



***IN VITRO* REGENERÁCIÓ ÉS SZAPORODÁS KÜLÖNLEGES
ÚTJA *SPATHIPHYLLUM* HIBRIDEK ESETÉN**

Doktori értekezés tézisei

MOSONYI ISTVÁN DÁNIEL

Témavezető:

Tillyné dr. Mándy Andrea

Budapest

2014

A doktori iskola

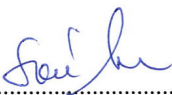
megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

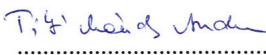
vezetője: Dr. Tóth Magdolna, egyetemi tanár, DSc, Budapesti
Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcstermő Növények Tanszék

Témavezető: Tillyné dr. Mándy Andrea, egyetemi docens, CSc,
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.


.....

Az iskolavezető jóváhagyása


.....

A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI ÉS A KITŰZÖTT CÉLOK

Dolgozatom témája a *Spathiphyllum* taxonok *in vitro* szaporítóanyag-előállításának egy új, korábban még nem alkalmazott módszere, mellyel a hagyományos, a genetikai stabilitás megőrzését szem előtt tartó organogenezis útján végzett, de nagyléptékű (*scale-up*) bioreaktoros technológiára is potenciálisan alkalmas regenerációs lehetőséget kívánok bemutatni. A módszer alapja a vitorlavirágoknál spontán megfigyelt és indukálható speciális rügyszerű szervi-szöveti képződmény (GGB), mely a virágtorzsakon keletkezik. A kísérleteim célja, hogy vizsgáljam:

- ennek a képződménynek a kialakulását virágtorzsából és hajtásokból,
- *in vitro* körülmények között történő szaporításra való alkalmasságát,
- belőle hajtások, sarjak regenerációjának folyamatát, feltételeit
- a hajtástenyészet alternatív módjaként történő alkalmazásának lehetőségét.

Elsősorban gyakorlati szemszögből igyekszem vizsgálni a jelenséget, remélve, hogy a kapott eredmények így könnyebben és közvetlenebbül átültethetők és alkalmazhatók a gyakorlatban. Mivel az irodalomban nem találhatók adatok és leírások ilyen vagy ehhez hasonló jelenségről, ezért a téma újdonsága miatt, és a rendelkezésemre álló lehetőségeket figyelembe véve, módszerként az empirikus megközelítést alkalmazom a téma kidolgozásához.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Steril kultúra indítási kísérletek

A laboratóriumban rendelkezésemre álltak már korábban létrehozott steril hajtás- és GGb-tenyészetek is, ezért a steril kultúraindítások során céloim főként a GGb indukció lehetőségének vizsgálata volt. A steril kultúrát többféle explantátum felhasználásával kíséreltem meg kialakítani: intenzív virágzásban lévő virágtorzsából és hajtásrügyekből, valamint már akklimatizált *in vitro* származású növények virágtorzsájáról. Virágtorzsák felhasználása esetén vizsgáltam azok érettségének hatását is az indítási fázis kimenetelére. Összesen 5 indítási kísérletet végeztem 3 fajtaival, különböző sterilizálási módszerekkel és különböző indító táptalajokkal.

2.2 *Spathiphyllum* GGb telepekkel folytatott kísérletek

2.2.1 Eltérő NES-koncentrációk vizsgálata

A GGb forma regenerációjának vizsgálatához a NES-at kis koncentrációban (0; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5 mgL⁻¹) kombináltam 0,25 mgL⁻¹ BA-nel. Az alaptáptalaj ½× MS volt, kiegészítve 20 gL⁻¹ szacharózzal. A kísérlet 6 hónapig tartott. A lezáró értékelés során megmértem a fejlődött telepek átmérőjét, osztályoztam állapotukat, megszámoltam a telepben található GGb-k darabszámát, és megmértem átmérőjüket. Azoknál a telepeknél, ahol regeneráció indult meg, megmértem a sarjak és gyökök hosszát, megszámoltam a mennyiségüket.

2.2.2 Különböző citokininek alkalmazása folyékony tápközegben

A GGb forma folyadékkultúrák tenyésztésre való alkalmasságának vizsgálatához a GGb tenyészeteket agarral nem szilárdított tápközegben is

elhelyezve vizsgáltam azok reakcióját. Ehhez 3 féle citokinin: BA, BR, MT és egy citokininhatású vegyület, a TDZ négyféle koncentrációját (0,05; 0,1; 0,2; 0,5 mg/l) vizsgáltam. Mindegyik kezelés esetén 2 hónap után értékeltem a GGb telepeket. Mértem a telepátmérőt, a telep tömegét és a peroxidáz-aktivitást (POD), számláltam a GGb-k telepenkénti darabszámát és bonitálással megállapítottam a telepek állapotát.

2.2.3 Emelt makroelem- és szacharóz-koncentráció hatásának vizsgálata

Agarral szilárdított táptalajon, $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BA és $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ NES jelenléte mellett megvizsgáltam, hogy a táptalajban alkalmazott makroelem- és szacharózmennyiség befolyással van-e a GGb telepek fejlődésére. $1\times$ és $2\times$ MS makroelem-koncentrációkat kombináltam 20 és 40 gL^{-1} szacharózzal, kontrollként pedig $0,5\times$ MS makroelemeket használtam szacharóz nélkül. A kísérletet 2 hónap után értékeltem, melynek során megmértem a GGb telepek morfológiai jellemzőit. Biokémiai paraméterként a GGb-k klorofill- és karotinoid-tartalmát, peroxidáz-aktivitását és szárazanyag-tartalmát határoztam meg.

2.2.4 Triazol típusú növekedési retardánsok hatásának vizsgálata

$0,5 \text{ mgL}^{-1}$ paklobutrazol (PBZ) hatására GGb-ből hajtásregenerációt tapasztaltam, a regeneráció folyamatát ezért megvizsgáltam és jellemeztem a peroxidáz-aktivitás változásával. Ezek után a paklobutrazol használható koncentrációját mértem fel egy szélesebb koncentrációtartomány vizsgálatával (0,25; 0,5; 1; 2 mgL^{-1}), egyéb növekedésszabályozók nélkül, agarral szilárdított $\frac{1}{2}\times$ MS táptalajon, 20 gL^{-1} szacharózzal. A tenyészeteket 8 és 12 hét után értékeltem, felmértem a GGb telepek állapotát, a 12. héten pedig POD-aktivitást mértem a GGb telepekből. A flurprimidol (FP) vizsgálata során négyféle koncentrációban ($0,05 \text{ mgL}^{-1}$, $0,1 \text{ mgL}^{-1}$, $0,2 \text{ mgL}^{-1}$

¹ és 0,5 mgL⁻¹) került a kísérleti táptalajokba, 0,2 mgL⁻¹ BA és 0,1 mgL⁻¹ NES használata mellett, agarral szilárdított ½× MS makro- és teljes mikroelem összetétel, 20 gL⁻¹ szacharóz mellett. 3 hónap elteltével mértem a telepek morfológiai jellemzőit és peroxidáz-aktivitását. A FP-kezelések utóhatás vizsgálatához a kezelésekről származó egészséges vagy regenerálódó telepeket passzáltam 0,5 mgL⁻¹ BA és 0,1 mgL⁻¹ NES-tartalmú szilárd ½× MS, 20 gL⁻¹ szacharóz táptalajra, és 5 hónap elteltével a regenerálódás különböző fázisaiban lévő GGb-kból mintát vettem a POD vizsgálathoz, valamint megszámláltam a teljesen regenerálódott telepek számát.

2.3 A *Spathiphyllum* sarjtenyésztéseivel folytatott kísérletek

A sarjtenyészetekkel folytatott kísérletek célja kettős volt; egyrészt annak vizsgálata, hogy *in vitro* sarjtenyészetekből kiindulva is létrehozható-e a GGb forma, másrészt pedig a sarjtenyészetben keresztüli organogenetikus szaporítási forma körülményeinek optimalizálása – az irodalomban a legtöbb szerző a különböző növekedésszabályozók típusaival és koncentrációival foglalkozik, de egyéb tényezőkkel, mint makroelem-koncentráció, szénhidrátellátás, kevésbé.

