



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**Szegfű etilénbioszintézisének antiszensz gátlása almából származó
ACC szintáz génnel**

Doktori értekezés tézisei

Veres Anikó

Gödöllő

2006.

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Virányi Ferenc
Egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar,
Növényvédelmi Tanszék

témavezető: Dr. Kiss Erzsébet
Egyetemi tanár, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar
Genetika és Növénynevelés Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

1. 1. A TÉMA AKTUALITÁSA

Az etilén számos növényélettani folyamatért felelős, a növény fejlődésének jóformán minden szakaszában szabályozó szerepet tölt be a csírázástól kezdve egészen az öregedésig. Meggyorsítja a zöldségfélék, a gyümölcs és a virágok fejlődését, érését, kiváltja a szíromlevelek hervadását. Nagy gyakorlati jelentősége van az egyidejű virágzás és gyümölcserés előidézésében. Az etilénbioszintézis lépéseinek tisztázása, illetve a génexpresszió gátlása antiszensz RNS-sel tette lehetővé a növényvilágban az öregedés, a gyümölcs- és termésérés módosítását molekuláris módszerekkel.

Az antiszensz RNS-t az *Escherichia coli*-ban fedezték fel a colE1 plazmid replikációjának tanulmányozása során. Az értelmetlen RNS hibridizál az értelmes RNS szállal, és mivel ez a duplex nem képes a primer funkciót ellátni, a DNS replikáció gátlódik. Emellett az antiszensz RNS molekulák az átírást is szabályozzák nemcsak prokariótákban, hanem eukariótákban is: elvben bármilyen gén átírása gátolható antiszensz RNS molekulákkal, ennek azonban előfeltétele a biokémiai szintézis utak ismerete, illetve a megfelelő struktúrgének izolálása. Kiterjedt vizsgálatokkal megállapították azt is, hogy a különböző fajokból izolált azonos funkciójú (heterológ) gének képesek a különböző növényfajokban antiszensz gátlást előidézni.

A virágok fontos szerepet töltenek be életünkben. Mindig adódik valamilyen különleges alkalom (születésnap, névnap, vagy családi ünnep: házassági évforduló, esküvő), amelyeknek a virágok fontos kellékei. A szegfű a világ és a hazai piacon egyaránt a legkedveltebb vágott virágok egyike.

A szállítás és a hűtve tárolás technikai fejlődésének eredményeként (hűtőkamionok, repülőgép), az USA-ban az 1970-es évektől átalakult a szegfűtermesztés, addigi körzetei délre tolódtak. Ma már a vágott szegfű 95%-át Dél-Amerikából importálják. Európában hasonló tendencia figyelhető meg, mintegy 20 éves késéssel. A fejlett ipari országokban (Németország, Anglia, Franciaország) napjainkra drasztikusan visszaesett a belföldi termesztés, az igényelt mennyiség döntő részét Dél-Európából, Dél-Amerikából és Afrikából hozzák be. Magyarországon is hasonló a helyzet, sőt miután 2002-ben az importvámot teljesen eltörölték, a növényházi vágott virágok termesztése mindinkább háttérbe szorul. Ezért is fontos olyan új fajták előállításának, amelyek felvehetik a versenyt valamilyen egyedülálló tulajdonságukkal az importból származó, olcsóbb termékekkel.

Mint minden vágott virágnak, így a tipikusan etilénérzékeny növények körébe tartozó szegfűnek is, az egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága a vázaélet hossza, amit jelentősen befolyásol az etilén.

A vázaélettartam növelésére számos módszert dolgoztak ki: alacsony $-0,5 - 0^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérsékleten és 90-120 Pa nyomáson tárolást, vagy a vágást követő meleg vízfürdőben áztatást. A nehézfémionok közül a kobalt és a nikkell képes megakadályozni az ACC (1-aminociklopropán-1-karboxil sav) \Rightarrow etilén átalakulást. Az ezüst ion, a széndioxid és káliumpermanganát megkötik az etilén receptorokat. Az 1-MCP (1-metilciklopropén), a 3,3-DMCP (3,3 dimetil ciklopropén), az AOA (aminooxiacetsav), AVG (aminoetoxivinilglicin) és a CHX (cikloheximid) szintén gátolja az etilén bioszintézisét. A felsorolt etilén inhibitorok táptalajba adagolásával a csökkent etiléntermelés következményeként megnövekedett hajtásregenerációs képességet tapasztaltak.

