfelelő termőhely kiválasztásával csökkenthetők az évjárat negatív hatásai. Ezt az összefüggést először sikerült alátámasztani a „talaj – szőlőélettan – lombszerkezet – termésmennyiség – termésminőség” összetett rendszerének jellemzése által.

2) A Kékfrankos szőlőfajta enyhe, közepes erősségű vízhiányra nem reagált aktív ozmoregulációval. A két termőhelyen mért eltérő ozmotikus viszonyok az eltérő intenzitású asszimilációs rátának köszönhetőek. A fajta sejtfalának rigiditása csak nagyon enyhe mértékben növekedett vízhiány hatására. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a fajta elsősorban a sztómaregulációval és az eleve magas (negatív) ozmotikus viszonyaival próbálja a vízvesztését korlátozni. A fajta izohidrikus módon viselkedett a talajban fellépő vízdeficittel szemben, ugyanakkor érzékenyen

reagált a levegő alacsony víztelítési hiányára. A termőhelyek karakterizálásához jól használhatók a sztómakonduktancia, a hajnali vízpotenciál és az éjszakai hőmérséklet adatok.

3) A termőhely nagyon kis mértékben befolyásolta a fenofázisok megjelenési idejét és hosszát. A fenológiai stádiumok megjelenését inkább az évjárat hőmérsékleti viszonyai határozták meg.

4) A termőhely komplex hatást gyakorolt az élettani folyamatokra, a vegetatív növekedésre és a termés mennyiségi-minőségi paramétereire. A mérsékelt vízhiány optimalizálta a termőegyensúlyt, megváltoztatta a lombzat szerkezetét és így növelte a fényhasznosulást.

5) A levegő magas hőmérséklete, a nagy fényintenzitás és a talaj vízhiánya mellett, a levegő magas víztelítési hiánya is növeli a PSII hőtoleranciáját. Szenteszcens levelek esetekben az F_0T_c pontok nem adnak reális képet a PSII természetes körülmények között mutatott hőtüréssel kapcsolatban. A fény által indukált biokémiai változások relatív mértékben (a kezdeti fluoreszcencia kritikus hőmérsékleti pontjaihoz képest) a szenteszcens levelekben is növelik a termostabilitást a vízhiányos termőhelyen. Az F_0T_c pontokkal ellentétben az F_sT_c pontok korai levélöregedés esetén is a magasabb tartományba kerültek a vízhiányos termőhelyen, ami a xantofill-ciklus nagyobb „pool” méretének köszönhető.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A termőhelyek eltérő környezeti feltételei szignifikáns különbségeket eredményeztek a Kékfrankos szőlőfajta fiziológiai válaszreakcióiban, termésmennyiségében és a bor minőségét befolyásoló elsődleges és másodlagos anyagcseretermékek koncentrációjában. Ezek a különbségek elsősorban az enyhe/ közepesen erős vízhiánynak köszönhetőek. A vízhiány következtében kisebb lombzattömeg és lazább lombszerkezet alakult ki, ami jobb fényhasznosulását, valamint optimálisabb termőegyensúlyt eredményezett. Ezért a precíziós, termőhely függő zöldmunka alkalmazása elősegítheti az optimális érettségi állapotot. A két termőhely közötti különbségek a különböző évjáratokban hasonlóan jelentkeztek. Ezért a mérsékelt öv hideg szőlőtermesztési területein az egyik legfontosabb prioritás a termőhely szelekció és az optimális termőhelyfajta kombináció kialakítása. Az adott fajta vízhiánnyal szembeni válaszreakciói (sztómakonduktancia és a hajnali vízpotenciál) megbízható információt nyújthatnak a termőhelyszelekcióhoz és segíthet a megfelelő termőhelyfajta kombinációjának kialakításában. A veszélyeztetett termőhelyeken (meredek hegyoldal és/vagy alacsony vízmegtartó képesség) a vízpótló és vízmegőrző technológiák kiépítése javasolt.

A fotoszintézis hőmérséklet függésének kapcsán elmondható, hogy a magas hőmérséklet, a magas fényintenzitás és a vízhiány erőteljes hatást gyakorolt a PSII hőstabilitására. Mindhárom paraméter pozitív módon, azaz a hőstabilitást növelően fejtette ki hatását. Ugyanakkor megállapítható, hogy a hosszan tartó vízhiány miatt fellépő ko-

rai levélöregedés esetében bizonyos paraméterek (F_v/F_m ; F_0T_c) nem mutatják megbízhatóan a PSII hőstabilitását. A fény által indukált biokémiai változások relatív mértékben a szenescens levelekben is növelik a termostabilitást a vízhiányos termőhelyen. Az F_0T_c pontokkal ellentétben az F_sT_c pontok korai levélöregedés esetén is a magasabb tartományba kerültek a vízhiányos termőhelyen, ami a xantofill-ciklus nagyobb „pool” méretének köszönhető. Ezek tükrében érdemes a fotoszintézis hőstabilitását komplexen, a rendszer akklimációs képességét felmérve jellemezni.