2.3.1 Különböző szénhidráttípusok hatásának vizsgálata

Négy különböző szénhidráttípus, két diszacharid (szacharóz és maltóz) és két monoszacharid (glükóz és fruktóz) alkalmasságát vizsgáltam hajtástenyészetek energiaellátásának szempontjából. Ezek a cukrok 20 gL⁻¹ koncentrációban kerültek 4,5 g agarral szilárdított MS táptalajba, 0,5 mgL⁻¹ BA és 0,1 mgL⁻¹ NES mellett. A növényi mintákon a tömegnövekedést, a sarj- és levélszám és magasság alakulását, a levélfelület növekedését

mértem. Meghatároztam a növények nettó CO_2 -asszimilációs rátáját, sztómakonduktanciáját és transzspirációját.

2.3.2 Emelt makroelem- és szénhidrát-koncentrációk hatásának vizsgálata

A 16 hétig tartó kísérlet során szacharóz és fruktóz kétféle koncentrációját (20 és 40 gL^{-1}) kombináltam $\frac{1}{2}\times$ -es, $1\times$ -es és $2\times$ -es MS makroelem-koncentrációkkal, hogy megvizsgáljam az emelt makroelem/szénhidrátforrás hatását a sarjtenyészetek hosszabb távú kultúrában tarthatóságára táptalajcsere nélkül. Az értékelésnél lemértem a fejlődött sarjtelemek tömegét, a sarjak számát és egyéb morfológiai jellemzőket. A sarjak szárazanyag-tartalmát, klorofill-tartalmát és a szacharózos táptalajon növekvő növények POD-aktivitását is vizsgáltam.

2.3.3 A paklobutrazol hatásának vizsgálata

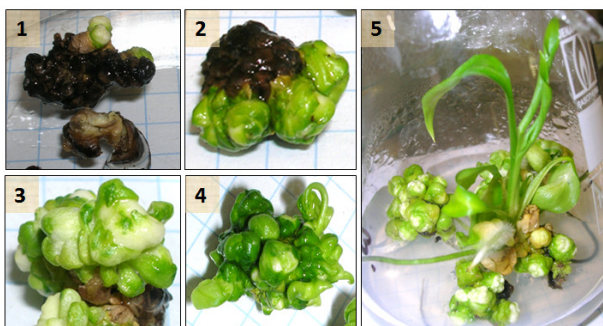
A triazol típusú növekedési retardáns paklobutrazol (PBZ) hatását a sarjtenyészeteken is vizsgáltam annak megállapítására, hogy kivált-e akkora mértékű hajtástörpülést, ami GGb formuláció képződését idézheti elő. A PBZ-mentes kontrolltáptalaj mellett 4 kezelést hoztam létre, melyekben a táptalajt kiegészítettem $0,25$; $0,5$; 1 és 2 mgL^{-1} PBZ-lal. A növényeket 100 napig neveltem ezeken a táptalajokon, majd morfológiailag értékeltem őket (sarjszám, magasság, levélszám, gyökérszám, sarjteleptömeg), megmértem a klorofill-tartalmukat, POD-aktivitásukat, és a fotoszintézishez kapcsolódó gázcseréjüket. Ezután 50 napig növekedésszabályozótól mentes táptalajon pihentettem őket, majd vizsgáltam a különböző PBZ-koncentrációk utóhatását a morfológiai paraméterek, a gázcsere mérésével, valamint sztómaanatómiai vizsgálatokat végeztem. A növényállomány vizsgálatok után megmaradt részét akklimatizáltam.

2.4 Morfológiai paraméterek mérése

2.4.1 GGb telepek

A GGb telepek morfológiai jellemzőinek meghatározása steril körülmények között, a lamináris boxban történt (telepátmérő, hosszúság illetve szélesség, a telepen belüli GGb darabszám, a regenerálódott sarjak és képződött gyökerek száma, GGb teleptömeg). A GGb telepek alakindexének meghatározása az alábbi képlet segítségével történt: $lx-y/\max\{x,y\}$, ahol x és y a telepek hosszúsági és szélességi adatai voltak.

A GGb telepek fejlődési állapotát bonitálással határoztam meg (1. ábra).



1. ábra. A GGb-telepek különböző fejlődési állapota *Spathiphyllum floribundum* ‘Petite’ *in vitro* tenyésztésében
1-elpusztult, 2-pusztulásnak indult, 3-aktívan fejlődő, 4-hajtásregeneráció folyamatban, 5-regenerálódott hajtást tartalmazó

2.4.2 Sarjtenyészet

Hajtástenyészetek esetén mértem a sarjak, levelek és gyökerek számát, a sarjmagasságot. A sarjak össz-levélfelületének méréséhez a leveleket egyesével eltávolítottam a növényről és 600 dpi felbontás mellett beszkeneltem. A levelek alakindexének meghatározása a GGb alakindexéhez használt képlet alapján történt.

2.5 Gázcsere-paraméterek vizsgálata

Infravörös gázanalizátor segítségével mértem az egész sarjak gázcseréjét, meghatározva a növények nettó CO₂ asszimilációs rátáját, CO₂ sztómakonduktanciáját és transzspirációját. A mérés során a műszer hengeres kiképzésű örökzöld mérőfejét (*conifer chamber*) használtam, amelybe belefért egy-egy lombikból kivett sarj teljes egészében. A mérés mindig a napi fényperiódus második harmadában történt.

2.6 Szöveti vizsgálatok

A sztómaanatómiai vizsgálatokhoz negatív levélfelső lnyomatokat készítettem a hajtáscúcon lévő legfelső teljesen kifejlett levelekről, hogy rögzítsem a sztómák állapotát. A levelekről 30 µm vastagságú félvékony keresztmetszetet is készítettem. A preparátumokat fáziskontraszt üzemmódban fénymikroszkóp segítségével optikailag kontrasztosítottam, és a méréseket az Axiovision LE 4.8.2.0 szoftver segítségével végeztem.

2.7 Biokémiai paraméterek vizsgálata

A klorofill- és karotinoid-tartalom meghatározása ARNON (1949) módszere alapján történt.

A szárazanyagtartalom-meghatározáshoz 80 °C-on szárítottam a növényi mintákat 24 órán keresztül, előtte-utána a tömegüket pedig analitikai mérlegen mértem meg 3 tizedes pontossággal.

A peroxidáz (EC 1.11.1.7) (POD) aktivitását SHANNON et al. (1966) módszerével mértem spektrofotometriásan ($\lambda=460$ nm), H₂O₂ szubsztrát jelenlétében ortodianizidin kromogén reagens segítségével.

3. EREDMÉNYEK

3.1 Steril kultúra indítási kísérletek

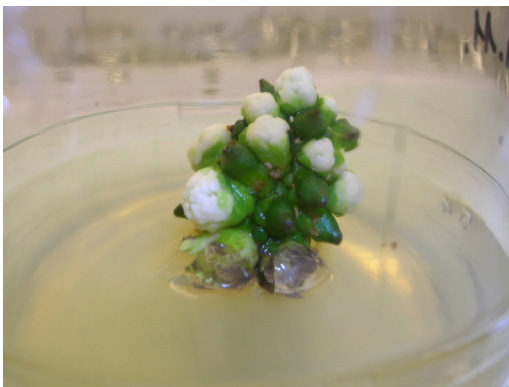
A kultúraindítási kísérletek során hatékony fertőtlenítési eljárást sikerült kidolgozni. A harmadik indítási kísérlet volt az első sikeres, ennek során az összes explantátum másfél hónappal a táptalajra helyezés után bezöldült és megduzzadt, de regeneráció jeleit nem mutatták. Az 5. hónapban egy explantátumnál sikerült megfigyelni a torzsán az egyes virágok között regenerálódó törpehajtásokat, melyek a regeneráció korai stádiumában lévő GGb formákra hasonlítottak. Ezeket a sarjkezdeményeket leválasztva és friss, citokinin-tartalmú táptalajra helyezve rendes GGb formát kaptam (Hiba! A hivatkozási forrás nem található.).