A szegfű másik fontos értékmérő tulajdonsága a szíromlevelek színe. A Florigene cég a vásárlói igényeknek megfelelően olyan transzgenikus szegfűt állítottak elő, amelynek kékek a virágai. A vásárlók illatos virágokat keresnek, de a virágok illata és a vázaélettartama között negatív korreláció van. Ezért fontos olyan korrelációtörő egyedek előállítását, amelyek mindkét tulajdonságot hordozzák.

A transzgenikus növények előállítása újabb nemesítési utat adhat a dísznövénytermesztés számára. A módszerrel olyan gazdaságilag jelentős értékmérő tulajdonságok javíthatók, mint a vázaélettartam és a szín. A kutatók ACC-oxidáz és szintáz antiszensz és szensz génnel transzformált szegfűt, rózsát antiszensz csalkon szintázzal transzformált petúniát, szegfűt és gerberát állítottak már elő, melyek közül a szegfűk kereskedelmi forgalomban vannak, mind az USA, mind az EU területén.

1.2. CÉLKITŰZÉSEK

A fentiek alapján célunk volt:

- olyan transzgenikus szegfű előállítását, amelynek genomjába az almából származó, az etilén termelésért felelős egyik gén, az 1-aminociklopropán-1-karboxilát (ACC) szintáz értelmetlen "antiszensz" orientációban integrálódik;
- az antiszensz génnel történő transzformáció eredményeként a vágott virágok által termelt etilén mennyiségének csökkentése;
- a csökkent etiléntermelés következményeként a vázaélettartam növelése és a hajtásregenerációs képesség javítása.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A transzformációra használt ACS-t McIntosh almából (MdACS2 – génbanki száma: U73815) izolálták. Transzformációra alkalmas vektort előállításához az inszertet szubklónozási lépésekkel pBI121-es vektorba építették be antiszensz orientációban.

Transzformációs kísérleteinkben, amely során két módszert hasonlítottunk össze, LBA4404-es *Agrobacterium tumefaciens* törzset használtuk fel, amelybe 'triparental mating' módszerrel juttattuk be a fent említett vektort.

Előzetes, levélből kiinduló regenerációs kísérleteket követően a gazdaságilag értékes, illatos 'Bíbor' fajtát választottuk ki a transzformációra. A transzformáció során az alma ACC szintáz gén mellett transzgénikus kontrollként, az etilénbioszintézis szempontjából semleges génekkel, a GUS génnel, tehénbab inhibítorgénnel (pCpTi), szénhidrát bioszintézisben szerepet játszó enzimek génjeivel (6-PF-2-K, Fru-2,6-P₂-áz) is transzformáltunk növényeket. Emellett kontrollként az *Agrobacterium*-os fertőzést kivéve minden transzformációs lépésen átesett növényeket is regeneráltunk.

A transzformációt követően a szelektív, kanamicint (150 mg/l) tartalmazó, táptalajon regenerált, zöld növényekből DNS-t izoláltunk. A transzformáció sikerességét molekuláris módszerekkel (PCR, Southern hibridizáció, RT-PCR) bizonyítottuk.

A transzformáns és kontroll növényeket az Óbuda Kertészet üvegházába ültettük ki. Kertészeti kontroll növényként az Óbuda Kertészetben nevelt szegfűket is ültettünk. Normál üvegházi körülmények között csepegtető öntözést alkalmaztunk. A transzformáns és kontroll növények virágai között morfológiai eltérést nem tapasztaltunk.

A vázaélettartamot 1999. júniusától 2004. márciusáig 22°C-on vizsgáltuk. A vázaélettartam összehasonlítására azonos (a szíromlevél 90°-os szöget zárt be a csészelevelekkel) virágzási fázisú, azonos (50 cm) szárhosszúságú mintákat szedtünk. A transzgénikus és kontroll virágokhoz mindig azonos virágzási fázisú kertészeti kontroll (KK) növényt párosítottunk. Az év különböző szakában fennálló más és más környezeti feltételek miatt, a virágzási idő hossza ciklusonként különbözőképpen alakult. Ezért a vázaélettartamot relatív értékben adtuk meg azaz, a transzgénikus és a hozzá párosított kertészeti kontroll növény vázaéletösszege közötti különbséget vettük figyelembe. A vázaélettartam számításánál a szedett állapot volt az első nap, az utolsó pedig az, amelyen a szíromlevelek 50%-a elhervadt.

