

Budapesti Corvinus Egyetem

**BIOSTIMULÁTOROK HATÁSA *PRUNUS MAHALEB*
HAJTÁSDUGVÁNYOK GYÖKERESEDÉSÉRE**

Doktori (PhD) értekezés

Szabó Veronika

Budapest, 2015

**A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának
2015. június 9.-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló
bizottságot jelölte ki:**

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Papp István, DSc, BCE

Tagjai

Pénzes Béla, CSc, BCE

Bujdosó Géza, PhD, NAIK

Oláh Róbert, PhD, BCE

Szafián Zsolt, PhD, Prenor Kft.

Opponensek

Szalai József, CSc, nyug. egyetemi docens

Simon Gergely, PhD, BCE

Titkár

Kohut Ildikó, PhD, BCE

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola
tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok
vezetője: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

Témavezető: Dr. Hrotkó Károly
egyetemi tanár, DSc
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, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Irodalmi áttekintés	8
2.1. A sajmeggyek jelentősége és szaporítás	8
2.1.1. A sajmeggy általános ismertetése	8
2.1.2. <i>Prunus mahaleb</i> , mint alany	9
2.1.3. A sajmeggy alanyfajták szaporítása és termesztéstechnológiája	10
2.2. Hajtásdugványozás a faiskolai szaporításban	12
2.1.1. A hajtásdugványozás fogalma, technológiai elemei, előnyei és hátrányai	12
2.3. Járulékos gyökérképződés folyamata	15
2.3.1. A járulékos gyökérképződés lépései	15
2.3.2. Főbb hormonális folyamatok a járulékos gyökérképződés során, serkentő és gátló folyamatok	18
2.3.3. A járulékos gyökérképződést befolyásoló további endogén tényezők (tápanyagok, egyéb vegyületek szerepe, rizokalin elmélet)	26
2.4. Az anyanövények kondíciójának szerepe a járulékos gyökérképződésben	32
2.4.1. Az anyanövények hormon-, víz- és tápanyagtartalmának hatása a gyökérképződésre	33
2.4.2. Az anyanövények életkorának, kialakításának hatása a dugványozásra	34
2.4.3. Az anyanövények prekondicionálási módjai	36
2.4.4. A dugványok szedési időpontjának, egyéb élettani folyamatainak hatása a dugványszedés során	38
2.5. Növényi növekedésszabályozók (PGR-ek) a növényi szaporításban	39
2.5.1. Biostimulátorok, bioregulátorok fogalma, használata a mezőgazdasági, kertészeti gyakorlatban	40
2.5.2. A kísérlet során használt biostimulátorok hatásainak irodalmi áttekintése	42
3. Célkitűzések	44
4. Anyag és módszer	45
4.1. A kísérlet helyszíneinek jellemzése	45
4.2. A kísérletbe vont sajmeggy fajták és az anyanövénytelep bemutatása	46
4.3. A felhasznált szerek hatóanyagai és összetevői	47
4.4. A kísérletek menete	48
4.4.1. Anyanövények kezelése és a hozzátartozó mérések	48
4.4.2. Kezeletlen anyanövényekről származó dugványok kezelése és méréseik	51
4.5. Műszeres mérések ismertetése	53
4.5.1. Fotoszintézismérő készülékkel (LCi) végzett mérések	53
4.5.2. HPLC-mérések	54
4.5.3. Acetonos klorofillmérés	55
4.6. Begyűjtött adatok feldolgozása és statisztikai értékelésük	56
5. Eredmények	57
5.1. Anyanövény kezelések eredményei	57
5.1.1. A kísérletben szereplő anyanövények tulajdonságainak (törzsvastagság és magasság) alakulása az évek során	57

5.1.2. Az anyanövények hajtás- és dugványhozamának alakulása	58
5.1.3. A biostimulátorokkal kezelt anyanövények leveleinek pigment tartalma	63
5.1.4. A biostimulátorokkal kezelt 'Bogdány' anyanövények fotoszintetikus aktivitása	66
5.1.5. A biostimulátorokkal kezelt anyanövények hajtásainak és az egyhetes dugványok IES-tartalma	68
5.1.6. A kezelt anyanövényekről származó dugványok gyökeresedése és a gyökeres dugványok nyers- és száraztömegének alakulása	70
5.2. A dugványkezelések eredményei	85
5.2.1. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok gyökeresedési arányának alakulása	85
5.2.2. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok nyers- és száraztömegének alakulása	88
6. Következtetések	107
6.1. Anyanövények kezelésének hatása azok növekedésére, éves hajtáshozamára és a dugványok minőségére	107
6.1.1. A kezelések hatása az anyanövények törzskörméretére és magasságára	107
6.1.2. A hajtás- és dugványhozam alakulása a kezelések hatására	107
6.1.3. Az anyanövény kezelések hatása a levelek pigment tartalmára	109
6.1.4. A fotoszintetikus aktivitás alakulása a kezelések hatására 'Bogdány' anyanövényeken	110
6.1.5. Az anyanövény kezelések hatása az anyanövények hajtáscsúcsában és az egyhetes dugványok alapi részén mért IES-tartalomra	111
6.1.6. Az anyanövény kezelések hatása a dugványok gyökeresedésére, nyers- és száraztömegének alakulására	112
6.2. A dugványkezelések hatásai	114
6.2.1. A különböző dugványkezelések hatása a gyökeresedési arányra	114
6.2.2. A kezelések hatása a dugványok nyers- és száraztömegének alakulására	116
7. Új tudományos eredmények	117
8. Összefoglalás	118
9. Summary	121
10. Irodalomjegyzék	124
11. Melléklet	142
Köszönetnyilvánítás	144

1. BEVEZETÉS

A hajtásdugványozás a vegetatív, azon belül az autovegetatív szaporításmódok közé sorolható, amely során a szaporítandó növényi résznek a leválasztás után kell regenerálnia. Ebből adódóan a járulékos gyöker regenerálódásához szükséges idő alatt a hajtásdugványozáshoz használt, leveles hajtásrészt, rajta a levelekkel életben kell tartani. Az ehhez szükséges optimális környezeti tényezők biztosítása elengedhetetlen.

A legtöbb növény szaporítható dugványozással. Fás dugványozással elsősorban a bogyós gyümölcsűeket, valamint a szilvaalanyokat (Hartmann et al. 1997, Hrotkó 1999, Szecsó 2004, Sándor 2011) szaporítják. A fás dugványozás a magvetést és bujtást követően a legolcsóbb szaporítási mód a tömeges csemete-előállításához. A hajtásdugványozás ezzel szemben drágább eljárás, ugyanakkor a nehezebben gyökeresedő fajok és fajták magasabb eredési arányt mutatnak, köszönhető ez a technológia fejlődésének (anyanövények kialakítása, serkentőszerek használata, ködpermetezéssel ellátott szaporítóházak), amelyekkel védik a leveles hajtásokat a szaporítás során (Hartmann et al. 1997).

Emellett nagyobb szaktudást igényel, mint a magvetés vagy esetleg a fás dugványozás, mivel a hajtásdugványozáskor jelentősége van a hajtás szöveti felépítésének és fejlettségének, vagyis a hajtásdugványozásra alkalmas hajtások szedési idejének optimális megválasztásának. Fás növényeknél a hajtás csúcsát éretlen állapota miatt eltávolítják a dugványvágáskor, mivel fásodó szöveti részek híján könnyen veszít vizet, lankad, amely később a ködpermetezés következtében könnyen rothadásnak indul, fertőzési gócot létrehozva. A hajtások az alapi rész felé haladva egyre több fás szövetet tartalmaznak.

A faj, fajta igényei, növekedési erélye és az időjárás szerint a hajtásdugványozás megfelelő ideje május végétől július végéig tart a hazai gyümölcsfajok legtöbbjénél (Hrotkó 1999). Az első szedés időpontját elsősorban május közepére időzítik, hogy a szedést követő új, másodlagos hajtások is beérjenek a nyár folyamán, így egy vegetációs időszakban akár három szedést is be lehet tervezni az üvegház kapacitásához, a munkaerő meglétéhez és természetesen a piac igényeihez igazodva, hazai körülmények között. Azzal viszont számolni kell, hogy az adott területről, eltérő időpontban szedett hajtások eltérő gyökeresedési arányt nyújtanak, és a gyökeres dugványcsemeték téli túlélési aránya is változhat, attól függően, mikor dugványozták (Hamar 2006). Ugyanígy befolyásolja a dugványok fiziológiai állapotát, hogy milyen éghajlati adottságú területről származik még akkor is, ha ugyanarról a fajról vagy fajtáról van szó (Hartmann et al. 1997, Mesén et al. 1997).

A XIX.-XX. század nagy előrelépése a mikroszaporítás volt, amely erősen támaszkodott a korábbi élettani felfedezésekre. Ennek a módszernek a kidolgozását követően kialakulhattak a növényeket nagy számban felszaporítani képes ún. növénygyárak. Azonban, mint minden

módszernek, ennek is vannak hátulütői, a fás szárú növények szaporítási rátája a mikroszaporítás során alacsony, időigényes, és ebből fakadóan költséges, így ezen a területen a mai napig az ókorból fennmaradt autovegetatív (bujtás, dugványozás), xenovegetatív (szemzés, oltás) módszerek maradtak az elsődleges szaporítási eljárások.

A korszerű mezőgazdaság a tudományos ismereteket felhasználva számos műtrágyát, talajjavító anyagot, növényvédőszerrel dolgozott ki, és juttatott a talajokba, növényekre, a környezetbe. Ezeknek a szereknek a mértéktelen felhasználása volt jellemző a XX. század második felében. A hosszútávú hatásokat felismerve (Carson 1962) világszerte szigorították a mezőgazdaságban felhasználható vegyszerek gyártását, kijuttatását. Az elmúlt néhány évtized alatt az emberiség kezdte felismerni a fenntartható környezethasználat hosszútávú előnyeit és szükségességét. Ennek hatása megmutatkozik a kijuttatott szerek mennyiségében és minőségében is.

Mind nagyobb hangsúlyt kapnak a természetes eredetű vagy a környezetet kevésbé terhelő növekedésszabályozó, elsősorban az élettani folyamatokat serkentő anyagoknak a használata. Ezek a bioregulátorok, biostimulátorok a természetes folyamatokat erősítik, így növelve a növényi produktíót. A gyakorlatban való alkalmasságukat bizonyítja, hogy az elmúlt néhány évben több, a témában rendezett tudományos konferenciát szerveztek Európában (2007-ben Prágában, 2008-ban Varsóban).

Szántóföldi növények termesztésében már megalapozott a használatuk (Beckett és van Staden 1989, Bingshan et al. 1998, Hotta et al. 1997, 1998, Jenkins és Mahmood 2003, Kositorna és Smolinski 2008), azonban kertészeti kultúráknál (North és Wooldridge 2003, Tillyné et al. 2010), főleg faiskolai vonatkozásban még kevés ismerettel rendelkezünk ezeknek a természetes növekedésszabályozóknak a hatásáról (Magyar et al. 2008, Hajdú 2010, Szabó 2009).

