

Doktori értekezés tézisei

Pápai Bánk
Gödöllő
2026



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Abnormális szárnövekedésű paprika mutánsok *in vitro* vizsgálata, valamint mechanikai és molekuláris genetikai elemzése

Pápai Bánk
Gödöllő
2026

A doktori iskola

megnevezése: Agrár- és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

tudományága: Növény- és Kertészettudományi Program

vezetője: **Dr. Kovács Melinda Beatrix**

Egyetemi tanár, MTA rendes tagja

MATE, Élettani és Takarmányozástani Intézet

Élettani és Állategészségügyi Tanszék

Témavezetők: **Dr. Veres Anikó**

Egyetemi docens, PhD

MATE, Genetika és Biotechnológia Intézet

Genetika és Genomika Tanszék

Dr. Szőke Antal

Egyetemi docens, PhD

MATE, Genetika és Biotechnológia Intézet

Genetika és Genomika Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

1. A munka előzményei, célkitűzések

Napjainkban a zöldségtermesztés dinamikusan fejlődő és folyamatosan változó ágazat, amelyben elengedhetetlen az innováció, az új termesztési módszerek és növényanyagok alkalmazása a piaci igények kielégítése érdekében. A növénynemesítés iránti igény évszázadok óta fennáll, mivel alapvető szerepet játszik a termés mennyiségének és minőségének növelésében. A nemesítési folyamatokban kiemelt jelentőségűek a természetben spontán megjelenő mutáns növények, amelyek kedvező agronómiai tulajdonságaik révén hasznosíthatók.

A magyar nemesítésű étkezési és fűszerpaprika a hagyományos konyha fontos eleme, valamint jelentős népelelmezési cikk Magyarországon és Közép-Európában. Termesztése szabadföldön és hajtásban egyaránt történik, ugyanakkor előállítását napjainkban a magas termelési költségek nehezítik, ami új termesztési módszerek kidolgozását teszi szükségessé.

A növények szárának növekedése, fejlődése és szerkezete jelentősen befolyásolja a termés mennyiségét. A paprika általában erős, felfelé növekvő szárat fejleszt, azonban mutációk hatására ettől eltérő növekedési típusok is megjelenhetnek. Az elfekvő, bókoló vagy elterülő fenotípusokat elsősorban dísznövény-nemesítésben alkalmazzák, ugyanakkor paprikában új lehetőségeket kínálhatnak az üvegházi termesztés számára, például vertikális vagy „high-wire” támrendszerek használatával, amelyek más zöldségfajoknál már beváltak.

Ezek a mutáns tulajdonságok feltételezhetően a lignifikáció zavarára, a hormonszintek megváltozására, illetve a fény- vagy gravitációérzékelés hiányos működésére vezethetők vissza. Laboratóriumi vizsgálatuk és genetikai hátterük feltárása lehetővé teszi e tulajdonságok nyomon követését a nemesítésben, valamint célzott biotechnológiai módosítását.

A vizsgálat célja a paprika szárnövekedési mutánsainak élettani, biomechanikai és molekuláris hátterének feltárása. A kutatás fő célkitűzései:

- A mutánsok fény- és gravitropikus válaszainak, valamint gravitációs alkalmazkodási dinamikájának meghatározása.
- A keményítőtartalom szerepének vizsgálata a gravitropikus érzékelésben.
- A lignintartalom mennyiségi és minőségi elemzése, valamint a lignin bioszintézis génexpressziós hátterének vizsgálata
- A gibberellin-oxidáz gének expressziójának vizsgálata a megváltozott növekedési fenotípusok összefüggésében.
- A szár mechanikai tulajdonságainak összehasonlító értékelése.
- Az auxinkezelésre adott élettani válaszok elemzése.

2. Anyag és módszer

2.1. A felhasznált növényanyagok

Kísérleteinkben négy, abnormális szárnövekedést mutató mutáns nemesítési vonal szerepel, amelyek Csilléry Gábor gyűjteményéből származnak (PepGen Kft., Budapest, Hungary).