A termelt etilén mennyiségének mérését a Szent István Egyetem Kertészettudományi Karának Kémia Tanszékén végeztük (ma Budapesti Corvinus Egyetem). A virágokat a vázaélettartam mérésénél leírt virágzási stádiumban 8 cm-es szárral vágtuk le. Miután a

mintavétel és a mérés helye különbözött, a leszedés és a szállítás okozta te stresszetilén termelést először ki kellett zárni a vizsgálatból, ezért a növényeket 24 órán át a mérés helyén vízben tartottuk, majd speciális mérőedényekbe tettük át őket. Az edények záró gumiszeptumot tartalmaztak, amelyeken keresztül adagoltunk 1% exogén etilént, illetve vettünk gázmintát. 24 órás kezelés után a virágokat kivettük, 24 órán keresztül szellőztettük, és ismét visszahelyeztük az edényekbe. Újabb 24 óra elteltével vettünk gázmintákat. A termelt etilén mennyiségét GC 6000-es gázkromatográf készülékkel alumínium kolonnával detektáltuk. A különböző időpontokban mért adatok a szegfű virágzásának különböző időpontjai miatt a külső környezeti hatásoktól függtek (hőmérséklet, fényviszonyok), ezért az eredményeket egy kezeléson belül a kontroll nem transzgenikus szegfűkhöz viszonyított százalékos értékekből fejeztük ki.

A szártörési kísérletekhez, a virágokat a vázaélettartam mérésénél leírt virágzási stádiumban a 8. nódusznál vágtuk le. A törés érzékenységre egy módosított FM-250 típusú (az egykori NDK-ban) gyártott szakítószilárdságot mérő készüléket használtunk fel. Minden egyes nódusznál mértük azt a merőlegesen ható erőt Newtonban, amely ahhoz szükséges, hogy a szegfű szára az 5 cm feszítávolságban alátámasztott nódusznál eltörjön.

3. EREDMÉNYEK

Hajtásregenerációt összehasonlító kísérletekben a hormon tartalmú táptalajon a kontroll növények levelei 24%-ban regeneráltak hajtásokat, míg az etilénbioszintézisben módosítottak 49%-ban. Azért hogy, bizonyítsuk, hogy a módosított etilénbioszintézis következménye a megnövekedett hajtásregeneráció, más – az etilénbioszintézis szempontjából semleges – transzgent (GUS, pCpTi, 6-PF-2-K, Fru-2,6-P₂-áz) tartalmazó szegfű növényeket is bevontunk a vizsgálatba. Az eredmények ezeknek az egyedeknek az esetében a kontrollal azonos regenerációt mutattak, bizonyítva, hogy az etilénbioszintézis módosítása okozta a hajtásregeneráció növekedését.

A kiültetett növények vázaélettartamát 5 éven keresztül vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a kontroll növények 1-2 nappal virágoztak rövidebb ideig, vagy ugyanannyi ideig, mint a kertészeti kontroll virágok, a transzgenikus egyedek vázaélettartama viszont 22°C-on tárolva akár 6 nappal is meghosszabbodott. Az antiszensz ACC-szintáz gént tartalmazó növények közül 40%-nak növekedett meg a vázaélettartama. A vázaélettartam növekedés és a csökkent etilén termelés között szoros korrelációt ($R^2=0,79$) tudunk kimutatni, a hosszabb vázaélettartam csökkent etilén termeléssel párosult.

A 'Bíbor' szegfű szártörésre hajlamos fajta. Az ápolási munkák során felfigyeltünk arra, hogy a transzgenikus egyedek szára kevésbé hajlamos a törésre, ezért szárszilárdság méréseket végeztünk. A törési kísérletek eredményeként kimutatható volt, hogy a transzgenikus egyedek szára törésre kevésbé hajlamos, mint a kontroll növényeké, és statisztikailag nem lehetett különbséget kimutatni a törésre nem hajlamos 'Improved White Sim' szegfű és az antiszensz ACC szintáz gént tartalmazó 'Bíbor' szegfű szártörési mutatói között. A szártörés javulása és a vázaélettartam növekedése között pozitív, míg a termelt etilén mennyisége és a szártörés javulása között negatív korrelációt mutattunk ki.