Kísérleteimet három sajmeggy alanyfajtán és egy hazai szelekcióból származó fajtajelölt sajmeggyen végeztem el, mivel a magyar cseresznyetermesztésben ezeknek a vegetatíván szaporított alanyfajtáknak a használata terjedőben van (1. ábra), valamint a hazai nemesítésű fajtáknak nagy előnye, hogy jobban alkalmazkodtak a hazai környezeti viszonyokhoz (Hrotkó and Magyar 2004), így növelve a biztosabb, intenzív rendszerű cseresznyetermesztést. Ez a művelésmód megköveteli a növekedést mérséklő, korai termőre fordulást előidéző alanyokat (Gyeviki 2011), amelyeket főképp vegetatív úton szaporítanak, elsősorban hajtásdugványozással (Hrotkó 1982, Magyar 2003). A hajtásdugványozással történő szaporítás technológiájának fejlesztésében új lehetőséget nyújtanak a biostimulátorok. Munkám fő célja a sajmeggy alanyok hajtásdugványozásának technológiai fejlesztése biostimulátorok használatával.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A sajmeggyek jelentősége és szaporítása

Az alanyhasználat napjainkra nemcsak a gyümölcsfajták szaporítása miatt jelentős, hanem sokkal inkább a termesztéstechnológiában nyújtott előnyeik miatt. Cseresznye- és meggytermesztésben régebben a talaj határozta meg az alanyválasztást. A jobb talajokhoz vadcsereznyét, a gyengébb talajokhoz sajmeggyet használtak a cseresznyeoltványokhoz, míg meggyhez sajmeggyet, mindkét esetben főleg magcsemetét. Mára szerencsére ez a szűk választási lehetőség jelentősen kibővült. Napjainkra a több évtizedes kutatómunka eredményeképpen az alanyválaszték is kibővült. Így ma már az alanyválasztás szempontjai között ugyanúgy nagy jelentősége van a növekedés szabályozásának, a korai termőre fordulásnak, termőképesség növelésének, a kiváló kompatibilitásnak, az egységes növényállománynak és a környezeti tényezőkhöz való alkalmazkodásnak vagy a növényi kórokozók és kártevők elleni toleranciának vagy rezisztenciának (Hrotkó 2003).

2.1.1. A sajmeggy általános ismertetése

A sajmeggy (*Cerasus mahaleb* (L.) MILL. syn. *Prunus mahaleb* L.) kis termetű fa vagy cserje (Surányi 2003), míg Tóth (2012) inkább 5-10 m magas kis fának, esetleg alulról ágas magas cserjének határozza meg. Rövid törzsön laza ágrendszerrel széles, gömbölyded koronát nevel. Kérge sötét, hosszirányban finoman repedezett, vesszői világosszürkék, többnyire vékonyak, ívesen lehajlóak, fiatal hajtásai finoman szőrösek (Tóth 2012). Hajtásai és fája erős kumarin illatú. Hajtásrendszere lehet szőrös (ssp. *mahaleb*) vagy kopasz (ssp. *simonkaii*).

Levelei 3-8 cm hosszúak, visszás tojásdadok, elliptikusak vagy kerekdedek. A levelek csúcsa tompák vagy kihegyezettek, levélszélük finoman csipkés. A levéllemez felül fényeszöld, kopasz, a fonákon világosabb, a főér mentén szőrös. A levélnyel 1-2 cm. Virágai 1,5 cm-esek, fehérek, illatosak, 6-10-esével állnak sátorozó fürtben, amely rövid, felálló, kb. 3-4 cm-es. Áprilisban-májusban nyílnak. Hosszú kocsányú termése 5-6 mm átmérőjű, gömbölyű. Eleinte sárgás, majd teljes érésben fényesfekete. A csontár sima, gömbölyded (Tóth 2012). A termése a madarak kedvelt eledele.

Elterjedési területe Dél- és Közép-Európa, Kis- és Közép-Ázsia, Marokkó. Magyarországon a Dunántúli-középhegységben, Nyugat- és Dél-Dunántúlon, főleg mészkő- és dolomittalajon gyakori. Szereti a napos, száraz, déli lejtőjű hegyoldalakat, ahol a talaj meszes, laza, mészkedvelő tölgyesekben, karsztbokorerdőkben található meg (Tóth 2012). Szárazságtűrő.

2.1.2. *Prunus mahaleb* L., mint alany

Terpó (1968) két alfaját is leírta. A fényes, nagylevelű a spp. *simonkaii*, míg a matt, vékony levelű alfaj a spp. *mahaleb*. Hazánkban főleg az előbbi, nagyobb levelű sajmeggyet használják alanynak, a hazai szelektált fajták is ebbe az alfajba tartoznak (Hrotkó 1999, Surányi 2003). Nyugat-Európában inkább a ssp. *mahaleb* alfaj terjedt el, ide sorolható az 'SL 64' alanyfajta. Mindkét alfaj nagyon változatos formát mutat, amely lehetővé tette, hogy számos fajtát szelektáljanak belőle.

Magyarországon általánosan használt cseresznye- és meggyalany, a meggyfajták 95 %-át, a cseresznyék kb. 65 %-át sajmeggyre szemzik (Hrotkó 2003). Egész Európában, Törökországban, Dél-Amerikában és Kínában is elterjedt cseresznyealany. Hazánkban kellően télálló, szárazságtűrő, igen mélyen gyökeresedik, talajban nem válogatós. Egyedül a túlnedvesedett, kötött, levegőtlen talajokat kevésbé viseli el, mint a vadcsesznye vagy a meggy. Mivel meszkedvelő területen honos, ezért a meszes, magas pH értékű talajokat is jól bírja. Kínában, ahol a cseresznyetermesztés óriási fejlődésnek indult a Sárga-folyó menti területeken, a 8,5 pH értékű, meszes lösztalajokon, elsősorban a sajmeggyet részesítik előnyben a gyökérgolyvával szembeni toleranciája miatt (Hrotkó and Cai 2014 szóbeli közlés).

A cseresznye- és meggyfák sajmeggy alanyon különböző méretűek lehetnek. A hibrid magoncokon igen erős lesz a fa, míg az ivartalanul szaporított alanyokon közép-erős kategóriába sorolható. A sajmeggy alanyok előnyei közül kiemelendő, hogy ezeken az alanyokon a fák előbb fordulnak termőre, valamint nagyobb a fajlagos termőképességük, mint vadcsesznyén (Hrotkó 2003, Gyeviki 2011). Hátrányuk lehet, hogy sajmeggy alanyon az oltványok valamivel kevesebb ideig élnek, ennek negatív hatását azonban a cseresznyefajták gyors piaci változása csökkentheti. Gyökérgolyvára, talajgombákra, így talajuntságra kevésbé érzékenyek, mint a meggy alanyok.

Kompatibilitása a cseresznyefajtákkal eltérő lehet, akár a teljesen összeférhetőtől az inkompatibilisig. Ennek oka a sajmeggyek nagy variabilitása vagy a korábbi fajták vírusossága lehet. Ezért célszerű minden alany/nemes kombinációt alaposan megvizsgálni az üzemi telepítés előtt. A hazai szelektált sajmeggyek és magoncaik a legtöbb cseresznye- és meggyfajtával jól összeférnek (Hrotkó 2003).

Hazánkban szelektált sajmeggy alanyfajtákat használnak. Hazai szelekció a 'CEMA' és a 'CEMANY', amelyeket Nyujtó Ferenc szelektált magtermő fának. A ráoltott fák egészségesek, termőképességük 76-80 %-kal nagyobb, mint egyéb magcsemetéken (Hrotkó 2003). A 'CEMA' azonban még átmenetileg sem viseli el a magas talajvizet.

A 'Korponay' szintén magtermő fajta, amelyet Sebők Imréné szelektált az egykori Kertészeti Egyetemen. Meggyekhez kiváló alany, a ráoltott fák hosszú életűek, akár félintenzív

ültetvényekbe is javasolt. Vadcseresznye magoncokhoz viszonyítva 20-25 %-kal mérséklük a fák növekedését, a halmozott termésmennyiség 35-40 %-kal nagyobb (Hrotkó 2003). Közepesen korai a termőre fordulásuk (Gyeviki 2011). Cseresznyékkal eltérő a kompatibilitása, 'Germersdorfi óriás' és 'Van' cseresznyékkal kevésbé fér össze, de a 'Linda' fajta ezen az alanyon is jól fejlődik és terem. Magas virágszámot eredményezett 'Petrus' fajtán, közepeset 'Rita' fajtán. A 'Petrus' fajtán az egységnyi hosszú termőgallyra eső gyümölcsök száma magas volt 'Korponay' alanyon (Gyeviki 2011). Így mára már bebizonyosodott, hogy nemcsak meggyfajták alanya lehet. A hazai cseresznyefajokkal ('Petrus', 'Rita', 'Carmen') jó az összeférhetősége.

Sajmeggyek közé sorolhatóak az amerikai nemesítésű, sajmeggy és vadcseresznye hibridek a MaxMa 14 ('Brokforest') és a MaxMa 97 ('Brokgrow') fajták. Mindkettő középerős (60%) növekedést ad a nemesnek, ezeken a fajtákon korán fordulnak termőre a fák, kiváló a terméshozásuk, gyengébb termőhelyeken is használhatóak. A 'MxM 97' hazai kísérletekben gyengébb terméshozamot adott a 'MxM 14'-hez képest (Hrotkó 2003).

2.1.3. A sajmeggy alanyfajták szaporítása és termesztéstechnológiája

A cseresznye- és meggyalanyokat hazánkban főleg magról szaporítják, míg világszerte érzékelhető tendencia, hogy növekszik a vegetatív úton szaporított csemeték aránya. Ez utóbbi a világszerte növekvő arányban szaporított GiSelA alansorozatnak köszönhető.

Hazánkban államilag elismert magtermő alanyok a 'CEMA', a 'CEMANY' és a 'Korponay' fajták, amelyeket maggal szaporítunk. A sajmeggy ezermagtömege 80 g, első osztályú magtéttele 99 %-os, másodosztályú pedig 97 %-os. Az életképessége az első osztályúnak 90 %, a másodosztályúnak 65 %. Átlagos kelésnél a magok 15-40 %-a kel ki, de előfordul a 60%-os kelési arány is (Hrotkó 1999). Gibberellinsavas kezeléssel tovább növelhető a csírázási arány (Szabó et al. 2012). A magkihozatali arány 16-20, vagyis a húsos gyümölcsnek 16-20 %-a a mag, amely a csonthéjas, magról szaporított alanyfajok között a legmagasabb.

A sajmeggyet a magfaiskolában ősszel sűrűn vetik, hogy csemetéi ne erősödjének túl. A tavaszi vetéshez a magokat 5-8°C-on, 80-100 napig kell rétegezni a magnyugalom feloldására. Gibberellines kezeléssel gyorsítható ez a folyamat, még idősebb magvaknál is (Szabó et al. 2012). A magvak nagy részét azonban még az ősszel vetik el, így a hideghatást természetes körülmények között kapják meg. A csírázás mag vetése is lehetséges, mint őszibaracknál, azonban az apró magméret nehezen kezelhető, ezért ez itthon kevésbé terjedt el (Magyar 2003), míg Kínában általánosan elterjedt megoldás (Hrotkó and Cai 2014 szóbeli közlés).