A *pcx* (procumbent plant) mutáns fenotípusa már szikleveles korban felismerhető, a növény elfekszik és kúszó jellegű növekedést mutat, az utódok között nagy variációval.

A *titi* (tortuous internodi) mutáns esetében internódiumok jelentősen megnyúlnak (10–15 cm), miközben a nóduszok száma nem változik, ami a szár mechanikai gyengüléséhez vezet.

Az *frx* (fragile-plant) mutáns rövid gyökérrzellettel és könnyen, pattanva törő szárrakkal jellemezhető, amelyeknél sima törési felszín alakul ki.

A *pfi* (puffy-structured stem) mutáns korai fejlődési szakaszban nehezen azonosítható. A szár megvastagodása kizárólag az internódiumokra korlátozódik, a nóduszokat nem érinti, ami térfogatnövekedéssel járó mutációra utal.

A *Pcx* mutáns fenotípusáért felelős gén jelenleg nem azonosított, a nemesítési tapasztalatok alapján részlegesen domináns öröklődés feltételezhető. A *titi*, *frx* és *pfi* mutánsok esetében feltételezhetően egyetlen recesszív gén felelős a mutáns fenotípusokért.

2.2. *In vitro* kísérletek foto- és gravitropizmus vizsgálatára

Az összes *in vitro* kísérletet Murashige és Skoog (1962) MS táptalajon végeztük. A paprika magokat felületi fertőtlenítése után két- és háromhetes korig *in vitro* neveltük, majd dokumentáltuk a hipokotilok dőlésszögét. A háromhetes csíranövényeket 90 fokkal elforgattuk, majd 24 óra elteltével dokumentáltuk, hogy miképpen reagálnak a megváltozott gravitációs ingerre. A kísérletet kiegészítettük egy olyan beállítással, amelyben a növények egy része zárt rendszerben, fitotronban, kizárólag egyoldali megvilágításnak volt kitéve, míg a másik csoport teljes sötétségben, minden fényhatástól elzárva növekedett.

2.3. Auxinos hormonkezelés

A gravitropizmust nem mutató *Pcx* mutáns növényeket különböző koncentrációjú auxin (indol-3-ecetsav) hormont tartalmazó MS táptalajon csíráztattuk, majd neveltük (0, 10 $\mu\text{M/l}$, 20 $\mu\text{M/l}$), hogy megfigyelhető legyen, hogy a hozzáadott auxin kifejti-e hatásmechanizmusát a növényeken, illetve képes-e megtörni az elfekvő fenotípust.

2.4. Keményítőtartalom kvalitatív és kvantitatív meghatározása

A három hetes csíranövények keményítőtartalmának kvalitatív kimutatása a gyökércsúcsban Lugol-oldat (kálium-jodidos jódoldat) segítségével történt. A teljesen kifejlett, csírázástól számított 12 hetes növények szárának keményítőtartalmának analitikai meghatározása Sigma-Aldrich® Starch (HK) Assay Kit segítségével történt a gyártó útmutatása alapján.

2.5. Lignintartalom kvalitatív és kvantitatív meghatározása

A lignintartalom kvalitatív kimutatását floroglucinos festéssel végeztük, amely a három hetes csíranövények metszeteire cseppentve lilás színreakciót ad. A teljesen kifejlett, csírázástól számított 12 hetes növények szárának lignintartalom kvantitatív meghatározása Moreira-Vilar és munkatársai (2014) acetil-bromidos módszerének protokollján alapult.

2.6. Szárkeménység mechanikai vizsgálata

A teljesen kifejlett, csírázástól számított 12 hetes mutáns nemesítési vonalak és a kontroll paprikanövények esetében a szárkeménységet hárompontos töréstesztel határoztuk meg TA.XTplusC (Stable Micro Systems) textúraanalizáló berendezés segítségével.