A kísérletek eredményeként tehát sikerült a gazdaságilag értékes, illatos szegfűfajta értékmérő tulajdonságait oly módon javítani, hogy közben más értékes tulajdonságai nem változtak. Ennek alapján az etilénbioszintézis transzgenikus úton történő módosítása új nemesítési utat jelenthet a már meglévő értékes szegfűfajták hátrányos tulajdonságainak (rövid vázaélettartam, szártörésre hajlamosság) javításában.

3.1 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- 1) A szegfűben az etilénbioszintézis molekuláris gátlását almából származó antiszensz ACC-szintáz (CCA) génnel történő transzformációval értük el.
- 2) Kimutattuk, hogy az etiléntermelés gátlása a CCA transzgenikus virágokban egyedi variabilitást mutatott.
- 3) Bizonyítottuk, hogy a transzgenikus növények levélből kiinduló hajtásregenerációs képessége kétszerese a nem transzgenikus növényekének és ezt a hatását nem a transzformációs eljárás, hanem az etiléntermelés csökkenése okozta.
- 4) Kimutattuk, hogy az etilénbioszintézis módosítása növelte a 'Bíbor' virágok vázaélettartamát akár 6 nappal is, és a megnövekedett vázaélettartam szoros, negatív korrelációban volt a termelt etilén mennyiségével ($R^2 = 0,96$).
- 5) Bizonyítottuk, hogy a transzgenikus növények szárszilárdsága javult. A szártörés javulása korrelációban volt a vázaélettartammal ($R^2 = 0,79$), és negatív korrelációban ($R^2 = 0,45$) az etiléntermeléssel.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A szegfű etilénbioszintézisének gátlását más fajból, az almából származó az etilén bioszintézisben a SAM→ACC átalakulást katalizáló ACC-szintáz antiszensz gátlásával sikerült elérnünk. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy antiszensz ACC-szintáz génnel történő transzformációval a szegfű növények vázaélettartama szobahőmérsékleten 6 nappal is meghosszabbítható, tehát köztermesztésben lévő értékes fajták egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága, a vázaélettartam, javítható. Esetünkben az illatos, gazdaságilag értékes 'Bíbor' fajta vázaélettartamát tudtuk javítani. A virágok illata és vázaélet hossza között negatív korreláció van, ezzel a módszerrel tehát korrelációtörő egyedeket sikerült előállítanunk.

A 'Bíbor' fajta másik negatív tulajdonságán, a törésre való hajlamán is sikerült javítanunk a transzformációval. A szártörésre való hajlamosság egy másik fontos értékmérő tulajdonság, ami az eredményeink alapján javult az antiszensz ACC-szintázzal történt transzformáció következtében. Az ACC-szintáz antiszensz génnel történő transzformáció olyan új nemesítési lehetőség, amellyel az értékes fajta két értékmérő tulajdonságai (vázaélettartam, szártörés) javíthatónak bizonyult. Az etilénbioszintézisében módosított transzgenikus szegfű, a kereslet igényeit kielégítve (illat, hosszú eltarthatóság, nem törő szár) versenyképes lehet a hazánkat, és más Európai országot elárasztó importból származó szegfűvel szemben, ugyanakkor a vázaélettartam növelése előnyt jelenthet mind az exportáló, mind az importáló országoknak is a szállítási és tárolási veszteségek csökkentése miatt.

Másik fontos eredmény az, hogy az etilénbioszintézis módosításával a levélből történő hajtásregeneráció hatékonysága jelentősen nőtt, ami mind géntechnológiai, mind mikroszaporítási szempontból alkalmazható vagy kihasználható előnyt jelenthet, és lerövidítheti a fajták nemesítési és kereskedelmi forgalomba kerülésének idejét.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ KÖZLEMÉNYEK

Tudományos publikációk:

A. Veres, E. Kiss, E. Tóth, Á. Tóth, LE. Heszky (2005) Down-regulation in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) by an apple derived ACC-cDNA. International Journal of Horticultural Science 11: 101-105

A. Veres, E. Kiss, E. Tóth, Á. Tóth, LE. Heszky (2005) Az etiléntermelés gátlásának hatása a szegfű (*Dianthus caryophyllus*) néhány gazdaságilag fontos tulajdonságára. Kertgazdaság 37: 53-62

A. Veres, E. Kiss, Z. Galli, N. Nagy, E. Tóth, Á. Varga, G. Hrazdina, LE. Heszky (2002) Transgenic carnation harbouring antisense ACS (1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase) gene. Bulletin of the Szent István University 2001-2002: 49-56

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, N. Nagy, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (2000) Production of transgenic carnation with antisense ACS (1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase) gene. International Journal of Horticultural Science 6: 103-107

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, N. Nagy, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (2000) Transformation of Carnation: *Agrobacterium*-mediated Transformation of Carnation with Antisense 1-aminocyclopropane-1-carboxylate Synthase (ACS) Gene. In: Hrazdina G. (ed.): Use of Agriculturally Important Genes in Biotechnology, 91-97. IOS Press (NATO Science Series) Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington D.C.