A 4-6 mm gyökérnyak-átmérőjű csemeték augusztus második felére szemezhető vastagságúak, de szeptember elejéig is szemezhetőek. Javasolt mindenképpen augusztus második

fele után szemezni, mert ilyenkor már hűvösebbek az éjszakák, és ez kedvezőbb a szemek megeredésének (Magyar 2003). Hazánkban főleg gyökérnyakba szemeznek, mert itt könnyebben adja az alany a héját a nálunk jobban elterjedt T-szemzéshez, kevesebb a vadalási igény, és az esetleges sarjképzés is csökkenthető.

Faiskolában a levéltetvek, a blumeriellás levélfoltosság okozhat gondot, ezeken kívül alig van kártevője, kórokozója, a gyökérgolyva is csak kis mértékben fertőzi (Hrotkó 2003). Sem a faiskolában, sem később a gyümölcsösben nem hajlamosak a sarjadzásra.

A 'CEMA' önmeddő, korai-középkései virágzású. Jó termőképességű, fája átlagosan 20 kg-t terem, magoncai hibridek, egyöntetűek, igen erős növekedést mutatnak a faiskolában, így az ültetvényben is erős növekedést adnak a nemesnek. Ezermagtömege 95 g, 1 kg magból 1820 szabványos csemete állítható elő (Hrotkó 1999). A 'CEMANY' fajta is önmeddő, középkései virágzású, így a 'CEMA'-val egymásnak jó pollenadói. Közepes termőképességű, 12 kg gyümölcsöt terem fánként. Magoncai hibridek, egyöntetűek, igen erős növekedésűek. Ezermagtömege 88 g, 1 kg magból 1450 szabványos csemete állítható elő (Hrotkó 1999). Mindkét ceglédi fajta szemzéskehozzatali aránya 68-70% körüli kilenc meggyfajta átlagában, míg cseresznyével a szemzések 62-65%-a ered meg (Nyujtó 1987). Azonban mindkét fajta magoncai jobb termés hozamot biztosítanak, mint az alapfaj. A 'Korponay' fajta öntermékeny, magoncai megfelelő arányban egyöntetűek, erős növekedésűek. Ezermagtömege 107 g, 1 kg magból 4000-5000 szabványos csemete nevelhető (Hrotkó 1999).

A sajmeggy klónalanyokat nagyrészt hajtásdugványozással szaporítják (Hrotkó 1999). A 'Colt' alanytól eltekintve a cseresznye- és meggy alanyainak fásdugványai fajra való tekintet nélkül rosszul gyökeresednek (Magyar 2003). A vadcsereznyék közül az 'F 12/1'-et és a 'Colt'-ot bujtással, illetve mikroszaporítással szaporítják külföldön százezres nagyságrendben. Hasonlóképpen mikroszaporítással állítják elő az új, törpítő alanyok csemetéit (GiSeLA-sorozat, 'Brokforest', 'Damil', 'Tabel Edabriz'), amelyek többsége fajhibrid, és igen könnyen szaporítható. Célszerű ezek csemetéit a szaporítás és az edzés után még egy évig erősítő iskolában nevelni, hogy a nyári alvószemzéshez szükséges 6-8 mm gyökérnyak-vastagságot elérjék.

A hazai intenzív cseresznyetermesztésben szerzett korábbi tapasztalatok alapján a vegetatív úton szaporított sajmeggy alanyok kiválóan alkalmazkodnak a hazai körülményekhez (Hrotkó 2004, Gyeviski 2011). Megfelelő a termőképességre gyakorolt hatásuk a rájuk oltott cseresznyefajtáknak. Bírják a meszes, kevésbé optimális talajt is, nem vagy kevésbé érzékenyek az újratelepítésre. A cseresznye válogat az alanyban, azonban a különböző növekedési erélyű fajták választékot biztosítanak a telepítőknek, hogy a kompatibilitás teljes legyen. A külföldi szakirodalmi adatok (Druart 1998, Eremin and Eremin 2002) arra utalnak, hogy ezekben a

legnagyobb cseresznyetermelő országokban a fajtákkal jó kompatibilitást mutató vegetatív szaporítású sajmeggyeknek nagy jelentősége lehet.

Hazai szelekcióból származik az 'Egervár', a 'Bogdány', a 'Magyar', utóbbi kettő 2009-ben kapott állami elismerést. Magyarországra 2006-ban vezették be az 'SL 64' fajtát, amelyet a francia INRA bordeaux-i állomásán szelektáltak. A magyar szelekciós munkák újabb eredménye az 'SM 11/4' névvel ellátott fajtajelölt. Ezeknek az alanyoknak ma egyetlen megbízható szaporítási módja a hajtásdugványozás, amelyről először Hrotkó (1982) számolt be. Ugyan több kísérletet is végeztek illetve végeznek a mikroszaporításukkal kapcsolatban, eddig egyetlen szakirodalmi adatot sem ismerünk üzemszerűen használható mikroszaporítási eljárásról. Hrotkó (1982) adatai szerint a 0,2%-os IVS kezeléssel a dugványok mintegy 70-80%-ban meggyökeresednek. Az üzemszerű technológia fejlesztéséhez nélkülözhetetlen volna az anyanövények hajtáshozamának növelése, valamint a megfelelő dugványminőség elérése (gyökér- és hajtástömeg) annak érdekében, hogy a dugványgyökereztetés évét követően oltványiskolába kiültethető csemetét nyerhessünk (Hrotkó 1999).

2.2. Hajtásdugványozás a faiskolai szaporításban

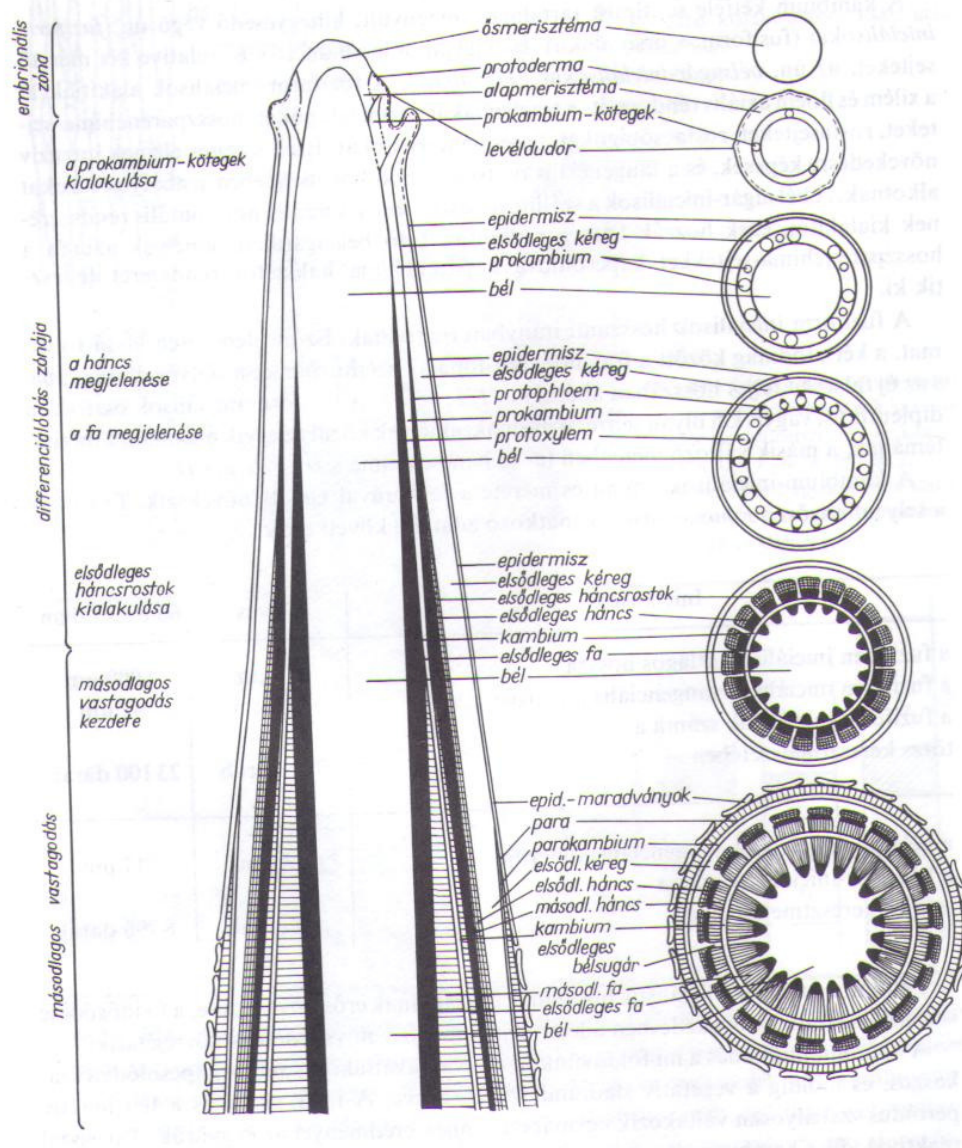
2.1.1. A hajtásdugványozás fogalma, technológiai elemei, előnyei és hátrányai

A hajtásdugványozáshoz használt szárrészre a fás növények esetében többféle elnevezés is használatos. A zölddugvány megnevezés anatómiai szempontból nem helyes, ugyan rendelkezik levelekkel, de a vágás időpontjában ezek a hajtások többnyire már összefüggő kambiumgyűrűt képeztek, vagyis a másodlagos vastagodás többé-kevésbé megindult bennük, ebből adódóan részben fásodottak (2.1. ábra). Véleményem szerint a hajtásdugvány kifejezés a legpontosabb, mert feltételezi, hogy leveles a felhasznált szárrész, ugyanakkor a fásodás mértéke a hajtásdugványozás technológiája szempontjából kevésbé jelentős, mivel a fásodottságtól függetlenül törekedni kell a levelek épségének megőrzésére, és funkcióvesztés nélküli fenntartására (Hrotkó 1999, Leahey 2004).

A hajtásdugványozás üzemi szintű technológiája tágabb értelemben az anyanövények kialakításánál, ápolásánál kezdődik, amelyek hatását a dugványok gyökeresedésére később, a 2.5. fejezetben fejtem ki bővebben. Szűkebb értelemben a technológia első és legfontosabb eleme a dugvány. Ennek mérete eltérő lehet, attól függően, hogy gyümölcsalanyok, díszfák vagy díszcserjék csemete-előállításáról van-e szó. Díszcserjéknél általában a gazdaságossági szempontok miatt két-három nódusznyi, díszfáknál többnyire 10-15 cm hosszú dugványokat vágnak (Schmidt 1996). Más ajánlásokban ez a méret 7,5-12,5 cm, két vagy több nódusszal (Hartmann et al. 1997). Gyümölcsfaalanyoknál ez a hossz kb. 25-30 cm, mivel ezek elég

hosszúak ahhoz, hogy a gyökeresedést követő év tavaszán alanytáblába már telepíthetők és ősszel szemezhetők legyenek (Hrotkó 1999). Leakey (2004) szerint a hosszabb dugványok jobban gyökeresednek, azonban ezek eltérőek lehetnek az egyes fajoknál.