2.7. Génexpressziós vizsgálatok

2.7.1. RNS izolálás

Az RNS izolálását a csírázástól számított 12 hetes paprikanövények szárszegmenseiből végeztük. Az RNS kivonása OMEGA E.Z.N.A.® Plant RNA Kit felhasználásával történt, a gyártó utasításainak megfelelően. Az RNS izolálás sikerességét NanoDrop® ND-1000 UV–Vis spektrofotométerrel ellenőriztük, majd a mintákat -70 °C -on tároltuk.

2.7.2. Reverz transzkripció cDNS szintézis

A cDNS szintézisét Thermo Scientific™ Maxima H Minus First Strand cDNA Synthesis Kittel végeztük a gyártó utasításai alapján.

2.7.3. Alkalmazott primerek

A vizsgálat géneket korábbi, hasonló mutációkat ismertető tudományos közlemények alapján választottuk ki. A kiválasztott gének paprikában leírt

szekvenciáit az NCBI (National Center for Biotechnology Information, USA) adatbázisában azonosítottuk. A PCR-reakciókhoz szükséges primereket ezt követően a génbanki azonosítókhoz tartozó szekvenciákhoz a Primer3 program alkalmazásával, saját tervezéssel készítettük.

2.7.4. Vizsgált gének

A lignin bioszintézise több, egymást követő, enzimátikus lépésen keresztül valósul meg. Korábbi kutatások kimutatták, hogy a bioszintézisben részt vevő gének expressziójában megfigyelhető különbségek jelentős hatással lehetnek a növények teljes lignintartalmára. Eredményeik alapján az útvonal kulcsenzimei közül öt emelendő ki: a fenilalanin-ammónia-liáz (PAL), a cinnamát 4-hidroxiláz (C4H), a 4-kumarát-CoA-ligáz (4CL), a cinnamil-alkohol dehidrogenáz (CAD) és a kafeoil-CoA O-metiltranszferáz (CcoAOMT).

A gibberellinek bioszintézisében kiemelt szerepet játszanak a GA20-oxidáz (GA20ox) és a GA3-oxidáz (GA3ox) enzimek, amelyek a citoplazmában fejtik ki hatásukat, és a biológiailag inaktív gibberellinokat aktív formává alakítják. Szakirodalmi adatok szerint az ezen enzimekért felelős gének overexpressziója több növényfaj esetében is megnyúlt szárszerkezet kialakulásához vezetett. Ezzel párhuzamosan a növények képesek a biológiailag aktív gibberellinek szintjének közvetlen csökkentésére is a GA2-oxidáz (GA2ox) enzim közreműködésével, amely a gibberellinek inaktiválásáért felelős.

Mindezek alapján meghatároztuk a fentebb említett enzimek bioszintéziséért felelős gének expressziós szintjét.

3. Eredmények és azok megvitatása

3.1. *In vitro* kísérletek eredményei

In vitro módszerek alkalmazásával kimutattuk, hogy mindegyik mutáns érzékeli a fényt és elfordul az irányába. A kísérleteink során bizonyítottuk, hogy a *Pcx 1* fekvő mutáns esetében az elfekvő tulajdonság a gravitáció érzékelésének hiányából ered. A reorientációhoz szükséges időtartam vizsgálata során kimutattuk, hogy a *Pcx 2* normál szárnövekedésű mutánsok ugyanolyan gyorsan reagáltak a megváltozott gravitációs ingerre, valamint reorientálódtak, mint a kontroll növények, míg a *Pcx 1* hipokotiljai 420 perc elteltével sem fordultak el. A többi mutáns vonal mind reagált a gravitációra, a *tti* és *pfí* mutánsok emellett enyhén bókoló fenotípust mutattak, ami gyengébb szárszilárdságból adódik. A *Pcx 1* fekvő mutánsokat *in vitro* kultúrában különböző mennyiségű auxinnal (IAA) kezeltük, ám a fekvő tulajdonság ezzel sem szüntethető meg.