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1999) Genetic transformation of carnation to downregulate ethylene biosynthesis. In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant 35: 174-175

Konferencia kiadványok (proceedings):

A. Veres, A. Szőke, E. Kiss, N. Nagy, O. Toldi, LE. Heszky (2001) Anyagcsereutak módosítása szegfűben genetikai transzformációval. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban (Gödöllő-Debrecen) Gödöllő, 2001. május 17-18. pp. 364-370

A. Veres, E. Kiss, E. Tóth, Á. Tóth, LE. Heszky (2004) Effect of an apple derived antisense ACC-synthase cDNA on the ethylene production and the vase life of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). In: J Vollmann, H. Grausgruber, P. Ruckenbauer (Eds) Genetic variation for plant breeding, p.: 267-271. The 17th Eucarpia General Meeting, 8-11, September, Tulln, Austria, ISBN 3-900962-56-1.

Előadások:

E. Kiss, Z. Galli, Á. Varga, **A. Veres**, Á. Lendvai, A. Boldizsár, LE. Heszky (1998) Transzgenikus növények. XXVIII. Membrán- Transzport Konferencia Sümeg

E. Kiss, Z. Galli, **A. Veres**, Á. Varga, E. Tóth, G. Hrazdina, LE. Heszky (1999) Szegfű és alma transzformációja az etilénbioszintézis módosítása céljából. IV. Magyar Genetikai Kongresszus Siófok, 1999 ápr. 11-14 Összefoglalók p. 88-89

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, N. Nagy, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1999) Transformation of carnation to modify ethylene production. Use of Agriculturally important genes in agricultural biotechnology. NATO Advanced Research Workshop, Szeged 1999 okt. 17-21

A. Veres, A. Szőke, E. Kiss, N. Nagy, O. Toldi, L. Heszky (2001) Anyagcsereutak módosítása szegfűben genetikai transzformációval. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban (Gödöllő-Debrecen) Gödöllő, 2001. május 17-18.

Poszter összefoglalók:

Z. Galli, Á. Varga, **A. Veres**, E. Kiss (1997) Constructing vectors for plant transformation harbouring the aminocyclopropane carboxylate (ACC) synthase gene. VIII. European Congress on Biotechnology, Budapest August 18-22. Abstracts book p.: 48

Z. Galli, A. Boldizsár, Á. Varga, **A. Veres**, A. Lendvai, G. Hrazdina, E. Kiss, LE. Heszky (1998) Növénytranszformációs vektorok előállítása az ACC-szintáz-gén felhasználásával. IV. Növénynevelési Tudományos Napok MTA, 1998 jan. 28-29 Poszter szám: 14.

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1998) *Agrobacterium*-mediated transformation of carnation with antisense 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase (ACS) gene. IX. International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, Israel June 14-19, Abstracts book p.: 152

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1998) Production of transgenic carnation to modify ethylene biosynthesis. XVII. International Congress of Genetics, China August 10-15. Abstracts book p.: 169

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1998) Genetic transformation of carnation to down-regulate ethylene biosynthesis. Symposium zum Gedenken an die 100. Wiederkehr der Begründung der Gewebekultur durch Gottlieb Haberlandt, Wien Oktober 8-9. Abstracts book p.: 36

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, N. Nagy, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1998) Transgenic carnation harbouring antisense ACS (1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase) gene. First European Symposium on Applied Genome Research, Belgium, Brussels, Nov. 26-27, Abstracts book p.: B13

E. Kiss, **A. Veres**, Á. Varga, Z. Galli, N. Nagy, LE. Heszky, E. Tóth, G. Hrazdina (1999) Transformation of carnation to modify ethylene production. Use of Agriculturally important genes in agricultural biotechnology. NATO Advanced Research Workshop, Szeged 1999 okt. 17-21 Abstracts book p. 7

A. Veres, A. Szőke, O. Vizér, N. Nagy, Á. Varga, E. Kiss, O. Toldi, E. Tóth, LE. Heszky (2001) Anyagcsereutak módosítása és rovarrezisztencia szegfűben. VII. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2001. január 23-24, p.: 141

Az értekezés témakörébe nem tartozó publikációk:

Tudományos publikációk:

G. Halász, **A. Veres**, P. Kozma, E. Kiss, A. Balogh, Z. Galli, A. Szőke, S. Hoffmann, LE. Heszky (2005) Microsatellite fingerprinting of grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties of the Carpathian Basin. *Vitis* 44: 173-180.