2. ábra. Kialakult GGb telep a leválasztott törpe sarjkezdeményekből, melyek 3 mgL⁻¹ MT tartalmú táptalajon regenerálódtak virágtorzsából

A negyedik és ötödik indítás alkalmával a 'Petite' fajta és egy másik *floribundum* fajta virágtorzsáját használtam fel explantátumként. Az antibiotikum-kezelést elhagytam a sterilizálási folyamatból, és az explantátumokat 3 mgL⁻¹ MT-tartalmú táptalajra helyeztem. A nem ismert nevű fajta virágtorzsáin regenerációt nem tapasztaltam, de a 'Petite' fajta esetében az indító táptalajra helyezés után 1 hónappal jól kivehetően GGb

formációk kezdtek kialakulni a virágtorzsán az egyes virágok között, melyek aztán növekedésnek indultak (3. ábra).



3. ábra. Továbbfejlődő GGb a *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' fajta virágtorzsáján 2 hónappal a 3 mgL⁻¹ MT tartalmú indító táptalajra helyezés után.

A negyedik indítás során a 'Petite' fajta 13 explantátumából 6-nál tapasztaltam regeneráció megindulását 2 hónapon belül, mindegyik GGb formában történt. Az ötödik indításnál 15 explantátumból 1-nél kezdett GGb formálódni 2 hónapon belül.

3.2 A *Spathiphyllum* GGb-telepekkel folytatott kísérletek

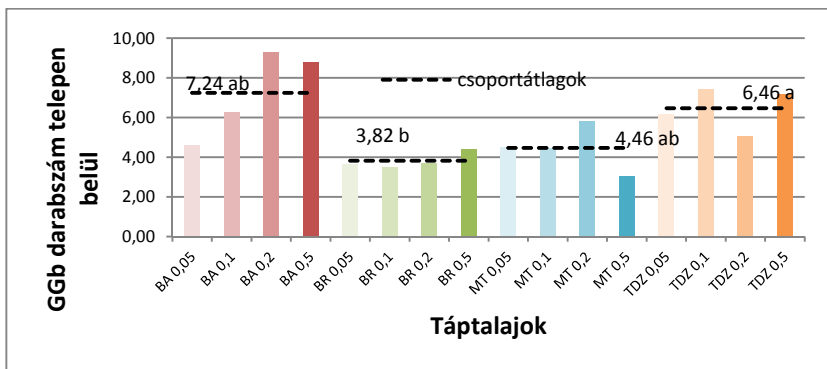
3.2.1 Eltérő NES koncentrációk vizsgálata

A GGb-telepátmérők, az individuális GGb-k mérete és a telepekben lévő GGb testek számának alakulása között nem mutatható ki szignifikáns különbség a különböző NES-koncentrációk hatására. A GGb-telepek növekedésének üteme azonosnak tekinthető az eltérő NES-koncentrációk hatására, a GGb-ből hajtás regenerálódás mértékét vizsgálva azonban

található eltérés a kezelések között. A legtöbb sarjja regenerálódott telepet a 6. hónap végén a legkisebb NES-koncentráció ($0,5 \text{ mgL}^{-1}$) mellett találtam, 22,6 %-ot. A telepek fenntartásához a vizsgált táptalajok közül a $0,75 \text{ mgL}^{-1}$ NES-kiegészítésű lehet az ideális, ezen a telepek 83,3 %-a megmaradt a GGb-állapotban.

3.2.2 Különböző citokininek hatásának vizsgálata folyékony tápközegben

A telepeken belüli GGb-darabszám növekedése a szaporodás elsődleges jelzője, ez a nagy koncentrációjú BA-táptalajok és a TDZ-táptalajok hatására a legnagyobb (4. ábra).

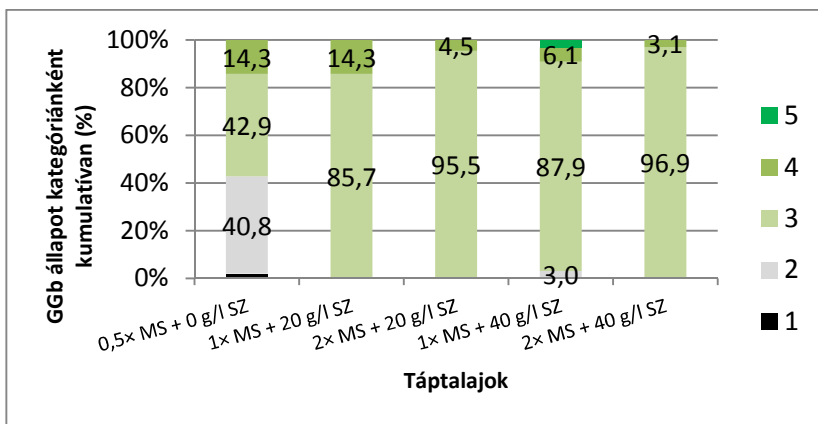


4. ábra. A GGb-darabszám alakulása a folyadékkultúrák tenyésztés során *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* tenyésztésében. A BR hatására alig nő a kiindulási, 3-5 db GGb/telep szám, és a MT-táptalajok hatása sem sokkal jobb. A MT-táptalajok viszont jobban növelik a telepátmérőt, mint a BR-táptalajok, vagyis hatásukra az egyes GGb-k mérete nő meg, és nem a számuk. Ezzel összhangban a fajlagos GGb-tömeg is az MT-táptalajok hatására lesz a legnagyobb.

A folyadékkultúrában vizsgált citokinin kiegészítésű táptalajok általánosságban megtartják a GGb-telepeket a rügyszerű állapotban.

3.2.3 Emelt makroelem- és szacharóz-koncentráció hatásának vizsgálata

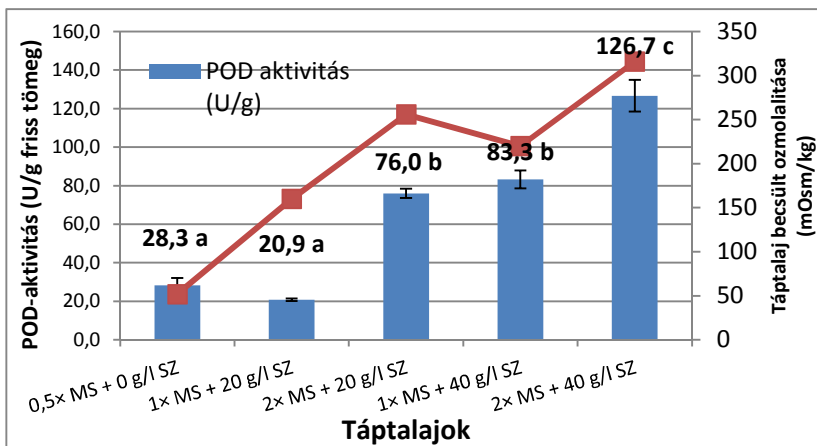
A GGb-telepek a szacharózt is tartalmazó szilárd táptalajokon legalább 85 %-os arányban maradtak meg a 3-as (rügyszerű) állapotban, 2-szeres makroelem koncentráció esetén pedig szinte a kezelést kapó összes GGb-telep (~96 és ~97 %-uk) így viselkedett. A szacharózt tartalmazó kezelésekben nem volt pusztulásnak indult telep, ezzel szemben a kontrollkezelés mellett a GGb-telepek ~41 %-a pusztulásnak indult szacharóz hiányában. A GGb-regeneráció a nagy szacharóz-koncentráció vagy nagy makroelem-koncentráció esetén gátlódik (5. ábra).