Gyümölcsfaalanyoknál sokszor a dugványok alapi része jobban gyökeresedik, mint a középső vagy csúcsi része, bár néhány cseresznyealanyon az ellenkezőjét tapasztalták (Hrotkó 1999). Ez főleg olyan fajoknál, fajtáknál ('Colt') fordul elő, ahol preformált gyökerek képződnek a hajtásban. Dísznövényeknél a fajok, fajták többségénél egy hajtásból több dugvány is vágható (Schmidt 1996).



2.1. ábra. Hajtásrendszer szöveti felépítése

(Forrás: Váci (szerk.) 1999)

Hajtásdugványozáshoz nagyjából ceruzavastagságú, 5-7 mm vastag hajtásokat érdemes szedni, mert ezekben már több a tápanyag, mint a vékonyabbakban, és biztosan fásodottak. Az ennél vastagabb hajtások már nehezebben gyökeresednek az esetlegesen kialakuló szklerenchima-gyűrű miatt (ennek hátrányos hatását a hajtások csavarásával, hosszanti bemetszéssel csökkenteni lehet). Egyes fajok vékonyabb dugványai nagyobb arányban gyökeresednek, mint a vastagok (Szabó 2008). A dugvány alapi részét a nádusz alatt pár milliméterrel kell megvágni, méretre vágni, majd a hajtásdarab alsó kétharmadáról eltávolítani a leveleket. A nagylevelű növényeknél a levéllemez felére, harmadára szokás kurtítani, hogy csökkentsék a párologtatás mértékét, valamint hogy elkerüljék a levelek összetapadását és rothadását a szaporítóládákban. A levélfelület és a dugványhossz arányát célszerű figyelembe venni (Tchoundjeu et al. 1996, 2002).

A sebzés hatásának fokozására gyökeresedést serkentő szereket használnak. A növényekben természetes 3-indol-ecetsav (IES) fényre érzékeny, így a leggyakrabban használt anyag a szintetikus auxinok közé tartozó 1,3-indol-vajsav (IVS) és az 1-naftil-ecetsav (NES). A *Rosaceae* család tagjainál, elsősorban a fás szárú gyümölcsfajok alanyainál, az IVS bizonyult hatásosabbnak (Hrotkó 1999), míg fenyőféléknél inkább a NES használata terjedt el. Általánosságban elmondható, hogy az IVS univerzálisabb, és kevésbé sejtroncsoló hatású, mint a NES (Schmidt 1996).

Kétféle halmazállapotban használhatóak ezek a szerek. Mivel szerves savakról van szó, ezért vízben nem oldódnak, így csak az alkohol jöhet szóba, mint oldószer (acetonban is oldódik, de az még erősebb vízelvonó hatású, vagyis még roncsolóbb a szövetekre nézve). Az alkoholos oldat készítésénél a töménységnek megfelelő mennyiségű (leggyakrabban 2 mg vagy 4 mg) szintetikus auxint (IVS vagy NES) 520 ml alkoholban maradéktalanul feloldanak, majd egy literre egészítik ki desztillált vízzel. Ezt az oldatot sötét falú üvegedényben hűvös, 0-5°C-os (Schmidt 1996) helyen fél évig tárolhatjuk, azonban a már elkészített oldat fokozatosan veszít hatásából. Alkoholban oldott hatóanyag esetében fontos, hogy az 5 másodperces bemártást követően a hajtások alapi részét legalább 30-60 másodpercre tiszta vízbe mártsuk, hogy az alkohol sejtroncsoló hatását csökkentsük, de a hatóanyagot ne mossuk ki a szövetekből. Hrotkó (1999) 0,5-1 óra vizes áztatást javasol az alkohol kioldására. Ezzel részben csökkenthető a dugványok vízvesztése.

A másik, gyakorlatban könnyebben használható megoldás, hogy a hatóanyagokat alkoholban oldják, majd talkumporral vagy bentonittal elkeverik, és hagyják elpárologni az alkoholt. Az így kapott, por formájú serkentő anyaggal porozzák be a dugványok alapi részét 1-1,5 cm hosszúságban, majd tűzdelik (Hrotkó 1999, Schmidt 1996).

A gyökeresedést serkentő oldat koncentrációja 0,1% és 1% között változhat (Hrotkó 1999). Gyakorlatban a töménység általában 0,2% és 0,4%, attól függően, hogy az adott faj vagy fajta mennyire gyökeresedik könnyen. Schmidt és Tóth (1996) ajánlják a lomblevelű örökzöldek és fenyők nehezen gyökeresedő csoportjához az 1,6%-2%-os töménységet talkumporos felhasználáshoz. Míg ugyanehhez a csoporthoz tartozó dugványokat alacsonyabb töménységgel javasolják kezelni alkoholos oldatban kijuttatva (0,2-0,5%). Hamar (2006) magnólia dugványok gyökeresedéséhez 0,6-1,2 % töménységű IVS-oldatot javasol. A korai (május) dugványozáshoz azonban inkább alacsony koncentráció, míg a későbbi (július) időponthoz a magasabb koncentráció segíti elő a gyökeresedést.

2.3. Járulékos gyökérképződés folyamata

2.3.1. A járulékos gyökérképződés lépései

A hajtásdugványozás is a növényi sejtek dedifferenciálódásán alapszik (totipotencia), amely szerint a hiányzó növényi szervet, ebben az esetben a járulékos gyökeret, a már differenciálódott sejtek hozzák létre, innen ered a járulékos kifejezés. Ezek a sejtek visszanyerik osztódóképességüket, és új merisztémát hoznak létre (Hartmann et al. 1997). Azok a fajok, fajták (*Salix*, *Populus*, *Ribes*, *Malus*, *Cydonia* és 'Colt' cseresznyealany), amelyek már eleve rendelkeznek preformált gyökerekkel könnyen gyökeresednek. Ezek a látens szervek gyakran megjelennek az intakt hajtásokon is dudor formájában, vagy áttörve a héjkérget (burr knots). Járulékos gyökérszétválás hatására is kialakulhat. Ezt a folyamatot használják ki hajtás-, fás dugványozáskor és bujtás során.

A dugványokon létrejött járulékos gyökerek kialakulásában fontos szerepet játszik a szétválás, mint kiváltó tényező. A szétválás mentén lévő sejtek elhalnak, kialakul egy nekrotikus réteg, amely lezárja a növényi szöveteket a kórokozók elől, valamint megakadályozza, hogy a hajtás kiszáradjon. Ebben a szétváló rétegben a hidrofób szuberin eltömíti az edénnyalábokat, továbbá közrejátszik a dugvány vízfelvétele és ionháztartása (Baxter et al. 2009). Néhány napon belül a nekrotikus réteg alatt megjelenik a szétváló kallusz, majd a kambium tájékán lévő sejtek osztódásnak indulnak, és megkezdődik a járulékos gyökerek képződése.

A szétválás hatására számos élettani folyamat veszi kezdetét. Megemelkedik a fenolok, a zsírsavak, lipidek, aszkorbinsav és terpenoidok szintje, kémiai szignálok sora indul el, elvékonyodnak a sejtmembránok, új membránok szintézise kezdődik, peroxidálódnak membránok, ionok áramlanak a sejtekbe, megnövekedik a fehérjeszintézis (Wilson and van Staden 1990).

A járulékos gyökerek képződésének négy fő szakaszát írták le a növények többségénél (Dore 1965, Eriksen 1974, Hartmann et al. 1997, Hrotkó 1999, Hausman et al. 1997, Kevers et al. 1997, Nag et al. 2001). Ezek a következők.

1. A sebzés hatására a már specializálódott sejtek visszanyerik osztódóképességüket, dedifferenciálódnak. Ez az indukció szakasza.

2. Az iniciáció szakaszában a merisztematikus jellegüket visszanyert sejtek osztódni kezdenek, ezekből képződnek a gyökerkezdemények. Ezek a sejtek többnyire a kambium tájékán helyezkednek el. De más szövettájokról is származhatnak (Peterson 1975, Lowell and White 1986., Hartmann et al. 1997). Az indukció és az iniciáció kezdeti szakaszában a folyamat szabad auxin jelenlétét igényli, ezért ezt szokták (auxin-aktív vagy) auxin-érzékeny szakasznak is nevezni. Ez az idő nagyjából négy-öt napig tart. Ezt követően az auxinnak nincs számottevő hatása a további gyökérképződési folyamatra, ezért ezt auxin-inaktív szakasznak nevezik (Nag et al. 2001). Ugyanakkor a túl magas auxinszint akár gátló hatású is lehet (de Klerk et al. 1999). Az iniciáció szakaszának második felében az auxinszint csökkentésének módja az auxinok bontása (Kevers et al. 1997, Tonon et al. 2001, Woodward and Bartel 2005). Ennek hatásmechanizmusára a későbbiekben térek ki.

3. A gyökerkezdemények sejtjei differenciálódni kezdenek, és primordiumokká szerveződnek.

4. Majd ezt követően a megnyúlási szakaszban a primordiumok átnőnek a szár egyéb szövetein is, és edénynyaláb-kapcsolatokat hoznak létre azokkal.

Ettől eltérően - például fenyőknél - csak három (pre-iniciális, iniciális és post-iniciális) szakaszt különböztettek meg (Smith and Thorpe 1975a, 1975b, Péret et al. 2009). Később Hamann (1998) már többé-kevésbé négy szakaszra osztja, amelyek egymásba folynak, így nehéz elkülöníteni. Ezek a szakaszok a következők. A dugvány alapi részén lévő sejtek osztódni kezdenek, ezt követi a sebszövetben a kalluszhidak és a periderma képződése, majd a kambium és floém elemei a sebszövet környékén dedifferenciálódnak, hogy gyökerkezdeményeket hozzanak létre. A negyedik szakaszban gyökérmerisztéma képződik. A lágyszárúak esetében (Sircar and Chatterjee 1973) öt szakaszt különítettek el a járulékos gyökérképződésben.

Hartmann et al. (1997) szerint a járulékos gyökerek eredési pontját évszázadok óta kutatják a tudósok, az elsők között tartják számon Duhamel du Monceau, francia kutató 1758-as értekezését. Így az évszázadok során pontos képet kaphattunk arról, hogy a járulékos gyökerek mely szövettájokról eredhetnek. Több szövetből is kialakulhatnak a növényi részek fejlettségétől függően. De ugyanígy eltérés adódhat abból is, hogy a felhasznált növény fás vagy lágyszárú. Lágyszárú növények esetében a leggyakrabban a szállítóedény-nyalábok közül indulnak ki a

gyökérkezdemények, de számos más pontból (floém parenchimatikus sejtjei, epidermisz, periciklus) is eredhetnek (Carlson 1929, Priestley és Swingle 1929, Blazich és Heuser 1979).

Fás növényeknél a preformált gyökereknek szintén számos eredete lehet. Leggyakrabban a fiatal, másodlagos floém parenchima sejtjei dedifferenciálódnak a sebzést követően. Néha az edénynyalábok közti résekből, kambiumból, floémból, kalluszból és lenticellákból is származhatnak az új gyökerek (Lowell és White 1986). Puhafáknál (*Populus*, *Salix*) gyakoriak a bélsugárból és a kambialis zónából vagy a közeléből eredő gyökerek, míg almánál és más, keményfájú fajoknál (*Acer*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juniperus*, *Ulmus*, *Thuja*) a hajtás kambiumgyűrűje gyakori kiindulási pontja a járulékos gyökereknek. Cserjéknél (*Cotoneaster*, *Lonicera*) a levelek és rügyek környékéről kaphatunk járulékos gyökereket (Jackson 1986).