3.2. Keményítőtartalom vizsgálata

A Lugol-oldatos festési eljárás bizonyította, hogy a vizsgált növények gyökércsúcsai átlagos keményítőtartalommal rendelkeznek, az abnormális szárnövekedést a mutánsokban nem a sztatolitok hiánya okozza. Bár a hipokotil növekedésre vonatkozó *in vitro* kísérletek során nagy eltérések voltak tapasztalhatóak a *Pcx* növények csoportján belül, keményítőtartalomban viszont csak kisebb eltérések voltak megfigyelhetők a genotípusok között. A mutánsok minden esetben a kontrollhoz hasonló eredményt adtak, ami arra utal, hogy a keményítő tartalom nem befolyásolja a mutáns fenotípus megjelenését.

3.3. Lignintartalom és szárszilárdság vizsgálata

Meghatároztuk a *tti*, *frx* és *pfí* mutánsok lignintartalmát, valamint a szárszilárdságukat a szár három különböző régiójában. A *tti* mutáns esetében bár a lignintartalom hasonló volt a kontroll genotípuséhoz, a szárak vizsgálatakor sokkal alacsonyabb törési erőt igényelt minden régióban. Ennél a mutánsnál célszerű figyelembe venni a növény magasságát, valamint az internodiumok hosszát is a későbbi vizsgálatok során, ugyanis a lignin eloszlása a sejtfalon belül eltérhet, ami változásokat idézhet elő a mechanikai jellemzőkben, még akkor is, ha a teljes lignintartalom azonos. A megnyúlt internodiumok megváltozott sejtszerkezetekkel rendelkezhetnek, amelyek befolyásolhatják az általános szöveti szilárdságot is.

A *pfí* and *frx* mutánsok sokkal alacsonyabb lignintartalommal rendelkeztek a kontrolléhoz képest. Nem várt eredmény volt a *pfí* mutánsok esetében a felső régió kiemelkedően magas lignintartalma. Ez az eredmény

megegyezik a nemesítési tapasztalattal, hogy a *pfi* mutánsra jellemző szárszerkezet inkább a felső régiókban dominál. A *pfi* mutánsok szára magasabb lignintartalommal rendelkezik, mint az *frx* mutánsoké, annak ellenére, hogy ennek a genotípusnak vannak a legalacsonyabb szártörési értékei. Az *frx* mutánsnál a törékeny fenotípusból kiindulva alacsony lignintartalmat vártunk amit sikerült is a méréssel bizonyítani.

A vizsgálatok alapján általánosságban elmondható, hogy a lignintartalom növekedése összefüggést mutat a töréshez szükséges erő növekedésével, ahogy más kutatási eredmények is leírták korábban más növényfajok esetében. Ezzel szemben az abnormális szárnövekedést mutató mutánsoknál ez az összefüggés nem írható le olyan egyszerűen, ha a szárok különböző régióira kapott eredményeket nézzük. Gyanítható, hogy nem csak a lignin mennyisége, hanem a szerkezete és minősége (H, G, S egységek aránya) is meghatározó, tehát a teljes lignintartalom nem feltétlenül jelzi közvetlenül a mechanikai tulajdonságokat, ahogy ezt már korábban más növény fajokra leírt szakirodalmi adatok is igazolták.

3.4. Génexpressziós vizsgálatok

A kísérletek célja annak meghatározása volt, hogy az abnormális szárnövekedésben feltételezhetően szerepet játszó gének miképpen expresszálnak a kontroll növényvel összevetve, a szár különböző régióiban.

A vizsgálat során sikerült a genotípusok közötti különbségeket detektálni. A kontrollal összevetve az abnormális szárnövekedést mutató *tti*, az *frx*, és a *pfi* mutánsoknál, a *CCoAOMT* gén esetében overexpressziót tapasztaltunk a felső és a középső régiókban. Az összes mutáns genotípus a *CAD* gén esetében is overexpressziót mutatott, de ez kizárólag csak az alsó régiókra volt jellemző. Bár a *CAD* és a *CCoAOMT* gén működése és a lignintartalom közötti összefüggés számos kutatás által bizonyított, ennek ellenére a mutáns genotípusok esetében ezt nem sikerült bizonyítani.