G. Halász, P. Kozma, S. Molnár, **A. Veres**, S. Hoffmann, Z. Galbács, E. Kiss, LE. Heszky (2005) Szőlő hibridek elemzése rezisztencia génekhez kapcsolt molekuláris markerekkel. *Kertgazdaság, A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben. Különkiadás*, p.: 127-132.

P. Kozma, E. Kiss, **A. Veres**, G. Halász, A. Balogh, A. Szőke, Z. Galli, LE. Heszky (2004) Microsatellite Fingerprinting in old Grapevine Cultivars of the Carpathian Basin. *Hungarian Agricultural Research* 13: 14-16.

Konferencia kiadványok (proceedings):

A. Veres, A. Balogh, E. Kiss, P. Kozma, Z. Galli, A. Szőke, LE. Heszky (2003) Kárpát-medencei őshonos szőlőfajták jellemzése mikroszatellit analízissel In: Szemán L., Jávor A. (szerk.). EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. Növénytermesztési alaptudományok. I. kötet. (Gödöllő, 2003. június 5.) ISBN963 9483 29 X. p.: 124-128.

G. Halász, **A. Veres**, A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, A. Szőke, I. Nagy, LE. Heszky (2004) Kárpát-medencei szőlőfajták mikroszatellit analízise. In Jávor (szerk.). Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. Konferencia összefoglalók. Debrecen, 2004. április 16. ISBN963 472 730 1 p.: 87-88

A. Veres, A. Balogh, E. Kiss, P. Kozma, M. Kocsis, Z. Galli, LE. Heszky (2004) Characterization of grapevine cultivars autochthonous in the Carpathian Basin with microsatellites. Proceedings of the First International Symposium on Grapevine Growing Commerce and Research. *Acta Horticulturae* 652, p.: 467-470.

E. Kiss, P. Kozma, G. Halasz, **A. Veres**, A. Szoke, Z. Galli, S. Hoffmann, S. Molnar, A. Balogh, LE. Heszky (2005) Microsatellite based fingerprints and pedigree analysis of grapevine cultivars of Carpathian Basin origin. Proceedings of the International Grape Genomics Symposium. July 12-14, 2005. St. Louis, Missouri, USA, p.: 79-87.

Előadások:

A. Veres, A. Balogh, E. Kiss, P. Kozma, Z. Galli, A. Szőke, LE. Heszky (2003) Kárpát-medencei őshonos szőlőfajták jellemzése mikroszatellit analízissel EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság (Debrecen-Gödöllő) Gödöllő, 2003. június 5.

G. Halász, **A. Veres**, A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, A. Szőke, I. Nagy, LE. Heszky (2004) Kárpát-medencei szőlőfajták mikroszatellit analízise. In (Jávora A., szerk): Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló Agráriumban. Debrecen, 2004. árpilis 16.

A. Veres, G. Halász, A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, A. Szőke, I. Nagy, LE. Heszky (2004) Mikroszatellit variabilitás a Kárpát-medencei szőlőfajtákban. X. Növénynevelési Tudományos Napok Budapest, 2004. február 17-18.

E. Kiss, P. Kozma, G. Halász, **A. Veres**, S. Hoffman, S. Molnár, LE. Heszky (2005) Mikroszatellit markerek alkalmazása a szőlőfajták pedigre elemzésére. XI. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2005. március 3-4.

E. Kiss, P. Kozma, G. Halasz, **A. Veres**, A. Szoke, Z. Galli, S. Hoffmann, S. Molnár, A. Balogh LE. Heszky (2005) Microsatellite based fingerprints and pedigree analysis of grapevine cultivars of Carpathian Basin origin. International Grape Genomics Symposium. July 12-14, 2005. St. Louis, Missouri, USA

E. Kiss, P. Kozma, **A. Veres**, Z. Galbács, G. Halász, S. Molnár, S. Hoffmann, Z. Galli, A. Szőke, LE. Heszky (2006) Szőlő fajták pedigre elemzése mikroszatellit markerekkel. Molekuláris markerek felhasználása a növénygenetikai és nevelési kutatásokban Martonvásár, 2006. január 19.