7. A TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK

A DOLGOZAT ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ, ANGOL NYELVŰ,
IMPAKT FAKTOROS, REFERÁLT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉ-
NYEK:

1) **Zsófi Zs.**, Gál L., Szilágyi Z., Szűcs E., Marschall M., Nagy Z. and Bálo B. (2009): Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15, 36-47. **IF: 2.132**

2) **Zsófi Zs.**, Váradi Gy., Bálo B., Marschall M., Nagy Z. and Dulai S. (2009): Heat acclimation of grapevine leaf photosynthesis: meso- and macroclimatic aspects. *Functional Plant Biology* 36, 310-322. **IF: 2.375**

TOVÁBBI ANGOL NYELVŰ, IMPAKT FAKTOROS, REFERÁLT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK:

1) Pou, A., Flexas, J., Alsina, M., Bota J., Carambula, C., Herralde, F., Galmés, J., Lovisolo, C., Jiménez, M., Ribas-Carbó, M., Rusjan, D., Secchi, F., Tomas, M., **Zsófi, Zs.**, Medrano, H. (2008): Adjustment of water use efficiency by stomatal regulation during drought and recovery in the drought-adapted Vitis hybrid Richter-110 (*V. berlandieri* × *V. rupestris*) *Physiologia Plantarum* 134(2), 313-323. **IF: 2.192**

ANGOL NYELVŰ, REFERÁLT TUDOMÁNYOS
KÖZLEMÉNYEK:

1) **Zsófi, Zs.**, Tóth, E., Váradi, Gy., Rusjan, D. and Bálo B. (2008): The effect of progressive drought on water relations and photosynthetic activity of two grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Acta Biologica Szegediensis* 52(2), 321-322.

MAGYAR NYELVŰ REFERÁLT TUDOMÁNYOS
KÖZLEMÉNYEK:

1) **Zsófi, Zs.**, Gál, L. és Bálo, B. (2008): A Kékfrankos élettani jellemzőinek, hajtásnövekedésének és a termés mennyiségi, minőségi paramétereinek változása eltérő vízellátottságú termőhelyeken. *Borászati füzetek* 6, 18-21.

KONFERENCIA KIADVÁNYOKBAN MEGJELENT, IMPAKT
FAKTOROS, REFERÁLT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK:

1) **Zsófi Zs.**, Váradi Gy., Bálo B., Barócsi Z., Marschall M., Nagy Z. and Dulai S. (2009): Effects of water deficit and vintage temperature characteristics on heat sensitivity of grapevine photosynthesis. Proceedings of the 8th International Conference of Grapevine Physiology and Biotechnology. 2008 November 23-28. Adelaide, Ausztrália. In: *Australian Journal of Grape and Wine Research*, Special Issue. In press. **IF: 2.132**

KONFERENCIA KIADVÁNYOK, ELŐADÁSOK:

1) Bálo, B., Várady, GY., Misik, S., Miklós, E., Kaptás, T., **Zsófi, Zs.**, Shoseyov, O., Bravdo, B-A. (2000): Fertigation effects on changes of water state in vine cane. Proc. of 6th International Symposium on Grapevine physiology and Biotechnology, Heraclion, Greece, 11-15 June p.150. Poszter.

2) **Zsófi Zs.**, Bálo B., Várady GY., Misik S., Miklós E., Kaptás T., Shoseyov O., Bravdo B. A. (2000): A táplálóöntözés hatása a fagytűrésre Chardonnay szőlőfajtán. A Magyar Tudomány Napja, Eger. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos Közlemények 3. p. 128. Előadás.

3) Bálo, B., **Zsófi, Zs.**, Váradi, Gy., Misik, S., Miklós, E., Kaptás, T., Shoseyov, O., Balogh, I., Bravdo, B. (2000): A táplálóöntözés hatása a fagytűrésre Chardonnay szőlőfajtán. (The effect of fertigation on Chardonnay vines' frost hardiness). Lippay János – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, nov. 6-7. p. 502-503. Poszter.

4) Bálo, B., **Zsófi, Zs.**, Váradi, Gy., Misik, S., Miklós, E., Kaptás, T., Shoseyov, O., Bravdo, B. (2000): The effect of fertigation on Chardonnay vines' frost hardiness. "Prospects for Viticulture and Enology" Proceedings of International Conference, Zagreb, Croatia, nov. 22-24. p. 51. Előadás.