5. ábra. Az emelt makroelem- és szacharóz-koncentráció hatása a GGb-telepek fejlődési állapotára *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* tenyésztésében.

A GGb telepek peroxidáz-aktivitása (Hiba! A hivatkozási forrás nem található.) emelkedő tendenciát mutat a táptalaj becsült ozmolalitás értékével ($\psi_{\text{szum}} = \psi_{\text{só}} + \psi_{\text{szacharóz}} + \psi_{\text{agar}}$) összhangban, tehát minél több a

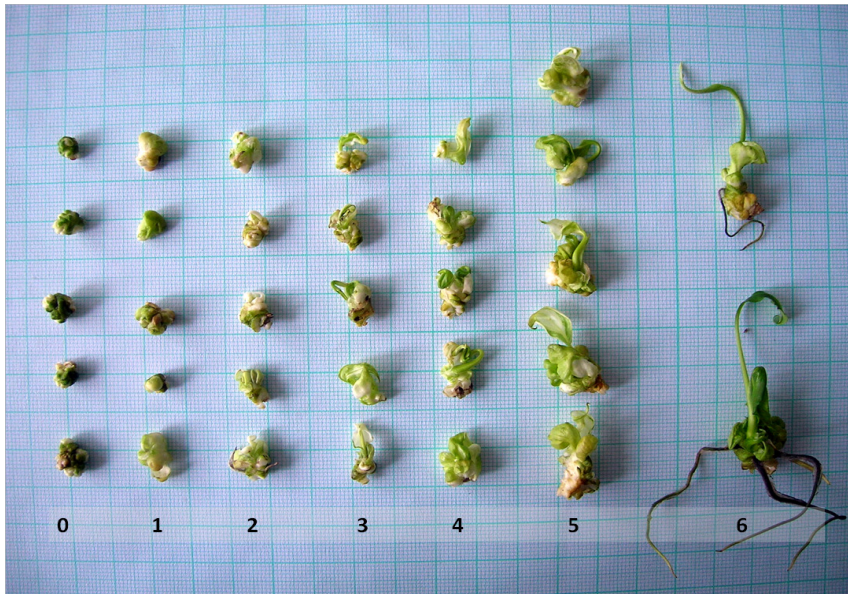
táptalaj oldott szárazanyag-tartalma (EC-je), a POD-aktivitás annál magasabb a GGb-telepekben az abiotikus stressz következtében.



6. ábra. Az emelt makroelem- és szacharóz-koncentráció hatása a GGb-telepek peroxidáz-aktivitására *Spathiphyllum floribundum* ‘Petite’ *in vitro* tenyésztésében.

3.2.4 Triazol típusú növekedési retardánsok hatásának vizsgálata

A $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ PBZ-t és $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ BA-t tartalmazó táptalajon regenerálódó telepekben a hajtássá regenerálódó GGb-k regenerációs folyamata megfigyelhetővé vált, egyszerre jelen voltak a regeneráció eltérő stádiumában lévő alakok. Ezeket megvizsgálva fázisokra bontottam a folyamatot (7. ábra):



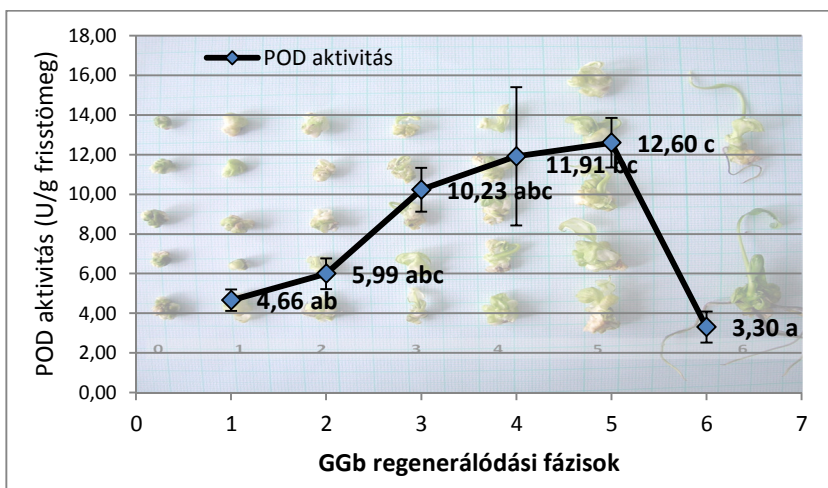
7. ábra. A GGb-k regenerációjának fázisai *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* tenyésztésében.

Az egyes fázisokra jellemző morfológiai állapotleírásokat az alábbi felsorolás szerint lehet összefoglalni.

0. A GGb rügyszerű, a teteje fehér, oldalt a levélkezdemények zöldek, ez a regenerációt megelőző állapot, megfelel a korábbi 3-as állapotkategóriának. A következő 1-6. fázisok pedig a korábbi 4-ként meghatározott állapotkategória alfázisainak tekintendők.
1. Az oldalsó zöld levelek nagyobbak, fejeskáposzta-szerűen borítják a felső fehér részt is.
2. A csúcs kinyílik, a fehér részből fehér levélkezdemények emelkednek ki.
3. A legfelső, fehér levélkezdemény zöldülni kezd.

4. A levélkezdemény még jobban elkezdi kiemelkedni a GGb közepéből, az új levél kipödrődik.
5. Láthatóvá válik a levél alakja, de a levélnyél még rövid.
6. A levélnyél megnyúlik, és egyúttal láthatóvá válik a hajtástengely is.

A gyökérképződés a 6. fázisban szinte mindig bekövetkezik, korábban ugyan nem jellemző, de előfordulhat. Biokémiai vizsgálatok során úgy találtam, hogy a peroxidáz aktivitás mértéke jól jellemzi az egyes fázisokban lévő telepeket (8. ábra).



8. ábra. A POD-aktivitás értékei a GGb regenerálódási fázisokban *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* tenyésztésében

A POD-aktivitás a regeneráció előrehaladásával nő, majd a sarjja alakulást követően hirtelen lecsökken. A PBZ hatására a GGb-telepek kisebb POD-aktivitással rendelkeznek, mint a PBZ-mentes táptalajokon.

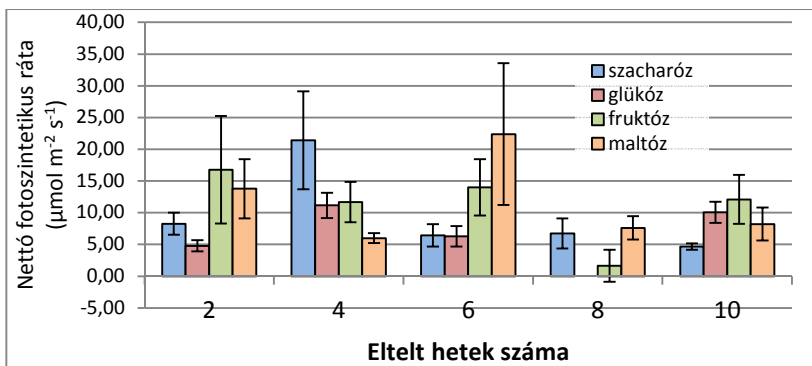
A paklobutrazol GGb-kre alkalmazható koncentrációinak tesztelését egyéb növekedésszabályozó szerek használata nélkül végeztem, $\frac{1}{2}$ MS táptalajon, 20 gL^{-1} szacharóz jelenléte mellett. A megvizsgált koncentrációk az alábbiak voltak: 0,25; 0,5; 1; 2 mgL^{-1} . Már a táptalajra helyezés után 10 nappal a legmagasabb, 2 mgL^{-1} PBZ-koncentráció mellett a GGb-telepek barnulni kezdtek, és lassan elhaltak. A 2 mgL^{-1} PBZ-koncentráció toxikus a GGb-k számára. A flurprimidol koncentrációkat a PBZ koncentráció kísérlet alapján kisebb tartományban választottam meg, és a táptalajokba növekedésszabályozóként még a FP mellett $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ BA és $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ NES is került. A tenyészeteket a kísérlet indítása utáni 12. héten vizsgálva megállapítottam, hogy mindegyik vizsgált FP-koncentráció mellett történt teleppusztulás, de legkisebb mértékű a $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ koncentráció esetén volt. A regenerálódni kezdő telepek aránya ezen a koncentráción elérte a 26 %-ot. A GGb-szám átlagosan 8 körül alakult telepenként, ez 8 hétre vetítve nagyjából megfelel a folyadékkultúrás tenyésztés esetén tapasztalt szaporodási rátának, a többi szilárd táptalajon mérhetőhöz képest pedig magasabb. A flurprimidos kezelések utóhatás-vizsgálatához az értékelés után $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BA-t és $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ NES-at tartalmazó táptalajra helyeztem a GGb telepeket, majd 5 hónap elteltével értékeltem, hogy hány telepnél zajlott le a sarjregeneráció teljesen. A $0,1$ és $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ FP-koncentrációjú kezelés utóhatására 5 hónap múlva az immár $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BA táptalajon lévő GGb-tenyészeteknél a telepeknek több mint 50 %-a alakult át sarjakká.