Az elemzés során sikerült a *tti* genotípus és a kontroll fajta, a 'Garai Fehér' között különbségeket detektálni. A *GA3ox1* gén expressziója sokkal magasabb volt a kontrollhoz képest, de ezt csak a szár alsó régiójában sikerült detektálni. A *tti* esetében az alsó régióban a *GA20ox*, valamint a *GA20ox1* esetében is túlműködés volt tapasztalható. Ezek az eredmények összhangban vannak a szakirodalmi adatokkal, amelyek szerint ezen gének túlműködése folyamatos gibberellin-hatást biztosít a növények számára, ami a szárok megnyúlását okozza.

4. Következtetések és javaslatok

Sikeresen adaptáltuk az *in vitro* módszertant a mutáns paprika genotípusok fény- és gravitációs válaszainak vizsgálatára. A legtöbb genotípus az elvártak szerint reagált ezekre az ingerekre, kivéve a *Pcx* mutánsokat, amelyek sötétben véletlenszerű szárnövekedést mutattak. Ez gravitációérzékelési zavarra utal. Ennek ellentmond, hogy a gyökér és szár keményítőtartalma a kontroll növényekkel azonos volt.

Meghatároztuk a szárok lignintartalmát és töréséhez szükséges erőt, amelyek alapján a genotípusok és szárszegmensek között szignifikáns különbségek mutatkoztak. A *tii* mutánsok lignintartalma a kontrollhoz hasonló volt, azonban a megnyúlt internódiumok miatt a szár mechanikailag gyengébbé vált. Az *frx* és *pfj* mutánsok esetében alacsonyabb lignintartalom volt kimutatható, ami összefügghet a törékeny, illetve gyenge szárszerkezettel, bár további sejtfalalkotók (pl. cellulóz) szerepe sem zárható ki.

Génexpressziós vizsgálataink során a mutáns vonalak felső és középső régióiban a *CCoAOMT*, az alsó régiókban a *CAD* gén overexpressziója volt kimutatható, azonban ez nem járt együtt magasabb lignintartalommal. Paprikában jelenleg nincs erre vonatkozó szakirodalmi eredmény. A *tii* mutánsokban a gibberellin-bioszintézishez kapcsolódó *GA3ox1*, *GA20ox* és *GA20ox1* gének túlműködése igazolható volt, ami összhangban áll a mutánsokra jellemző megnyúlt szár kialakulásával.

A többi mutáns szárnövekedésének genetikai hátterét nem sikerült feltárnunk. A jövőben indokolt lenne további a lignin bioszintézisben, az auxintranszportban (*PIN*, *LAX*) és sejtfalszerkezet létrehozásában szerepet játszó gének vizsgálata.

Az eredmények alapján a *Pcx* és *tii* mutánsok potenciálisan alkalmazhatók lehetnek vertikális vagy döntött termesztési rendszerekben, míg az *frx* mutáns törékeny fenotípusa a mechanikai betakarítást segítheti. A *Pcx*, *tii* és *pfj* mutánsok különleges megjelenésük miatt dísznövényként is hasznosíthatók lehetnek, bár a gyakorlati alkalmazhatóság igazolásához szükségesek még üvegházi termesztési kísérletek is.