T. Koncz, V. Tisza, G. Halász, **A. Veres**, A. Balogh, E. Kiss, F. Dénes, LE. Heszky (2006) Szamóca fajták elemzése molekuláris markerekkel. Molekuláris markerek felhasználása a növénygenetikai és nevelési kutatásokban Martonvásár, 2006. január 19.

P. Kozma, Z. Galbács, G. Halász, S. Molnár, S. Hoffmann, **A. Veres**, E. Kiss, LE. Heszky (2006) Lisztharmat rezisztenciagénnel kapcsolt molekuláris markerek alkalmazása szőlő hibridek szelekciónjára. Molekuláris markerek felhasználása a növénygenetikai és nevelési kutatásokban Martonvásár, 2006. január 19.

Poszter összefoglalók:

E. Kiss, A. Balogh, **A. Veres**, Z. Galli, T. Koncz, M. Kocsis, LE. Heszky, P. Kozma (2003) SSR analysis of grapevine varieties autochthonous in the Carpathian Basin. 7th Int. Cong. Plant Mol. Biol. Barcelona, Book of Abstracts p.: 408.

A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, T. Koncz, M. Kocsis, **A. Veres**, LE. Heszky (2003) Kárpát-medencei szőlőfajták jellemzése mikroszatellit analízissel. IX. Növénynevelési Tudományos Napok, MTA Budapest, 2003. március 5-6. Összefoglalók p.: 76.

A. Veres, A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, T. Koncz, M. Kocsis, LE. Heszky (2003) SSR analízis alkalmazása Kárpát-medencei szőlőfajták jellemzésére. V. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok, 2003. árpilis 13-15. Összefoglalók p.: 99.

A. Veres, G. Halász, A. Balogh, P. Kozma, E. Kiss, Z. Galli, A. Szőke, I. Nagy, LE. Heszky (2004) Mikroszatellit variabilitás a Kárpát-medencei szőlőfajtákban. X. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2004 február 17-18. Összefoglalók, p.: 47

E. Kiss, G. Halász, **A. Veres**, A. Balogh, P. Kozma, Z. Galli, A. Szőke, I. Nagy, LE. Heszky (2004) Microsatellite fingerprinting of grapevine varieties autochthonous in the Carpathian Basin. 5th IVCHB Symposium, 12-17 September, Debrecen, Hungary Book of abstracts: p.: 203.

E. Kiss, P. Kozma, G. Halasz, **A. Veres**, A. Szoke, Z. Galli, S. Hoffmann, S. Molnar, A. Balogh, LE. Heszky (2005) Microsatellite based fingerprints and pedigree analysis of grapevine cultivars of Carpathian Basin origin. International Grape Genomics Symposium 2005. július 12-14. Saint Louis, Missouri, USA Book of Abstracts p.: 41.

G. Halász, P. Kozma, S. Molnár, **A. Veres**, S. Hoffmann, Z. Galbács, E. Kiss, LE. Heszky (2005) Szőlő hibridek elemzése rezisztencia génekhez kapcsolt molekuláris markerekkel. „Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly” Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-21. Budapest. Összefoglalók, Kertészettudomány, p.: 266-267.

T. Koncz, **A. Veres**, V. Tisza, B. Kerti, E. Kiss, LE. Heszky (2005) Szamócafajták (*Fragaria X Ananassa Duch.*) in vitro hajtásregenerációja XI. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2005. március 3-4. MTA Összefoglalók p.: 105

E. Kiss, P. Kozma, G. Halász, **A. Veres**, S. Hoffman, S. Molnár, LE. Heszky (2005) Mikroszatellit markerek alkalmazása a szőlőfajták pedigré elemzésére XI. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2005. március 3-4. MTA Összefoglalók p.: 14

S. Molnár, V. Köteles, **A. Veres**, G. Halász, P. Kozma, E. Kiss, LE. Heszky (2005) Szőlő lisztharmat rezisztencia gén molekuláris markerezése. XI. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2005. március 3-4. MTA Összefoglalók p.: 112