3.3 A *Spathiphyllum* sarjtenyészeivel folytatott kísérletek

3.3.1 Különböző szénhidráttípusok hatásának vizsgálata

A 9. ábra a nettó fotoszintetikus rátát, a CO_2 -asszimiláció mértékét mutatja a kezelések hatására. Egyértelműen látszik, hogy egy eset kivételével (8.

hét, fruktózos táptalajok) az asszimilációs ráta értéke minden mérésnél pozitív volt, vagyis a növények több CO₂-t vettek fel már az *in vitro* nevelés alatt is, mint amennyi felszabadult a légzésük során. A minták átlagértéke azonban a fruktózos táptalaj esetében (a 8. heti mérési pontnál) is pozitív lett.

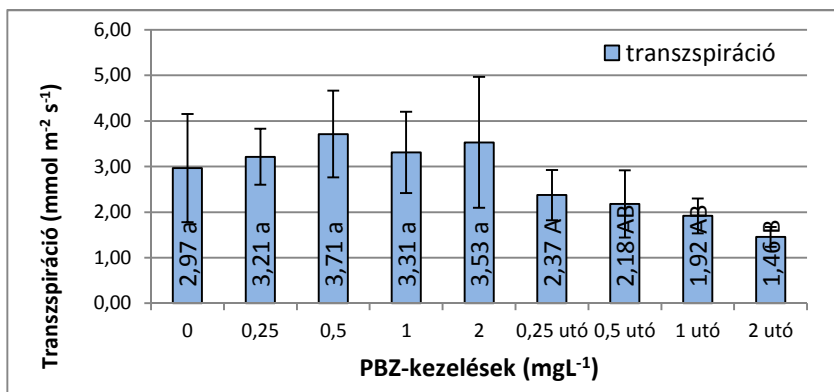


9. ábra. A különböző szénhidráttípusok hatása a nettó CO₂ asszimilációs rátára *Spathiphyllum floribundum* ‘Petite’ sarjtenyészeténél kéthetes időközönként vizsgálva

3.3.2 A paklobutrazol hatásának vizsgálata

A PBZ-kezelések sem azonnal, sem az utóhatás során nem befolyásolták a sarjadzás mértékét a kontrollhoz képest, a kezelések hatására az átlagos sarjmagasság szignifikánsan kisebb volt, mint a kontrollnál mérhető, de a koncentrációk között nem volt nagy különbség. Az utóhatás-vizsgálat során a növekedésszabályozó-mentes táptalajon a két alacsonyabb PBZ-koncentrációjú kezelésben részesült növények magassága normalizálódott, míg a magasabb PBZ-koncentrációk utóhatása továbbra is mérhető volt. A PBZ-kezelés a sarjcsomók tömegét is csökkentette. A PBZ-kezelések a kontrollhoz képest nem befolyásolták számottevően a növények transzspirációját és a CO₂ sztómakonduktanciáját, ellenben a nettó CO₂

asszimilációs ráta a 0,25 mgL⁻¹ PBZ-koncentráció mellett szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest (közel 4-szeres a különbség). A PBZ-koncentráció növekedésével azonban csökken a fotoszintetikus ráta, és a különbség fokozatosan eltűnik a kontrollhoz képest. A PBZ-kezelések utóhatás-vizsgálata során kiderült, hogy a továbbra is fennálló fotoszintetikus aktivitásbeli (nettó CO₂-asszimilációs ráta) eltérések mellett jelentős különbségek jönnek létre a transzspiráció tekintetében is az egyes kezelésben részesült növények között. A transzspiráció mértéke az utóhatás során rendre a kontroll érték alá került, és fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott a PBZ-koncentrációjának növekedésével (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**).

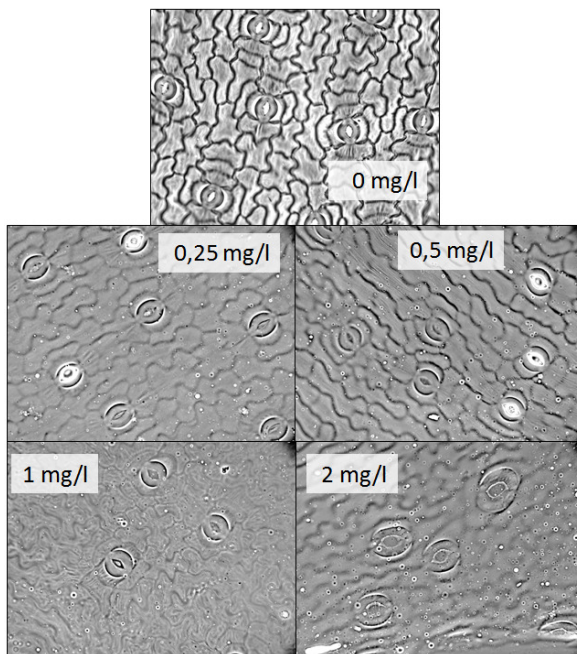


10. ábra. A PBZ-kezelések hatásának vizsgálata *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' sarjtenyészeténél a transzspiráció alakulására

3.3.2.1 Szöveti vizsgálatok

A sztómaanatómiai vizsgálatok szerint a légrések szélessége és hossza a három kisebb PBZ-koncentráció utóhatása esetén megegyezik a kontrolléval, a 2 mgL⁻¹ PBZ kezelés után viszont szignifikánsan nagyobbak ezek a méretek, ennek következtében az e két értékből számított

pórusterület is ennél a koncentrációnál szignifikánsan nagyobb a kontroll és a kisebb koncentrációjú kezelésekkel összehasonlítva. A zárósejtek méretei (hossz és szélesség) a PBZ-koncentráció emelésével a kontrollhoz képest fokozatosan nőnek (11. ábra).



11. ábra. A PBZ-kezelések utóhatása *Spathiphyllum floribundum* ‘Petite’ sarjtenyészeténél a sztómák méretének alakulására

A keresztmetszeteket vizsgálva megállapítható, hogy a kontrollnál a legnagyobb a levélvastagság, a PBZ koncentrációjának növekedésével ez az érték csökken. A kontrollnál és a legkisebb PBZ-koncentráció hatására a sejtek gömbölydedek, vakuolizáltak, magasabb PBZ koncentrációnál viszont kevésbé. Az intercelluláris járatok mérete szintén fordított arányban változik a PBZ alkalmazott koncentrációjával. A kontrollhoz képest a PBZ

hatására a vaszkuláris elemek differenciáltabbá váltak. A mezofillum szerkezetében is változás figyelhető meg: a kontrollnál egysejtsoros a paliszádparenchima, a két alacsonyabb PBZ koncentráció esetén kétsejtsoros, magasabb koncentrációnál nem különíthetők el.