5. Új tudományos eredmények

1. Paprikára adaptáltunk egy *in vitro* módszertant a foto-, és gravitropizmus vizsgálatára.
2. A *Pcx* mutáns esetében igazoltuk, hogy a fekvő fenotípus a gravitációérzékelés hiányából ered.
3. Meghatároztuk a mutánsok lignintartalmát és szárszilárdságát a szár három régiójában. Az eredmények alapján meghatározható az átlag terméstartalom, melyet a paprika szára elbír, ez utóbbi a paprikatermesztés gyakorlatában is hasznosítható.
4. A *tii*, *frx* és *pfii* mutánsok mindegyikében kimutattuk a *CAD* gén overexpresszióját a szárok alsó régióiban, valamint a *CCoAOMT* gén túlműködését a középső és felső régiókban, de ez nem járt emelkedett lignintartalommal, amely eredmény ellentmond az eddigi szakirodalmi adatoknak és bár a lignintartalom hozzájárul a szár szilárdításához, önmagában nem meghatározó tényező a szárszilárdság kialakulásában.
5. Kimutattuk, hogy a *tii* mutánsok szárának megnyúlása és a hosszú internodiumok a *GA3ox1*, *GA20ox* és *GA20ox1* gének overexpressziójából ered, amelyet kizárólag a szár alsó régiójában detektáltunk, ami új megfigyelés a szakirodalomban, ugyanakkor összhangban van azzal, hogy ezen gének fokozott kifejeződése az internodiumok megnyúlását idézheti elő.

6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Az értekezés témakörében megjelent impakt faktoros szakcikk:

Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Tóth-Lencsés, Kitti Andrea ; Bedő, Janka ; Chan, Khin Nyein ; Kovács-Weber, Mária ; Pap, Tibor István ; Csilléry, Gábor ; Szőke, Antal ; Veres, Anikó

Investigating the Variation between Lignin Content and the Fracture Characteristics in *Capsicum annuum* Mutant Stems

AGRICULTURE-BASEL 14 : 10 Paper: 1771 , 11 p. (2024)

Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Tóth-Lencsés, Kitti Andrea ; Bedő, Janka ; Csilléry, Gábor ; Veres, Anikó ; Szőke, Antal

Evaluation of Abnormal Hypocotyl Growth of Mutant *Capsicum annuum* Plants

AGRICULTURE-BASEL 13 : 2 Paper: 481 (2023)

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent közlemények:

Csilléry, G. ; Ruskó, J. ; Pápai, B. ; Kovács, Zs. ; Fári, M. ; Szamosi, Cs.

THE USE OF TTI AND PCX GENES DURING THE BREEDING OF HANGING ORNAMENTAL “AMPOLNA” TYPE PEPPER VARIETIES

In: Eucarpia, . (szerk.) Eucarpia 2023 - Book of Abstracts

Plovdiv, Bulgária : Center of Plant Systems Biology and Biotechnology (2023)

114 p. pp. 110-111. , 2 p.

Pápai, B. ; Kovács, Zs. ; Csilléry, G. ; Szőke, A. ; Veres, A.

IN VITRO ANALYSIS AND MICROPROPAGATION OF THE TTI (TORTUOUS INTERNODE) CAPSICUM ANNUUM PLANTS

In: Eucarpia, . (szerk.) Eucarpia 2023 - Book of Abstracts

Plovdiv, Bulgária : Center of Plant Systems Biology and Biotechnology (2023)

114 p. pp. 42-42. , 1 p.

Hazai konferencia kiadványban megjelent közlemények:

Pápai, Bánk ; Ivan, Masaba ; Kovács, Zsófia ; Bedő, Janka ; Tóth-Lencsés, Andrea Kitti ; Csilléry, Gábor ; Szőke, Antal ; Veres, Anikó

AZ 'ALBAREGIA' PAPRIKAFAJTA MIKROSZAPORÍTÁSI PROTOKOLLJÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA

In: Bóna, Lajos; Kovács, Szilvia; Molnár, István; Pauk, János; Polgár, Zsolt; Veres, Szilvia; Vida, Gyula (szerk.) Paradigmaváltás a növénynevelésben : A magyar növénynevelők válaszai a nemzetközi trendekre

Debrecen, Magyarország : Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (2025) pp. 130-134. , 5 p.

Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Bedő, Janka ; Khin, Nyein Chan ; Tóth-Lencsés, Andrea Kitti ; Csilléry, Gábor ; Szamosi, Csaba ; Tímár, Zoltán ; Szőke, Antal ; Veres, Anikó

BIOMECHANICAL PROFILING OF THE CAPSICUM ANNUUM FRX MUTANT GENOTYPE

In: Benczúr, Kinga; Gócsa, Elen; Pál, Magda; Pusztahelyi, Tünde (szerk.) FIBOK 2024 6th National Conference of Young Biotechnologists

Budapest, Magyarország : MTA Agrártudományok Osztálya, Mezőgazdasági Biotechnológiai Tudományos Bizottság (2024) 111 p. pp. 42-42. , 1 p.

Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Khin, Nyein Chan ; Kovács-Weber, Mária ; Csilléry, Gábor ; Szamosi, Csaba ; Tímár, Zoltán ; Veres, Anikó ; Szőke, Antal
TTI ÉS FRX PAPRIKA MUTÁNSOK SZÁRKEMÉNYSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

In: Vida, Gyula (szerk.) Hagyomány és megújulás : A magyar növénynevelés helyzete a változó világban : XXX. Növénynevelési Tudományos Napok : Összefoglalók

Martonvásár, Magyarország : HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont (2024) 142 p. pp. 31-34. , 4 p.

Csilléry, Gábor ; Ruskó, József ; Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Fári, Miklós ; Szamosi, Csaba

A tti ÉS Pcx GÉNEK ALKALMAZÁSA AZ ÁMPOLNA TÍPUSÚ PAPRIKA FAJTÁK NEMESÍTÉSE SORÁN

In: Karsai, Ildikó; Pauk, János; Veisz, Ottó; Polgár, Zsolt; Bóna, Lajos (szerk.) XXIX. Növénynevelési Tudományos Napok : Összefoglaló kötet

Martonvásár, Magyarország : MTA Agrártudományi Kutatóközpont (2023) 158 p. pp. 118-118. , 1 p.

Pápai, Bánk ; Becző, Abigél ; Gubala, Dorottya ; Kovács, Zsófia ; Csilléry, Gábor ; Szőke, Antal ; Veres, Anikó

TTI (TORTUOUS INTERNODE) MUTÁNS PAPRIKA IN VITRO ANALÍZISE, MIKROSZAPORÍTÁSI KÍSÉRLETE

In: Karsai, Ildikó; Pauk, János; Veisz, Ottó; Polgár, Zsolt; Bóna, Lajos (szerk.)

XXIX. Növénynevelési Tudományos Napok : Összefoglaló kötet

Martonvásár, Magyarország : MTA Agrártudományi Kutatóközpont (2023) 158 p. pp. 145-148. , 4 p.

Pápai, Bánk ; Gubala, Dorottya ; Loureiro, Bruno ; Kovács, Zsófia ; Veres, Anikó ; Szőke, Antal ; Csilléry, Gábor

GRAVITROPIC AND PHOTOTROPIC RESPONSE OF PROCUMBENT (PCX) AND TORTUOSA (TTI) MUTANT PEPPERS

In: Bánfalvi, Zsófia; Góczy, Elen; Olasz, Ferenc; Pál, Magda; Posta, Katalin;

Várallyay, Éva (szerk.) „FIBOK 2022” : Fialat Biotechnológusok V. Országos

Konferenciája : Program és angol nyelvű összefoglalók

Gödöllő, Magyarország : Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet (2022) 125 p. pp. 57-57. , 1 p.

Pápai, Bánk ; Kovács, Zsófia ; Veres, Anikó ; Szőke, Antal ; Csilléry, Gábor

Pcx PAPRIKA MUTÁNS ELFEKVŐ TULAJDONSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

In: Karsai, Ildikó; Bóna, Lajos; Veisz, Ottó; Polgár, Zsolt; Mihály, Róbert; Balla,

Krisztina (szerk.) XXVII. Növénynevelési Tudományos Napok : Összefoglaló

kötet

Martonvásár, Magyarország : ELKH Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet (2021) 66 p. pp. 46-46. , 1 p.