5) Bálo B., Váradi Gy., Hideg É., Turcsányi E., **Zsófi Zs.** és Vass I. (2001): Klímaváltozás Európában? Az UV-B

sugárzás hatása a szőlő fotoszintézisére. (Climate change in Europe? The effect of UV-B radiation on photosynthesis of grapevine) IV. Magyarországi Fotoszintézis Találkozó Kiadványa, május 7-8. p. 8. Poszter.

6) Bálo B., Hideg É., Várady GY., Vass I., Zsófi Zs. (2001): Az UV-B okozta károsodás vizsgálata szőlő (*Vitis vinifera* L.) növényekben. (Damage of grapevine leaf photosynthesis by UV-B (280-320 nm) radiation in two cultivars of *Vitis vinifera* L.). A Magyar Tudomány Napja, Eger, 2001. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos Közleményei 4. p. 101-104. Előadás.

7) Zsófi, Zs., Marschall, M. és Bálo, B. (2002): Öntözött és táplálóöntözött szőlőnövények vízháztartási jellemzői és fotoszintetikus aktivitása (*Vitis vinifera* cv. Chardonnay). (Water relations and photosynthesis of irrigated and fertigated Chardonnay grapevine) Magyar Növényélettani Konferencia, Szeged, június 25-29. (Congress of Hungarian Society of Plant Physiology, Szeged, June 25-29). Poszter előadás.

8) Zsófi, Zs., Marschall, M. and Bálo, B. (2002): The effect of irrigation/fertigation on water relations and production of Chardonnay (*Vitis vinifera* L.) grapevines. 13th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Hersonissos, Heraklion, Crete, GREECE 2-6 September. p. 484. Poszter.

9) Zsófi, Zs. és Bálo, B. (2002): Vízhány következtében

kialakult alkalmazkodási mechanizmusok Chardonnay szőlőfajtában (*Vitis vinifera* L.). (Defensive mechanisms of Chardonnay grapevine under water deficit) A Magyar Tudomány Napja, Eger, 2002. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos Közlemények 5. p. 21. Előadás.

10) Zsófi, Zs. (2003): Vízhány következtében kialakult alkalmazkodási mechanizmusok Chardonnay szőlőfajtában (*Vitis vinifera* L.). A Magyar Növényélettani Társaság Közgyűlése, Budapest, május 8. Előadás.

11) Zsófi, Zs., Nagy, Z., és Bálo B. (2003): Évjáráthatások fiziológiai vizsgálata öntözött és nem öntözött szőlőnövények esetében (*Vitis vinifera* cv. Chardonnay). 6. Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő augusztus 27-29. Előadás p. 278.

12) Zsófi, Zs., Nagy, Z. és Bálo, B. (2003): Az egyenlőtlen csapadékeloszlás hatása a Chardonnay szőlőfajta (*Vitis vinifera* L.) fiziológiai folyamataira. V. Magyarországi Fotoszintézis Konferencia, Noszvaj, szeptember 15-16. p. 17. Előadás.

13) Zsófi, Zs., Marschall, M. és Bálo, B. (2003): Eltérő víz- és tápanyag-ellátottság hatása a Chardonnay szőlőfajta (*Vitis vinifera* L.) élettani folyamataira. (The effect of different water supply and fertigation on physiological processes of Chardonnay (*Vitis vinifera* L.) grapevines). Lippai-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest, november 6-7. p. 558. Poszter.

14) Bálo, B., **Zsófi, Zs.**, Kaptás, T., Gál, L., Misik, S., Miklós, E., Miklósy, É., Váradi, Gy. (2003): A tápláló öntözés szerepe a minőségi szőlőtermesztésben. Lippai-Ormos -Vas Tudományos Ülészak, Budapest, november 6-7. p. 488. Előadás.

15) **Zsófi, Zs.** és Bálo, B. (2003): Az Egri Bikavér minőségfejlesztésének szőlőéletteni aspektusai. A Magyar Tudomány Napja, Eger, 2003. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos Közlemények 6. p. 69. Előadás.

16) **Zsófi, Zs.** és Bálo, B. (2004): A palackba zárt napfény. II. Szent György Napi Muskotály Borünnep, Dómoszló, április 23-24. Előadás.

17) Bálo, B., **Zsófi, Zs.**, Nagy, Sz., Király, I., Biró, P. (2004): Az Egri Bikavér eredetvédelmével kapcsolatos növényfiziológiai kutatások. Nemzetközi Konferencia: Vörösborok eredetvédelme és minőségének fejlesztésével kapcsolatos kutatások Egerben, júl.9. Előadás.

18) Bálo, B., **Zsófi, Zs.**, Nagy Sz. (2004): A Kékfrankos szőlőfajta ökofiziológiai vizsgálata különböző termőhelyeken az Egri Borvidéken. A Tudomány Napja nov. 11. (METESZ), Eger, Agrártudományi szekció I/B, Előadás.