3.4 Új tudományos eredmények

- 1) Megállapítottam, hogy a *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' GGB telepei alkalmasak folyamatosan bemerített folyadékkultúrás tenyésztésre, és ennek következtében nagyléptékű bioreaktoros tenyésztési rendszerben való szaporításra is.
- 2) Megállapítottam, hogy a GGB forma lassabb anyagcserével és fejlődéssel rendelkezik, mint a sarjtenyészetek, ezért ennek következtében alkalmas hosszú távú génbanki tenyészetfenntartásra is minimális növekedési technika alkalmazásával.
- 3) Kimutattam, hogy a *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* sarjtenyészte a táptalajban jelen lévő szénhidrátforrások mellett is pozitív nettó CO₂-asszimilációs rátával jellemezhető már a táptalajra helyezés után is.
- 4) A paklobutrazol transzspiráció-csökkentő hatásának mechanizmusához korábban nem ismert adatokat szolgáltattam: 2 mgL⁻¹ koncentrációban alkalmazva nyitottabb sztómákat eredményez, ennek ellenére magas turgort és vízvisszatartást okoz *in vitro* nevelt *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' esetében, tehát az általa kiváltott transzspiráció-csökkenés nem kizárólag az abszcizinsavhoz kötött sztómaregulációval valósul meg.
- 5) Megállapítottam, hogy a *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' sarjainak és GGB-telepeinek POD-aktivitása között nagyságrendbeli eltérés van, a GGB forma POD-aktivitása magasabb, mint a sarjaké.

A GGb-telepek POD-aktivitását a vizsgált triazolok (paklobutrazol és flurprimidol) hatékonyan csökkenteni képesek, és fejlődési irányukat módosítják.

- 6) A vizsgált triazolok (paklobutrazol, flurprimidol) növekedésszabályozó hatása nem kizárólag a növekedésretardáló hatásban nyilvánul meg; citokininnel együtt alkalmazva segítik *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' esetén a GGb forma sarjja alakulását.
- 7) Végül megállapítottam, hogy a GGb forma *Spathiphyllum* taxonok esetében egy generatív fázisban kialakult törpehajtásnak tekinthető, ami a gibberellinekhez kapcsolható belső gátló tényezők miatt nem tud normális sarjja fejlődni, mindaddig, amíg a gátlás fennáll. A gátlást a gibberellinbioszintézis-gátló triazolok feloldják, és vegetatív irányba módosítják a GGb fejlődését, hajtásregenerációt idézve elő.

4 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1 Kultúraindítás

Az első két indítás sikertelensége az elégtelen sterilizálási eljárás miatt következett be. Ennél a két indításnál a fertőtlenítési procedúra nem tartalmazott higany(II)-kloridos fürdőt. A harmadik indítás során HEGEDŰS (2005) fertőtlenítési protokollját felhasználva és módosítva végeztem a sterilizálást (benomil helyett Nystatin-t alkalmazva és bevezetve a higany(II)-kloridos áztatást) mellyel nagyban sikerült növelnem a sterilizálás hatékonyságát. Ugyanakkor a sikeres sterilizálás ellenére alacsony volt az explantátumok regenerációja, ez két dologra utalhat: vagy a felhasznált citokinin típusa, ill. koncentrációja alkalmatlan a regeneráció kiváltására, vagy az antibiotikum-kezelés növekedésgátlást idézett elő az explantátumban. Az ismételt indítások során ugyanezzel a citokinintípussal és koncentrációval (3 mgL^{-1} MT), az antibiotikum-kezelések elhagyása mellett sikerült regenerációt előidézni az explantátumokból, így a felhasznált antibiotikum-kezelések fitotoxicitása, növekedésgátlást előidéző hatása lehetnek a sikertelen regeneráció okai. A kísérleteimben a fertőtlenítési eljárás az antibiotikumok nélkül is sikeres volt, így az antibiotikum-kezelés alkalmazása nem, vagy csak kellő körültekintéssel javasolható *Spathiphyllum* taxonok kultúraindítása során, a higany(II)-klorid használatát pedig szükségesnek ítélem meg.

4.2 A GGb forma

4.2.1 A GGb-telepek szaporodási rátája

A különféle kísérletekből származó eredményeknél a GGb-telepek szaporodási sebességének összevetéséhez kiszámoltam azok átlagos szaporodási rátáját 2 hónapra vonatkoztatva, átlag 4 GGb/telep kiindulási

mennyiséggel számolva. A szaporításhoz az $\frac{1}{2}\times$ MS makroelem koncentráció mellett a BA és a TDZ a legalkalmasabb citokinin típusok. A táptalaj állagát tekintve a szilárdított táptalajhoz képest a folyékony táptalaj sokkal nagyobb szaporodási rátát biztosít BA használata esetén. A folyékony táptalajon elérhető $3\times$ körüli szaporodási rátát szilárd táptalajon is lehet biztosítani kis BA-koncentráció mellett is, ha annak hatását flurprimidollal katalizáljuk. A triazolok hatására azonban a telepek regenerációja nagyobb mértékű, így a GGb forma megtartásával történő szaporításhoz a legjobb a vizsgált esetek közül a folyékony $0,5\times$ MS táptalaj, 20 gL^{-1} szacharózzal, $0,2 - 0,5\text{ mgL}^{-1}$ BA vagy $0,05\text{ mgL}^{-1}$ TDZ és $0,1\text{ mgL}^{-1}$ NES növekedésszabályozó-kombináció felhasználásával.

4.2.2 A GGb forma sarjja alakulása

Az elvégzett kísérletekből kiderült, hogy a GGb forma melyik kezelés hatására milyen mértékben regenerálódott sarjakká. Teljes regenerációs gátlást csak gibberellinsavas (GA_3) kezelés esetén figyeltem meg, ez egybevág OROSZ (2006) eredményeivel is, aki többféle auxin (NES) + gibberellinsav (GA_3) kombináció esetén is megfigyelte a sarjregeneráció gátlását. A hajtásregeneráció a rendszeresen nem passzált telepek esetében, ha a táptalaj nem tartalmaz gibberellinsavat, egy idő után bekövetkezik, de nem egyszerre, sokszor elhúzódóan. OROSZ (2006) felvetette, hogy mérethatárhoz kötött lehet a regeneráció, én azonban nem tapasztaltam erre utaló jelet, egyaránt megfigyeltem kis- és nagyméretű telepekből történő hajtásregenerációt is. Triazolok nélkül 7-36 % között alakult a sarjregeneráció, triazolok használatával ennél jóval nagyobb értékeket is sikerült elérni, bár egyöntetűen, szinkron lejátszódó regenerációt nem sikerült eddig megvalósítani.

A sarjja történő regeneráció során a GGb-telepek nagy POD-aktivitása mindig kisebb szintre csökken, a GGb-telepek és sarjak POD-aktivitás szintje között egy nagyságrendbeli eltérés van. A hajtásregeneráció mindegyik kezelés esetében hasonlóan zajlott le.