A sebzés indukálta, *de novo* járulékos gyökerek a legtöbb fajnál a kambialis tájékról és a különböző eredetű sugarakból erednek. Előfordulhat, hogy a kallusz belső részén lévő parenchimatikus sejtek rendellenesen viselkednek (*Abies*, *Juniperus*, *Picea*, *Sequoia*), vagy a kallusz külső rétegéből (*Abies*, *Cedrus*, *Ginkgo*, *Larix*, *Pinus*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Pinus*), esetleg a kallusszal érintkező kéregrészből (*Citrus*) törnek elő a járulékos gyökerek. Néhány esetben a lenticellák, a differenciálódott gyantajáratok szélein lévő sejtek vagy a belső kéreg parenchima sejtjei is lehetnek a gyökériniciációk kiinduló pontjai (Jackson 1986).

A járulékos gyökerek szerveződését vizsgálva kétféle mintázatot különítettek el az alapján, hogy az adott faj könnyen vagy nehezen gyökeresedik. A könnyen gyökeresedő fajoknál közvetlenül képződik járulékos gyökér, közel a kambiumhoz. Míg a nehezen gyökeresedő fajoknál közvetetten képződik gyökérkezdemény, ahol nem közvetlen a sejtek megnyúlása, és gyakran kapcsolódik be a folyamatba a kallusz sejthalmaza, így okozva egy átmeneti szakaszt, mielőtt a sejtosztódás gyökérprimórdiumokká szerveződne (Hartmann et al. 1997). Feltételezhetően ez az átmeneti szakasz is növeli a gyökeresedés idejét.

A hajtásdugványozás során a gyökeresedési idő széles tartományban mozog. 'Mariana 2624' szilva-alanyfajta gyökeresedése rendkívül gyors, a 8. napon kalluszképződést, a 12. napon már szabad szemmel is látható gyökérkezdeményeket figyeltek meg (Breen és Muraoka 1973). Rózsánál a gyökérkezdemények mikroszkóppal a 7. napon láthatóak, míg szabad szemmel csak a megnyúlási fázist követően, 2-3 héttel a dugványozás után (Probocskai 1969). A gyökérkezdemények megjelenése függ a növényfajtól, az anyanövény korától (Schmidt 2002), víz- és tápanyag-ellátottságától, a hajtás fejlettségi állapotától, az ezekből adódó, eltérő élettani folyamatoktól, az ez idő alatt jelenlévő környezeti feltételektől, a szedés idejétől (évszak, napszak) ezeknek a tényezőknek az összefüggéseitől, egymásra hatásától (Szecskó 2004). Számos olyan tényező is közrejátszhat még, amelyek szerepe nem tisztázott ebben a

folyamatban. Ezeket a tényezőket és összefüggéseiket a következő alfejezetben részletesebben ismertetem.

2.3.2. Főbb hormonális folyamatok a járulékos gyökérképződés során, serkentő és gátló folyamatok

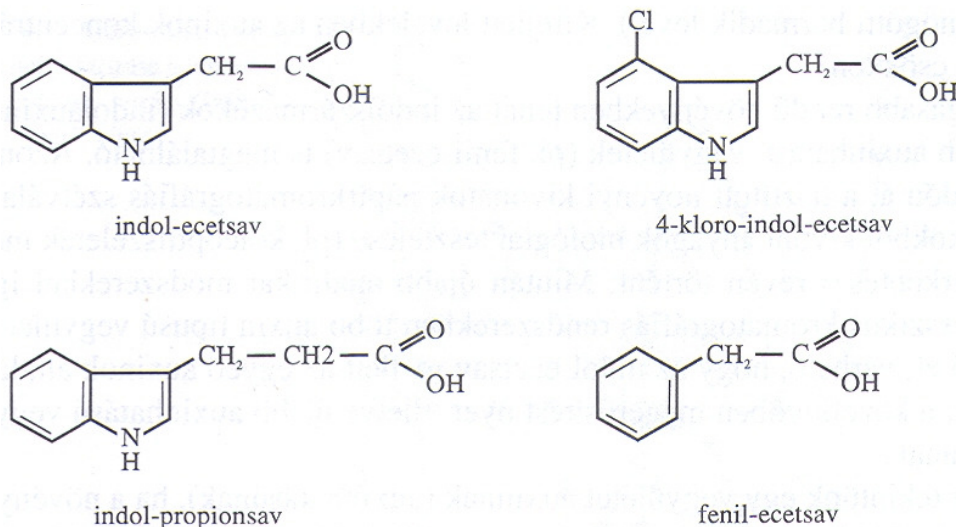
A járulékos gyökérképződésre két hormon van leginkább hatással: az auxin és a citokinin. Ezek a hormonok az intakt növényekben fiziológiai egyensúlyban vannak, így nem képeznek a növények járulékos gyökereket normális körülmények között. Azonban ezt az egyensúlyt felboríthatja bármiféle sebzés (tudatos emberi tevékenység, állati kártétel). A sebzés hatására a leválasztott szárdarab alsó felén ha auxin-túlsúly alakul ki, akkor gyökérképződés indukálódik. Ehhez természetesen optimális környezeti feltételek is szükségesek.

Auxinok

Nevét az auxein görög szóból kapta, amelynek jelentése: nőni (Kögl and Haagen-Smit 1931). Létezésükre a magyar Paál Árpád kísérlete hívta fel a figyelmet az 1920-as években. Az indol-ecetsav magasabb rendű növényekben általánosan termelődik, de termelik mikroszervezetek is (Thimann 1935), sőt állati és emberi szervezetek triptofán-anyagcseréjének egyik mellékterméke. Így emberi vizeletből sikerült kristályos formában is izolálni (Kögl et al. 1933), növényből először 1942-ben izolálták (Haagen-Smit et al. 1942). Fiziológiai hatása a növényekre korlátozódik. Akkor tekinthetünk egy vegyületet auxinnak (auxin hatásúnak), ha a növények megnyúlási zónájából izolált szárdarabok megnyúlását okozza (Pethő 2002).

Az auxinok hatása már régóta ismert, kémiai analízisek segítségével a növényekben elsősorban az indol-3-ecetsavat (IES) mutatták ki. Emellett számos egyéb vegyület is besorolható ide (1-naftalinecetsav = NES, 3-indolvajsav = IVS, indol-propionsav, 4-kloro-indol-ecetsav, fenil-ecetsav, indol-3-acetonitril = IAN, NES vagy IVS káliumsója stb.), amelyek többsége mesterségesen előállított, ún. heteroauxin (2.2. ábra). Ezek a mesterségesen előállított vegyületek hatékonyabbak, mivel a természetes eredetű IES fény hatására könnyen bomlik.

Az auxinok hatását befolyásolja azok koncentrációja a szövetben, a szövetek érzékenysége és fejlettségi állapota, az auxin típusa (mesterséges vagy természetes), valamint más növényi hormonok jelenléte (Szabó 2004a). A hormon a hajtáscsúcsokban van jelen a legnagyobb arányban, így a gyökerekben már kisebb töménységben is hatékony (Hale et al. 1997). Az auxinok alapvető élettani hatásait a következőkben lehet összefoglalni.



2.2. ábra. Fontosabb auxinok (Forrás: Pethő 2002)

1.) Serkenti a savas sejtfal-megnyúlást. Exogén auxin adagolása után 10-25 percen belül megindul az intenzív megnyúlás. Az auxin legfőbb támadási pontja a sejtfal, ahol a H^+ -ionok felszabadításával és a protonpumpák indirekt stimulálásával fellazítja a sejtfalak középlemezét (Szabó 2004a).

2.) Meghatározza a xilém elemek differenciálódását, a sejtek méretét és számát (másodlagos sejtfalképződés serkentése). Alacsony auxin-koncentráció mellett floém elemek differenciálódnak. Az auxin hatással van a vaszkuláris kambium sejtosztódására, ezáltal a szárvastagodásra (Szabó 2004a).

3.) Elősegíti a pozitív fototropizmust (Hale et al. 1997, Pethő 2002). A gyökérben pozitív, a szárban negatív geotropizmust idéz elő az auxin az eltérő hormonkoncentrációval.

4.) Csúcsdominanciát alakít ki magas auxin-citokinin arány mellett a hajtásokban, míg a primer gyökerek fejlődését gátolja magas koncentráció mellett, ugyanakkor serkenti az oldalgyökerek és a járulékos gyökerek képződését (Hale et al. 1997). Az IES csak extrém alacsony koncentrációban serkenti a primer gyökerek növekedését (Szabó 2004a).

5.) Serkenti a termések érését, akár magok nélkül is.

6.) Gátolja a levelek és termések lehullását: abszcizinsav-antagonista (Szabó 2004a).

7.) Serkenti a kalluszképződést a sérült vagy beteg növényi részekben (Hale et al. 1997).

Az auxin szintézisének több lehetséges útja van. Növényi szövetekben leggyakrabban ún. triptofán-függő úton képződik, amelynek több további útja lehetséges. Ezek közül a piruvát utat tekintik a legáltalánosabbnak. Léteznek triptofántól független utak is. Valószínűleg egy növény több szintézisutat is használ, attól függően, hogy melyik szövetben, a növény mely fejlődési állapotában van, vagy épp milyenek a környezeti körülményei (Szabó 2004a). Az auxinok

csoportjában többnyire indolváz as auxinokat találunk (3. ábra). Igen reakcióképes vegyületek, enzimatis reakciókban bomlanak le. Az indolváz 3. szénatomján lévő karboxilcsoporton keresztül az IES képes konjugátumokat alkotni, ezzel kötött auxinként raktározódni vagy szállítódni.

Az auxin szintézisének helyei magasabb rendű növényekben a merisztémaszövetek a vegetatív szervekben. További szintézisközpontok a levelek, termések és feltehetően a sziklevek is. Sejten belül auxin képződik a citoszólban, a mitokondriumban és a kloroplasztisban (Szabó 2004a).

Hajtásban az auxin bazipetális halad a csúcsból a szárszövetekbe, ezt a poláris transzportot a nehézségi erő sem tudja megváltoztatni (Szabó 2004a). Ezzel magyarázható az a jelenség, hogy a fordított helyzetben ledugványozott száron is az eredeti állapot szerinti alsó részen fejlődnek ki a járulékos gyökerek (Hartmann et al. 1997, Pethő 2002). A szárszövetekben van akropetális auxináramlás is, de ennek mértéke elhanyagolható, így a nettó transzport mindig bazipetális (Szabó 2004a).