19) **Zsófi, Zs.**, Biró, P., Bálo, B. (2005): Water relations and photosynthetic responses of 'Kékfrankos' grapevine (*Vitis vinifera* L.) on two terroirs with different ecological conditions, VIII. Magyar Növényélettani Konferencia

Szeged, aug. 22-24. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2). 211-213 (Proceedings). Poszter.

20) Zsófi, Zs., Bálo, B. (2005): Vízháztartás és produkció: ökofiziológiai vizsgálatok Chardonnay szőlőfajtán (*Vitis vinifera* L.) Agrárkutatótatás 2005 – F fiatal Kutatók Fóruma, Budapest. Előadás.

21) Zsófi, Zs., Biró, P., Bálo, B. (2005): Különböző Kékfrankos (*Vitis vinifera* L.) termőhelyek ökopotenciáljának szőlőéletteni vonatkozásai az Egri borvidéken. Lippay-Ormos-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest. p. 286. Poszter.

22) Zsófi, Zs., Biró, P., Bálo, B. (2005): Különböző Kékfrankos (*Vitis vinifera* L.) termőhelyek ökopotenciáljának szőlőéletteni vonatkozásai az Egri borvidéken. A Magyar Tudomány Napja, Eger. Műszaki és természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos közlemények 8. p.42. Előadás.

23) Biró, P., Zsófi, Zs., Pók, T., Bálo B. (2005): Terra-Vita humusztrágya alkalmazhatósági vizsgálata szőlőültetvények tápanyagfeltöltésében. A Magyar Tudomány Napja, Eger, 2005. november 9. Műszaki és természettudományi Egyesületek Szövetsége Heves Megyei Szervezete. Tudományos közlemények 8. p. 46. Előadás.

24) Gál, L., Orbán, S., Gál, T., Pók, T., Szilágyi Z., Szűcs, E., Zsófi, Zs. and Bálo, B. (2006): Terroir aspects in development of quality of “Egri Bikavér”. Proceedings of

the VI. Congrès International des Terroirs Viticoles. Bordeaux-Montpellier, France, 3-7 July. p. 509-515.

25) Zsófi, Zs., Nagy Z. and Bálo B. (2006): The role of tissue elasticity and osmotic adjustment in grapevine during acclimation to drought stress. Abiotic stress and grape functional genomics. Proceedings of Workshop COST 858. Prague, Czech Republic, September 14-16, 2006. Poszter.

26) Bálo, B., Gál, L., Pók, T., Szilágyi, Z., Zsófi, Zs., Szűcs, E., Simon, Z. (2007): The aspects of terroir in the development of Egri Bikavér's quality. 30. International Congress of O.I.V. Budapest, jún. 11-15. Előadás.

27) Zsófi, Zs., Gál, L., Szilágyi, Z., Szűcs, E., Marshall, M. and Bálo, B. (2007): Climate, ecophysiology, yield and wine quality: ecopotential assessment of different vineyards in terms of vintage and geographical characteristics. „From Grape to Wine” 1st International Junior Researchers' Meeting Ljubljana Slovenia July 12-14, 2007. Előadás.

28) Bálo, B., Gál, L., Szilágyi, Z., Zsófi, Zs., Szűcs, E., Simon, Z. (2007): Terroir description and valorisation in Eger wine district of Hungary to improve wine quality. South Africa/Hungary Biotechnology Workshop, Cape Town (Dél-Afrikai Köztársaság), okt. 10-11. Előadás.

29) Bálo, B., Gál, L., Szilágyi, Z., Zsófi Zs., Simon, Z. (2007): Terroir aspects in wine quality of 'Kékfrankos' variety trained on umbrella training system. Proceedings

of the XV. International GESCO Symposium, Porec, Horvátország, jún. 20-23., Vol. I, p. 82-93. Előadás.

30) Zsófi, Zs., Bálo, B., Gál, L., Szilágyi, Z. (2007): Vintage and geographical effects as determinant factors of yield and wine quality. Ecophysiological and climatic tools for vineyard characterization. Proceedings of Workshop COST 858. Vineyard under environmental constrains: Adaptations to climate change. Lodz, Poland, October 18-20. Poszter.

31) Zsófi, Zs., Gál L. and Bálo, B. (2008): Examination of terroir expression on *Vitis vinifera* L. 'Kékfrankos' vine physiology and wine quality. Can climate change modify terroir effects? (Examination de l'expression du terroir sur la physiologie et la qualité du vin de Kékfrankos. Le changement climatique, est-ce qu'il peut modifier l'effet du terroir?). VIIth International Terroir Congress, Nyon (Switzerland), 19-23 May 2008. Poszter.