4.2.3 A GGb forma mibenléte

A GGb forma kialakulása minden esetben a virágtorzsán történik, generatív fázisban lévő növényen, főleg *in vitro* körülmények között, hormonhatásra, de előfordulását megfigyeltem *in vivo* is, külső hatás nélkül. *In vitro* (vegetatív állapotú) hajtástenyészetekből nem tudtam megfigyelni a kialakulásukat a vizsgált növekedésszabályozók, -retardánsok, emelt makroelem- és szénhidrát-kombinációk alkalmazásával. Az irodalomban nem találtam erről szóló leírást az előzetesen ezzel a tenyésztéssel dolgozó kollégáim publikációin kívül. Az elektronmikroszkópos szövettani vizsgálatok szerint rügyszerű képletekről, törpehajtásokról van szó (SZALVA, 2003). Sarjja regenerálódásuk, a rügyek „kihajtása” endogén módon gátolt lehet, annak ellenére, hogy nincsenek nyugalmi fázisban, hiszen *in vitro* körülmények között folyamatosan növekednek, szaporodnak. *Spathiphyllum* hibridek termesztése esetén a virágzás megindításához gyakorta használják a GA₃-kezelést, aminek hatására generatív fázisba kerül a növény. Nem közvetlenül a GA₃-szint emelkedése váltja ki a virágzást, hanem a kapcsolt folyamatok. A GA₃-szint megemelkedése oxidatív stresszt okoz, és erre válaszként aktiválódik a γ -glutamilcisztein-szintetáz, megnő a glutation-szintézis. Az oxidatív stressz megemelkedése jól mérhető, a virágzásindukált és virágzó növények összes peroxidáz-aktivitása nagyobb, mint a nem virágzóké (DEWIR et al, 2007). A GGb-telepek a méréseim szerint egy nagyságrenddel nagyobb POD-aktivitással jellemezhetők, mint a vegetatív fázisú sarjak. A virágtorzsáról leválasztott GGb-telepekben

folyamatos osztás és passzálás mellett, vagy hosszabb ideig GA₃-tartalmú táptalajon tartva gátolt a sarjregeneráció, a GGb-telepek megőrzik formájukat, és a nagy POD-aktivitásukat. GA₃ nélküli táptalajon hosszabb ideig nem osztva a tenyészeteiket, elindul a regeneráció. A gibberellin-bioszintézist gátló anyagok hatékonyan csökkentik a GGb-telepek POD-aktivitását, és serkentik a sarjja alakulás folyamatát. Ezek alapján a GGb forma egy generatív fázisban lévő törpe hajtáskezdeménynek tekinthető, melyben endogén gátlás következtében nincs megnyúlás. Az endogén gátlás kialakításában és fenntartásában az adatok és eredmények alapján a gibberellineknek van szerepe. A gibberellinbioszintézis-gátló triazolok hatására azonban a GGb telepek könnyebben kerülnek vissza vegetatív fázisba, amit mutat a sarjja regenerálódás nagyobb mértéke, és a biokémiai jellemzők közül a POD-aktivitás egyértelmű és nagymértékű csökkenése.

4.3 A szénhidráttípusok hatása a sarjtenyésztetre

A különböző szénhidrátok hatását vizsgálva a sarjtenyészetek fejlődésére megállapítható, hogy 2 w/v% koncentrációban a monoszacharidok, - a fruktóz valamint a glükóz -, jobb hatással vannak a növények fejlődésére, mint a szacharóz, a maltóz használata viszont a többi szénhidrátforráshoz képest kifejezetten előnytelen. Az irodalmi források közül egy sem vizsgálta a szacharóztól eltérő szénhidrátok hatását a sarjtenyésztetben. Eredményeim szerint a szacharóztól eltérő szénhidrátforrások (fruktóz, glükóz) is alkalmasak *Spathiphyllum* 'Petite' *in vitro* nevelése során, sőt, pozitív hatásokkal rendelkeznek. A nemredukáló diszacharid, a maltóz viszont nem ajánlható. Az általam mért nettó CO₂-asszimilációs ráta értékek 20 gL⁻¹ (2 %) szacharóz mellett egy nagyságrenddel nagyobbak, mint a 30 gL⁻¹ (3 %) vagy 60 gL⁻¹ (6 %) szacharóz esetén mérhető értékek 'Petite' fajtánál VAN HUYLENBROECK et DEBERGH (1996) eredményeihez képest, akik

FONNESBECH et FONNESBECH (1979) protokollja alapján nevelték *in vitro* a növényeket 2 mgL⁻¹ PBA citokinin mellett. A magasabb (és egyébként pozitív) nettó CO₂-asszimilációs ráta a növények könnyebb akklimatizálhatóságát is magával vonja (KUBOTA, 2001).

A szaporodási rátákat tekintve az irodalmi források eredményei egymás közt illetve az általam kapott szaporulati rátával nem közvetlenül összevethetőek, mert amellet, hogy csak 3 %-os koncentrációban alkalmaztak szacharózt, más hormonszintekkel is dolgoztak; leggyakrabban 1-2 mgL⁻¹ (~4-8 μM) BA felhasználásával, míg én kisebb, 0,5 mgL⁻¹-es koncentrációban alkalmaztam a citokinint. Az eltérő időtartam alatt mért szaporulati ráta is nehezen egységesíthető, mert, ahogy megmutattam, nem lineárisan változnak az egyes paraméterek az idő függvényében. A szerzők túlnyomó többsége 1-2 mgL⁻¹ BA-t használ a szaporításra, mely azonban sokkal inkább lecsökkenti a növények méretét, mint az általam alkalmazott 0,5 mgL⁻¹ koncentráció. A kevésbé rejuvenilizálódott növényeknek viszont kevesebb időre van szüksége az akklimatizálódáshoz. Tehát csak az újonnan fejlődött sarjak abszolút mennyisége alapján még nem értékelhető egy szaporítási technológia, hiszen ezen sarjak egyéb paraméterei (magasság, tömeg – amiket sok forrás nem közölt) nagyban befolyásolják, hogy a felszaporítási szakaszt követően mennyi idő alatt nevelhető az adott állományból akklimatizált növény.

4.4 A paklobutrazol hatása a sarjakra

Bár egyes források szerint a paklobutrazol képes növelni a növények endogén citokininszintjét (ZHU et al., 2004), ez nem nyilvánult meg a kísérlet során a sarjszámnövekedés szempontjából. A növekedésgátlás viszont erőteljesen látszódott a növénymagasságokat vizsgálva a kezelés

után. A kezelt növények magassága PBZ-mentes táptalajon 50 nap után kezdett normalizálódni, a két kisebb koncentrációjú PBZ-kezelés után a növények levél- és gyökérszáma szignifikánsan meghaladta a nagyobb koncentrációjú PBZ-kezeléseknél mérhető értékeket. A legnagyobb, 2 mgL^{-1} PBZ koncentráció utóhatásvizsgálata során a sarjcsomók tömege elérte a kontroll szintjét, de a magasságuk nem. Ez fokozott asszimilátumfelhalmozásra utalna, de sem a szárazanyag-tartalom, sem a fotoszintetikus ráta nem ezt mutatja. Ehelyett nagy valószínűséggel a növényben felhalmozódó víz járul hozzá a tömegnövekedéshez. A nagy turgor így szélesre nyitott sztomákat eredményez.

A nagy PBZ-koncentráció mellett mért nagyobb sztomanyitottságot magyarázhatná még, hogy a PBZ képes növelni a növényi szövetek endogén citokininszintjét (ZHU et al., 2004), valamint az IES koncentrációját is (NAGY et al, 1991, ZHENG et al, 2012). Mind a citokininek (WANG et al., 1994), de különösen az IES nagymértékben hatással van a sztomanyitódásra (PEMADASA, 1982; COUSSON, 2010). Azonban a fokozott endogén citokininszintézisre utaló jelet nem tapasztaltam, valamint a megemelkedett POD-aktivitás nem a nagyobb, hanem inkább a kisebb IES-szintet segítheti elő, mert az IES-oxidáz aktivitás kizárólag a peroxidázoknak tulajdonítható (SHINSHI et NOGUCHI, 1975).