Gyökérben az auxin transzportja azonban már sokkal összetettebb. Két szállítási irány van. Az akropetális transzport, amely a hajtás felől a gyökércsúcsba a központi szövetengeren keresztül szállít, míg a bazipetális transzport a gyökércsúcs felől a kéreg illetve az epidermis felé. Az előbbi szállítási útvonal az oldalgyökér növekedését, az utóbbi pedig a gravitropizmust szabályozza (Szabó 2004a). A gyökér auxinérzékenysége nagyobb, mint a hajtásé, így már alacsony koncentrációban (kb. 10^{-8} - 10^{-10} M) is hatékony lehet. A primer gyökerek megnyúlásos növekedését a fent említett koncentrációnál magasabb arányban gátolja, ugyanakkor az oldal- és járulékos gyökerek képződését serkenti (Hartmann et al. 1997).

Az auxinok bomlása oxidatív folyamat, amelyhez auxin-oxidázok szükségesek katalizátorként. Több auxin-oxidázt mutattak ki növényi szövetekből, ezek egy része peroxidáz-aktivitással is rendelkezik, vagyis képesek a hidrogén-peroxidot vízzé redukálni (Hale et al. 1997). Az auxinok bomlása inaktiválódási folyamat, amelyet a fény és az etilén serkent. A fénynek komplex hatása van a növényi szervek auxinszintjére. Így a fény növelheti a peroxidázok aktivitását, és az auxin enzimatis bontását (Koermendy and Fuente 1981). Ez a folyamat nem feltétlenül enzimatis, elég szinglet oxigén is (Koch et al. 1982). Hatását kifejezheti a szövetek auxin-érzékenységének csökkentésével (Walton and Ray 1980), vagy a szabad auxinok lekötésének növelésével (Bandurski et al. 1977). Ezzel magyarázható, hogy az etiolált hajtásokban az auxinszint magasabb, és egyéb tényezők mellett ez segítheti a hajtások járulékos gyökérképződésének hatékonyságát (Schmidt 2002, Hamar 2006).

Az IES-oxidáz olyan enzim, amely protoporfirint tartalmaz. Ezzel lép reakcióba az IES. Az enzim kofaktorai közé Mn^{++} -ionok és különböző fenolvegyületek tartoznak. A monofenolok

serkentik az IES-oxidáz enzim hatását, míg a polifenolok gátolják az enzim aktivitását. A flavonoidok (kempferol, kvercetin és más fenilpropán származékok) általában védik az IES-t (Szabó 2004a). A fahéjsavszármazékok, kumarinok sajátos szerepet játszanak az auxinok oxidációjában, az o-difenolok is az auxin lebomlását gátolják (Tafari et al. 1972). Az auxinok bonthatóak oxidatív dekarboxilezéssel, amely összefüggésben van a magasabb peroxidáz-aktivitással az indukciót követően (Kevers et al. 1997, Tonon et al. 2001).

Az IES konjugátumait kötött auxinoknak is nevezik, amelyek közé azok a vegyületek tartoznak, amelyekben az auxin kis molekulájú vegyületekhez (cukrok, aminosavak, inozit) kovalensen kapcsolódik (Pethő 2002). Ez a különbségtétel azért szükséges, mert az auxin képes nem kovalens kötással fehérjékhez is kapcsolódni (auxinkötő fehérjék, enzimek). A kötött auxinok fontos szerepet töltenek be a növények fiziológiai folyamataiban, mivel ezek a kötött auxinok inaktívak, az enzimátikus bontással szemben védettek, a szövetek képesek ilyen formában raktározni és csak így szállíthatóak (Pethő 2002, Szabó 2004a). A kötött auxinok fontosak a szabályozásban. Az IES konjugátumképzése cukorral és aminosavval egy lehetséges módja az auxinszint csökkentésére a gyökeresedés iniciációs szakaszának második felében, amikor az auxin-inaktív szakaszba lép a folyamat (Woodward and Bartel 2005).

A teljes képhez hozzátartoznak azok a nagy molekulájú vegyületek is, amelyek gátolják a peroxidázok aktivitását, ezáltal az auxinok lebontását. Ezeket a vegyületeket auxin-protektoroknak nevezik, és az auxin-oxidáció mellett a glutation oxidációját is gátolják, így magas auxinszint esetén magas a szulfhidril-szint is (ez a biokémiailag aktív csoport jelentős mértékben befolyásolja az enzimek térszerkezetét és aktivitását). Az IES- és a szulfhidrid-szint azonos mértékben változik fiatal szövetekben (Pilet and Dubois 1968 a és b), majd a peroxidázok idővel azonos sebességgel bontják mindkét vegyületet. Ezek az auxin-protektorok elsősorban a fiatal növényi szövetekben (pl.: hajtáscsúcs) aktívak (Stonier and Yang 1973), ugyanakkor a lignifikációt is gátolják, mivel az egy alapvetően peroxidatív folyamat. Ez utóbbi gátlási folyamat lehetővé teszi, hogy a sejtfalak megnyújthatóak maradnak (Stonier and Yang 1973, Pethő 2002).

A szintetikus auxinok száma jelentősen növekedett, amióta azonosították az IES-t. Bár a mesterséges auxinok hasonló hatást érnek el a növényeken, a természetes auxinnak sokkal szélesebb körű az aktivitása. Ezek a vegyületek abban is különböznek, hogy rezisztensebbek egyes enzimes támadásokkal szemben, így akár hetekkel az alkalmazásuk után is jelen vannak a növényi szövetben. Ennek köszönhetik széleskörű használatukat a mezőgazdaságban, kertészetben. Előfordul az is, hogy ezeket a kívülről bevitt anyagokat a növény olyan terméké bontja le, amelyeknek erőteljesebb a hatása (Szabó 2004a).

Az auxinok hatása gátolható ún. antiauxinokkal. Ezek a vegyületek visszafordítható folyamatban akadályozzák az auxinok hatását. Az antiauxinok elhatárolása más növekedésgátló anyagoktól nehézkes. Általában ezek a vegyületek szerkezetüket tekintve hasonlóak az auxinokéhoz, így feltételezhetően az auxinok kapcsolódási pontjaihoz kötődve akadályozzák azok élettani folyamatait. Természetes antiauxin a transz-fahéjsav. Leginkább ismert a 2,3,5-trijódbenzoésav (TIBA) és a naftiltálsav (NPA) hatásmechanizmusa. Az NPA csökkenti az auxinszintet a gyökeresedési zónában, ezáltal kevesebb és rövidebb gyökér képződik. (Nordström and Eliasson 1991), míg a TIBA látszólag nem befolyásolja ugyan az auxinszintet a gyökeresedési zónában, gátolja a primordiumok képződését, csökkenti a gyökeresedési százalékot (Liu and Reid 1992, Garrido et al. 2002).

Az auxinok szerepe és transzlokációja a gyökeresedés helyén egyértelmű, ugyanakkor ezek összefüggései a szénhidrát-anyagcserével már kevésbé tisztázottak (Ahkami et al. 2013, Druege 2009). Az auxin stimulálja a szénhidrátok mobilizálását a felsőbb szárrészből, növeli az asszimilátumok szállítását, és megkönnyíti a cukrok felhasználhatóságát a primordiumok fejlődéséhez (Altman and Wareing 1975, Haissig 1986, Husen and Pal 2007, Agulló-Antón et al. 2011). Továbbá szerepük van a fejlődő gyökerek számának, hosszának és növekedési irányának szabályozásában (Mishra et al. 2009).

Citokininek

Megtalálható mohákban, gombákban, baktériumokban, eukarióták és prokarióták tRNS-ében, valamint magasabb rendű növényekben is. A baktériumok által termelt citokininek azonosak a magasabb rendű növényekével vagy azok izomerjei, illetve analógjai. Számtalan citokinin hatású vegyület létezik, ezért mai ismereteink szerint azokat a vegyületeket nevezzük citokinineknek, amelyek többnyire purinvázalattal bírnak, és sejtosztódást indukálnak, valamint *in vitro* fenntartják a szövettenyészetek folyamatos növekedését optimális auxin-koncentráció mellett (Pethő 2002, Pécsváradi 2004, Kudo et al. 2010). A ma ismeretes természetes citokininek valamennyien N⁶-szubsztituált adeninszármazékok (Pethő 2002).

A citokininek hatását Haberlandt fedezte fel 1913-ban, majd további kutatások után az első citokinint 1954-ben Miller izolálta hering spermából. Nevét a sejtosztódást elősegítő hatásáról kapta. Hall and de Ropp (1955) állapította meg, hogy a kinetin (6-furfuril-aminopurin) tulajdonképpen a DNS degradációs terméke. Növényi szövetből, kukoricából, először 1961-ben vonta ki Miller, majd Letham 1963-ban azonosította, nevezte el zeatinnak (Pethő 2002, Pécsváradi 2004).

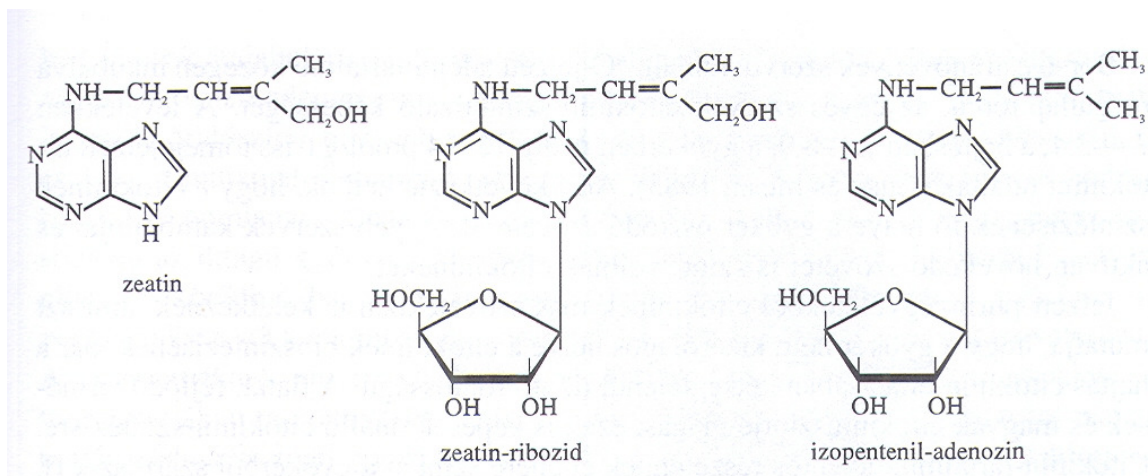
A citokininek nemcsak indukálják, de szabályozzák is a sejtosztódást, részt vesznek a növekedési, fejlődési és differenciálódási folyamatokban. A sejtmegnyúlást is serkentik. Egyes

magvak nyugalmi állapotát is megszüntethetik. Nem-induktív körülmények között is virágzást indukálhatnak (hideghatás nélkül). Késleltetik a levelek öregedését (Gan and Amasino 1995), a tápanyagok mobilizálását serkentik (Pethő 2002). Az ún. *sink-source* folyamatok közül a *sink* erősségét növelik, vagyis a tápanyageloszlás szabályozásán keresztül a tápanyagok felvételét támogatják (Mothes et al. 1961, Mothes and Engelbrecht 1963). Általánosságban véve is befolyásolják a *sink-source* viszonyokat (Werner et al. 2008). Az apikális dominancia kialakításában is van szerepük (Sachs and Thimann 1967, Tanaka et al. 2006, Shimizu-Sato et al. 2009), e tekintetben az auxin antagonistája. A rügyek kihajtása mellett serkentik továbbá a gumók képződését és a kloroplasztiszok érését. Indukálhatják enzimek szintézisét is, például fokozhatják a nitrát-reduktáz vagy a NADPH-dehidrogenáz aktivitását (Pécsváradi 2004). Továbbá a citokininek részt vesznek olyan gének szabályozásában is, amelyek szerepet játszanak a növények nitrát-, ammónium-, szulfát-, foszfát- vagy vas-felvételében (Sakakibara 2006, Séguéla et al. 2008).

Feltételezik, hogy a citokinin hatásának alapja a purinváz (2.3.. ábra). A természetes citokinin hatású vegyületek is aminopurin származékok, a legaktívabb citokininek (kinetin, BA - benziladenin) szintén N⁶-szubsztituált aminopurinok (Pécsváradi 2004). Az oldalláncok szintén befolyásolják a molekulák hatásosságát, és általában zsírolékonyságukkal egyenes arányban fokozzák azt. Ebből adódik változatos szerkezetük. A természetes citokininek közé tartozik a transz-zeatin (Z), N⁶-(Δ^2 -izopentenil)adenin (iPA), cisz-zeatin (cis-Z), valamint ezek konjugátumai (Kudo et al. 2010). Ahogy az auxinok is szabad formában aktívak, ugyanez elmondható a citokininekről is (Mok and Mok 2001).

Kezdetben úgy vélték, hogy a citokininek bioszintézise a gyökérben, azon belül is az osztódó sejtekből álló gyökércsúcsban történik (Letham and Palni 1983, Beveridge et al. 1997). Ezen kívül termelődhet citokinin a fiatal, fejlődő levelekben, kukorica embriókban is (Pécsváradi 2004). Újabb eredmények alapján fogalmazhatunk úgy is, hogy a növény föld feletti részében bárhol (Miyawaki et al. 2004, Takei et al. 2004), de legnagyobb mennyiségben a gyökérben képződnek citokininek (Takei et al. 2004, Kudo et al. 2010). Ez a termelési folyamat azonban az egyedfejlődés során változik, tehát a citokininek a morfogenezis szabályozásában is közvetve részt vesznek (Pécsváradi 2004).

Az N⁶-oldallánc lehasításával a citokinin-oxidáz/dehidrogenáz, az egyetlen olyan ismert növényi enzim, amely képes a természetes citokininek lebontására (Pécsváradi 2004, Galuszka et al. 2001, Schmölling et al. 2003, Kudo et al. 2010). A citokininek bontása és konjugátum-képződésük fontos szerepet játszanak azok szabályozásában.



2.3. ábra. Természetes citokininek kémiai felépítése

(Forrás: Pethő 2002)

A citokininek hosszútávú szállítása kétféleképpen történik a növényekben, attól függően, hogy akropetális (Beveridge et al. 1997, Takei et al. 2001, Hirose et al. 2008) vagy bazipetális (Corbesier et al. 2003, Hirose et al. 2008) a szállítás iránya. A xilémekben történő szállítást befolyásolhatja mind környezeti, mind belső tényező, így például a nitrát-utánpótlás jelentősen megnöveli a citokinint a xilémekben (Samuelson et al. 1992, Takei et al. 2001). Ez azt jelenti, hogy jelátvivő anyagként is működik.

A citokininnek összehangolják a nitrogén-ellátottság alapján a gyökér- és hajtás-növekedést, így segítve a környezethez való alkalmazkodást (Pécsváradi 2004). A citokininek levélre permetezve élénkítik az anyagcserét (köztük a fehérjeszintézist is), tehát a tápanyagok nagyobb része is ide koncentrálódik, egyfajta metabolikus gyűjtőhelyet alakítva ki (Pethő 2002).

A citokininnek önmagukban a legtöbb esetben nem segítik a járulékos gyökérképződést (Harris and Hart 1964, Bollmark and Eliasson 1986, Pierik 1987, McCown 1988, van Staden and Harty 1988, De Klerk et al. 1995). Természetesen akad néhány ettől eltérő eset (Fabijan et al. 1981, Bollmark and Eliasson 1986, Vincent et al. 1992, Remeshree et al. 1994). A citokininnek legfőbb szerepe a járulékos gyökérképződésben a már kifejlődött járulékos gyökerek sűrűségének megnövelésében keresendő (Balestri et al. 2012).

Etilén

Az auxinokhoz kapcsolódóan említést kell tenni az etilénről is, mivel szerepet játszik a szabad auxin enzimatisz lekötésében. Amennyiben a szövetekben lévő auxin mennyisége emelkedik, fokozódik az etiléntermelés is, így az auxinok nagy részéből enzimatisz úton kötött

auxin keletkezik, amelyek szintén inaktívak. Ez a visszacsatolási mechanizmus (feed back) segíti az auxin-koncentráció szinten tartását (Pethő 2002).

Az etilén szintézise végbemehet a magasabb rendű növények minden sejtjében, ennek mennyisége a szövettípustól és fejlődési stádiumtól függ. A fiatal, merisztematikus régiók, az öregedő szervek és a termések általában erőteljesebb etilénszintézist folytatnak. Etilén azonban termelődhet különböző abiotikus (sebzés, hidegkezelés, szárazság stb.) és biotikus (levélrágás, gombafertőzés stb.) stresszhatások okán is (Tari 2004). Az etilénszintézis útja az ún. Yang-ciklus (Adams and Yang 1979).

Az etilén fiziológiai hatásai közül legismertebb a termésekérésre gyakorolt hatása. Számos egyéb élettani folyamatot szabályoz, így például epinasztiát idéz elő, szabályozza az apikális merisztéma aktivitását és determinációját, serkenti a virágkezdemények képződését, a terméskötést és a termés növekedését, de késlelteti a virágzást, gátolja a szár hosszanti növekedését (Tari 2004).

Ugyanakkor az etilén szerepéről a dugványozás során ellentmondásos tapasztalatokról számol be a szakirodalom. Preformált gyökerekkel rendelkező hajtásoknál a 10 ppm koncentrációjú oldat hatékonyan bizonyult (Zimmermann and Hitchcock 1933). Zimmermann and Wilcoxon (1935) is megállapította, hogy az auxin használata szabályozza az etilén termelést, és úgy vélik, hogy az auxin-indukálta etilén javítja az auxin hatékonyságát a gyökérképződésben. Az etilén vélhetőleg az auxinhatás közvetítője. Míg Mudge (1988) szerint az etilén nem vesz részt közvetlenül az auxin-indukálta gyökérképződésben. Továbbá az etilén gyökeresedésre gyakorolt hatása nem annyira előre meghatározható vagy következetes, mint amennyire ez az auxinról elmondható (Davies and Haissig 1994).

Clark et al. (1999) szerint az etilénnek stimuláló hatása van több fajra is *in vitro*. Negi et al. (2008) kimutatta lúdfűn, hogy az etilén gátolja a gyökérképződményeket az auxin szállításának módosításával. Azonban az etilén szintézisének növekedésével csökken a gyökérképződés, ugyanakkor az auxin transzportja mind akropetális, mind bazipetális irányban megnő. Az etilén hatását a gyökérkezdeményen azonban elsősorban az auxin szintézise és jelenléte szabályozza (Ivanchenko et al. 2008).

Alma dugványokon az etilénnek nem volt hatása a gyökeresedésre. A gyökerek száma és az etilén mennyisége erősen auxin-függő volt, és az etilén-termelődést a genetikai gyökeresedési hajlam sem befolyásolta (Harbage and Stimart 1996). *In vitro* körülmények között 'Royal Gala' fajtán az etilént gátló vegyületeknek (AgNO_3 , AVG) gyökeresedést serkentő hatása mutatkozott (Ma et al. 1998).

Az etilén azonban hatékonyabbnak tűnik intakt növényeken, mint dugványokon, és inkább lágyszárúakon, mint fás növényeken (Hartmann et al. 1997). Újabb következtetésekből

(Szabó 2004a) az etilén hatását a gyökérre a magas auxin-koncentrációhoz hasonlónak vélik, tehát a gyökérnövekedés lelassul, a gyökerek viszont megvastagodnak. Hasonló gyökérvastagodást tapasztaltak korábban is direkt etilén-kijuttatásnál (Zimmermann and Wilcoxon 1935).

Abszcizinsav

Az abszcizinsav (ABS) a magasabb rendű növények szinte valamennyi fejlődési fázisában kimutatható. A kloroplasztisban és a citoplazmában képződik. A levelek, fejlődő termések és a gyökércsúcs termel abszcizinsavat, de a növényi szövetek nagyon kis mennyiségben tartalmaznak abszcizinsavat. Inaktiválódása szintén konjugátumok képzésével, ill. oxidatív úton érhető el. Szállítása mind a xilémbe, mind a floémbe lehetséges. Elsődleges fiziológiai hatása a levél leválásának, a szervek öregedésének serkentése, de szerepe van a rügyek nyugalmi állapotának szabályozásában (Szabó 2004b).

A járulékos gyökérképződésben betöltött szerepe vitatott. Egyes irodalmak szerint serkenti a járulékos gyökérképződést (Chin et al. 1969, Szabó 2004b). Mások szerint gátolja a járulékos gyökerek megnyúlását (de Smet et al. 2006, Fukaki and Tasaka 2009) vagy nincs semmilyen hatása a gyökeresedésre (Rajagopal and Anderson 1980b). Az abszcizinsav hatásmechanizmusa is vitatható. Míg Davies and Haissig (1990, 1994) szerint az abszcizinsav a sztómazáródás szabályozásával segíti a dugványokat a szárazságstressz leküzdésében, amíg gyökértelenek, addig Fukaki and Tasaka (2009) állítása szerint a külsőleg adagolt abszcizinsav gátolja a gyökérkezdemény megnyúlását a merisztéma aktivitásának gátlásával. Ugyanakkor a nagyon alacsony abszcizinsav koncentráció miatt az auxin képes kifejteni a hatását.

2.3.3. A járulékos gyökérképződést befolyásoló további endogén tényezők (tápanyagok, egyéb vegyületek, rizokalin elmélet)

Ezek közé az endogén tényezők közé tartoznak a hajtások tápanyagtartalma, a rügyek és levelek szerepe a gyökeresedésben, a gyökeresedést gátló inhibitorok, a gyökeresedést elősegítő kofaktorok vagy a dugvány polaritása. Ezek a tényezők egymással szoros összefüggésben állnak, így alakítva ki egy máig nem teljesen ismert mechanizmust. Ebben a fejezetben csak azokat a belső tényezőket tekintem át a szakirodalmi adatok alapján, amelyek a már ismert hormonok mellett jelentősen befolyásolhatják a sikeres gyökeresedést a dugványozás során.

A rügyek és levelek hatása a hajtásdugványok gyökeresedésére döntő. Ezt már a XIX. században megállapították (Sachs 1880 és 1882, idézi Hartmann et al. 1997), miszerint a levelekben képződik egy (vagy több) olyan vegyület, amely a hajtásdarabban lefelé haladva gyökerek képzésére serkenti a dugványt. Ezt a korábban hormonszerű vegyületnek vélt anyagot a

fejlődő rügyek termelik, majd a floémában a dugvány alapi részébe jutnak. A speciális gyökeresedési faktorok létezését Went (1929; idézi Hartmann et al. 1997) erősítette meg, majd később kimutatták olyan további vegyületek jelenlétét is, amelyek megtalálhatóak sziklevélben, rügyben, levélben, és gyökérképződést indukálnak (Went 1938). Ezeket összefoglaló néven rizokalinnak nevezik (Hartmann et al. 1997).