A paklobutrazol a többi triazolhoz hasonlóan egyes növényeknél növelheti az abszcizinsav koncentrációját (ASARE-BOAMAH et al, 1986; UPRETI et al., 2013), ám néhány esetben csökkenti (WANG et al, 1987; BUTA et SPAULDING, 1991). Az abszcizinsavnak nagy szerepe van a sztomazáródás indukálásában (LIOTENBERG et al, 1999), és ezáltal a transzspiráció csökkentésében. *In vitro* növényeknél azonban az

abszizinsav nem minden esetben vált ki sztómazáródási reakciót (BRAINERD and FUCHIGAMI, 1982; WARDLE et SHORT, 1983), az *in vitro* fejlődött sztómák szerkezeti eltérései miatt (ZEIGER, 1983). HAZARIKA et al. (2002) szerint *Citrus*-féléken a PBZ *in vitro* táptalajba adagolva csökkentette a sztómanyíltságot, én ennek az ellenkezőjét tapasztaltam *Spathiphyllum* esetén: 2 mgL^{-1} koncentrációban jelentősen növelte a sztómák nyitottságát, ugyanakkor a transzspiráció jóval kisebb lett. Az eredmények alapján a PBZ által kiváltott *in vitro* transzspiráció-csökkenés nem kizárólag az abszizinsavhoz kötött sztómaregulációval valósul meg. A nyitott sztómák melletti kisebb transzspiráció magyarázata lehet, hogy valamilyen okból kifolyólag akadályozott a víz leadása a sejtekből az intercelluláris járatokba, ahonnan kikerülhet a vízgőz a sztómán keresztül. Eredményeim azt mutatják, hogy a keresztmetszeti felvételeknél a nagy, 2 mgL^{-1} PBZ-koncentráció esetén a többi kezeléshez képest kisebbek voltak az intercelluláris járatok, másrészt irodalmi adatok szerint a PBZ hatására megváltozik a sejtfaalak poliszacharid összetétele (WANG et al., 1986), ami a vízvisszatartásban játszhat szerepet. TARI (2003) eredményei szerint a PBZ-lal kezelt babnál egységnyi felületre vetítve nem kisebb a transzspiráció, és a kezelt növényeknél a transzspiráció-csökkenés csak abból adódik, hogy kisebb volt a levélfelület. A *Spathiphyllum* esetében mért adataim szerint a PBZ transzspiráció-csökkentő hatása egységnyi felületre vetítve is érvényesül.

4.5 A gyakorlat számára hasznosítható eredmények

A *Spathiphyllum* fajták mikroszaporítása során a GGb forma alkalmazása nagyon előnyös lehet a folyamatosan bemeztett folyadékkultúrák bioreaktoros rendszerekben, mert nem kell külön távtartót alkalmazni a levegőztetés megoldásához, és ár-ápály rendszert sem kell alkalmazni, mint

ahogy azt sarjak esetében tették (WATAD et al., 1997; DEWIR et al., 2006). A GGb formának a túléléshez és szaporodáshoz elegendő, ha a közeg folyamatos mozgásban van.

A GGb-telepek lassabb anyagcseréje következtében ez a forma alkalmas hosszú távú, génbanki tenyésztetmegőrzéshez lassan növekedő tenyészet formájában, ún. minimális növekedési technika (minimal growth technique) alkalmazásával.

A GGb-telepek nedves környezetben lombikon kívül is hónapokig életképesek (a dolgozatban részletesen nem tárgyalt megfigyeléseim alapján), így megfelelő regenerációs technológia rendelkezésre állása esetén akklimatizálás nélküli szaporítóanyagként is felhasználhatók, egyfajta szintetikus magként.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

NEM IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKK

Mosonyi István Dániel, Ördögh Máté, Tillyné Mándy Andrea (2013): A paclobutrazol hatása *Galanthus elwesii* Hook mikroszaporítása során. *Kertgazdaság*, 45, (4), 50-55.

Mosonyi István Dániel, Tillyné Mándy Andrea, Stefanovitsné Bányai Éva (2014): A táptalaj ozmotikus potenciáljának hatása *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' fejlődésére *in vitro* hajtás- és rügyklasztertenyészeteknél. *Kertgazdaság* 47, (2), 54-59.

MAGYAR NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNY (ABSZTRAKT)

Mosonyi István Dániel, Jámborné Benczúr Erzsébet, Tillyné Mándy Andrea, Orosz Júlia (2009): A *Spathiphyllum floribundum* 'Petite' *in vitro* tenyésztésében a regeneráció különleges formája.

Lippay – Ormos - Vas Tudományos Ülésszak, 2009. október 28-30, Budapest, Összefoglalók, Kertészettudomány, 42-43. ISBN: 978-963-503-397-3

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNY (FULL PAPER)

I.D. Mosonyi, A. Tilly-Mándy , E. Jámbor-Benczúr (2012): Effect of increased sucrose and macroelement levels in the medium by *in vitro* propagation of *Spathiphyllum* 'Petite'. *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010)*, 2010. augusztus 22-27, Lisszabon, Portugália, *Acta Horticulturae* 937, 197-201.

I.D. Mosonyi, A. Tilly-Mándy, E. Stefanovits-Bányai (2012): Growing *Spathiphyllum in vitro*: evaluation of some combinations of carbohydrate sources and minerals in the media regarding peroxidase enzyme activity and chlorophyll content. *VII International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding*, 2011. szeptember 18-22, Ghent, Belgium, *Acta Horticulturae* 961, 279-284.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ NEM KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

NEM IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKK

Kohut Erzsébet, **Mosonyi István**, Jámborné Benczúr Erzsébet (2009): Különféle növekedésszabályozók hatása a *Leucojum aestivum in vitro* szaporítása során. *Kertgazdaság*, 41, (2), 75-81.

Tillyné Mándy Andrea, Csikota Ágnes, Honfi Péter, **Mosonyi István Dániel** (2009): Évelő *Geranium* taxonok termesztése cserepes virágos dísznövényként. *Kertgazdaság* 41, (3), 67-71.

Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Stefanovits-Bányai, É., **Mosonyi, I.D.**, Köbli, V., Hrotkó, K. (2010): The effect of 5-aminolevulinic-acid (ALA) on the development of *Saintpaulia ionantha*. *International Journal of Horticultural Science* 16, (5), 33-36.

Feigel-Terék, O., Jámor-Benczúr, E., **Mosonyi, I.**, Máthé, Á. (2010): Effect of 1-MCP and chemicals on the vase life of *Rosa hybrida* L. cv. 'Bordeaux'. *International Journal of Horticultural Science* 16, (2), 13-16.

Tillyné Mándy Andrea, Honfi Péter, Stefanovitsné Bányai Éva, Köbli Viktória, **Mosonyi István Dániel**, Hrotkó Károly (2010) A Pentakeep-V hatása a *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. fejlődésére. *Kertgazdaság*, 42, (3-4), 112-119.

MAGYAR NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNY (FULL PAPER)

Mosonyi István, Ördögh Máté, Tillyné Mándy Andrea (2009): Eredmények a sásliliom (*Heimerocallis*) 'Carey Quinn' fajta mikroszaporításában. XV. *Növénynevelési Tudományos Napok*, Budapest, 2009. március 17. In: Veisz Ottó (szerk.) Hagyomány és haladás a növénynevelésben, 357-361. ISBN: 978-963-508-575-0

Tillyné Mándy Andrea, Stefanovitsné Bányai Éva, Ördögh Máté, Császár Orsolya, **Mosonyi István** (2009): Árnyékliliom tenyészetek szaporítási és enzimaktivitási kérdései. XV. *Növénynevelési Tudományos Napok*, 2009. március 17. In: Veisz Ottó (szerk.) Hagyomány és haladás a növénynevelésben, 492-496. ISBN: 978-963-508-575-0

Péter Honfi, Viktória Köbli, Zita Felszner, **István Dániel Mosonyi**, Andrea Tilly-Mándy (2012): The application of some fungicides as alternative growth retardant in pot plant production. *2nd Symposium on Horticulture in Europe (SHE 2012)*. 2012. július 1-5, Angers, Franciaország, Jean-Claude Mauget, Stéphanie Godet, Anais Nguyen The (ed.): Book of Abstracts, 80.

ANGOL NYELVŰ KONFERENCIAKIADVÁNY (FULL PAPER)

O. Terék, **I. Mosonyi** and E. Jámor-Benczúr, F.A. Hassan, Á. Máthé (2010): Effect of different treatments on vase life of carnation 'Gioko'. VI. *International Postharvest Symposium*, 2009. április 8-12, Antalya, Törökország, *Acta Horticulturae* 877, 1757-1762.