Annak ellenére, hogy ezek a vegyületek serkentik a gyökeresedést, nem hormonok, mivel a sikeres gyökeresedéshez szükségesek az auxin-források (hajtáscsúcs vagy levél). Amennyiben ezek a források nem állnak a hajtásdugvány rendelkezésére (kvázi nincsenek rügyek a dugványozásra szánt hajtásdarabon) a dugványvágást követő 3-4 napon keresztül, akkor nem történik gyökeresedés (Davies and Haissig 1990, 1994). Viszont ezt a 3-4 napot követően az auxin-források eltávolíthatók anélkül, hogy a gyökeresedést akadályozná, természetesen ez a megállapítás a könnyen gyökeresedő fajokra, fajtákra vonatkozik (Howard 1968). Ezek a faktorok a hajtásban a rügyektől bazipetálisan haladnak az alapi rész felé (Fadl and Hartmann 1967).

A rizokalin elmélet a járulékos gyökérképződés során feltételezi olyan vegyületek jelenlétét, amelyek szükségesek a gyökeresedéshez, és ezek nem feltétlenül hormonok. Bouillene és Bouillene-Walrand (1955; idézi Hartmann et al. 1997) fejlesztette tovább Went (1929; idézi Hartmann et al. 1997) elképzelését a gyökérképző faktorok létezéséről. Szerintük ez az anyag összetett, több alkotóelemből álló komplex, amely három főbb részből áll.

- 1.) Specifikus faktor: levelekből származik, valószínűleg egy orto-dihidroxifenol.
- 2.) Nem specifikus faktor: auxin.
- 3.) Specifikus enzim: egyes szövetekben (periciklus, floém, kambium) képződik, valószínűleg egy polifenol-oxidáz.

Feltételezésük szerint az orto-dihidroxifenolok, amelyek a levelekből jutnak a nedváramlásba, reakcióba lépnek a polifenol-oxidázzal és az auxinnal, majd egy ún. rizokalin-komplexet képeznek. Ez a komplex pedig bekapcsolódik a gyökérképződés folyamatába.

A későbbi kutatások során Hess (1962) négy különböző képződésű kofaktorcsoporthatározott meg borostyán és hibiszkusz dugványokból. A hármas csoportba sorolta az izoklorogénsavat, míg a négyes csoportba az oxidált terpenoidokhoz hasonló biológiailag aktív anyagokat.

A dugványok gyökeresedésének sikerét nagymértékben befolyásolja a dugványvágás ideje, vagyis a rügyek fiziológiai állapota (Lang et al. 1987). A rügyekben termelt kofaktorok mennyiségéből és termelési ritmusától függhet, mennyire befolyásolja a gyökeresedést (Howard 1968, Roberts and Fuchigami 1973, Szecskó 2004, Hamar 2006, Tsipouridis et al. 2006, Sándor 2011). A nyugalomban lévő rügyek gátolták a gyökerek megnyúlását őszibarack

dugványoknál (Cahlahjan and Nekrasova 1962, 1964), míg más kísérletekben a rügyek segítették a gyökeresedést (Fadl and Hartmann 1967, Smith and Wareing 1972).

A másik fontos befolyásoló tényező a levelek megléte a hajtásdugványokon. A nehezen gyökeresedő fajták könnyen elveszítik leveleiket a ködpermetezéssel ellátott szaporítóházak nyújtotta magas páratartalom ellenére. Ezek a dugványok, miután ledobták leveleiket, általában néhány napon belül elpusztulnak. Ugyanakkor azok a fajok, fajták, amelyek képesek leveleiket megőrizni a gyökereztetés során, sikeresebben gyökeresednek (Cooper 1935, Breen and Muraoka 1974, Reuveni and Raviv 1981).

A hajtáscsúcshoz közel lévő, fiatal levelek magas koncentrációban, de kevesebb mennyiségben tartalmaznak IES-t, míg a hajtáscsúctól távolabb lévő fiatal levelekben már több IES termelődik, de a levél tömege miatt alacsonyabb a koncentrációja a szövetben (Ahkami et al. 2013). Ebből adódhat, hogy a fás növényeknél a hajtásdugványok sikeres gyökeresedéséhez szükségesek a fejlettebb levelek és a rügyek (Hartmann et al. 1997).

A levelek és rügyek auxintermelése mellett számos egyéb, indirekt módon kapcsolódó élettani hatása van ezeknek a növényi szerveknek a leveles hajtásdugványok gyökeresedése során (Breen and Muraoka 1974). A levelek megléte a dugványok gyökeresedése során nemcsak a rizokalinok termelődése, hanem a tápanyag-utánpótlás miatt is fontos. Csonthéjas alanyoknál a hajtásdugványok gyökeresedése szempontjából optimális időpont a hajtások intenzív hosszanti növekedésének időszaka (Taraszenko 1971, Hrotkó 1977). Mivel ebben az időszakban nagy mennyiségű nitrogén és foszfor van jelen a hajtásokban, tehát a fehérjék és a foszfortartalmú, szerves vegyületek képződése gyors. Ezt az időszakot követően a fehérjeszintézis folyamatosan csökken, amelynek helyét átveszi a cellulóz felhalmozása, amellyel párhuzamosan csökken a gyökeresedési hajlam is (Taraszenko 1971).

A gyökértelen állapot során nemcsak a fehérjék felhasználása, hanem a hajtásdarabban lévő, raktározott keményítő átalakítása cukorrá is fontos élettani folyamat. Mishra et al (2009) szerint a cukrok képesek az auxinszintet és így az auxin által befolyásolt gyökérfejlődési szakaszt is módosítani. Ugyanakkor az egész éves cukor, szénhidrát és keményítő tartalom a hajtásokban nagy ingadozást mutathat összefüggésben a gyökeresedéssel (Tsipouridis et al. 2006). Esetükben az őszibarack dugványok rosszul gyökeresedtek a hajtások növekedésének idején, ellentétben Taraszenko (1971) megállapításával. Tsipouridis et al. (2006) szerint a GF 677 őszibarack alanyfajta jobban gyökeresedik fás dugványról, mint hajtásdugványról, annak ellenére, hogy ezekben a hónapokban a cukortartalom a hajtásokban a legalacsonyabb. A gyökeresedési hajlam szorosabb összefüggésben lehet a dugványok oldható cukortartalmával (elsősorban a fruktózzal és glukózzal), mint a keményítő (Denaxa et al. 2012).

A hagyományos értelemben vett makroelemeken (N, P, K) túl a növények számos mikroelemet is hasznosítanak. Fodor és Zsoldos (2007) a makroelemek közé sorolja a kén, kalciumot és a magnéziumot is, míg a vas, bór, mangán, réz, cink, molibdén, klór és a nikkel mikroelemnek számít. A gyökeresedés szempontjából fontos elemek lehetnek a következők: kén (S), bór (B), cink (Zn), réz (Cu), kalcium (Ca), mangán (Mn), molibdén (Mo). Ezeknek a tápelemeknek a hatása a gyökeresedésben játszott szerepük szerint ellentétes megítélésű a szakirodalom alapján (Hartmann et al. 1997). Az viszont mindenképpen megállapítható, hogy a dugványozás során a levelek tápanyagtartalma jelentősen csökken (Wilkerson et al. 2005).

Az auxint védő vegyületek a kéntartalmú glutationt is védik a kloroplasztisban, bizonyítva ezzel, hogy ezek a vegyületek részt vesznek a redoxi folyamatok szabályozásában (Stonier and Yang 1973). Erős antioxidáns hatásának köszönhetően a szinglet oxigén és a hidrogénperoxid hatástalanításában vesz részt (Fodor és Zsoldos 2007).

A bőséges cink-ellátás elősegíti a triptofán termelését, amely a triptofán-függő IES-bioszintézist (Hartmann et al. 1997, Szabó 2004a) serkenti. A cinkhiány minden esetben az auxin hiányára vezethető vissza (Fodor és Zsoldos 2007).

A kalcium nagyobb mennyiségben a sejtfalak szilárdításában vesz részt, azonban fiziológiai szempontból fontosabb szerepe az enzimek képződésében és a másodlagos jelátvitelben van. Szükséges továbbá a sejtek megnyúlásához, a szekréciós folyamatokhoz, membránhoz kötött enzimek strukturálásához, azonban a szaporítóházakban tapasztalt magas páratartalom kiváltotta alacsony transzspiráció gátolja a kalcium transzportját (Fodor és Zsoldos 2007).

A mangán legfontosabb fiziológiai funkciója a vízbontó enzimkomplex felépítésében van a II. fotokémiai rendszerben, ugyanakkor a járulékos gyökérképződés szempontjából elsődleges szerepe az IES oxidációjában keresendő (Fodor és Zsoldos 2007). A peroxidáz aktivitása magasabb mangán jelenlétében (Stonier and Yang 1973). Továbbá befolyásolja a nitrogén-anyagcserét és a szénhidrát-forgalmat. A túl nagy mennyiségű mangán a levélben, rontotta a gyökeresedést avokádó fajtnál (Reuveni and Raviv 1981). A molibdén is fontos szerepet játszik a nitrogén asszimilációjában, mivel a nitrát-reduktáz enzim alkotója. Ezen kívül az IES és az ABS szintézisét is szabályozza enzimatisz uton (Fodor és Zsoldos 2007).

További nem szerves vegyületek közül a kálium-permanganát segítette a gyökeresedést több növényfajnál is (Curtis 1918), míg Winkler (1927) szőlőn tapasztalta, hogy az alacsony koncentrációjú kálium-permanganát oldat MnSO_4 és $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ vegyületekkel együtt erőteljes gyökérfejlődést indukált.

A levelekben lévő fehérjék tulajdonképpen fehérje-raktárakként is felfoghatóak, az itt található fehérjék proteolízissal, fehérjebontással, gyökerek képződésére fordíthatóak. A levelek

előregedése ezzel tovább gyorsul a csökkenő citokinin- és a növekvő abszcizinsav-mennyiség mellett (Hrotkó 1999). A szén-anyagcserét tekintve a gyökérnövekedés az egyik leginkább szénigényes élettani folyamat a fás növényeknél. Ez a folyamat lehet az egyik szabályozó tényező a gyökér és hajtás szén-anyagcseréjében (Ho 1988). A *sink-source* szemléletben a *sink*, vagyis a tápanyagok, építőelemek felhasználásának helyszíne a gyökér, míg a *source* oldal, vagyis a forrása ezeknek a tápanyagoknak, a növényi szárdarabban raktározott szénhidrát (Smart et al. 2003). Azonban ezek a források végesek, ezért a járulékos gyökérképződés sikerének egyik fontos kérdése a raktározott szénhidrátok megléte és ezek elszállítása a gyökérképződés helyszínére (Veierskov 1988, Friend et al. 1994).

A poliaminok szerepe a gyökeresedésben egymásnak ellentmondó eredményeket mutat (Sankhla and Upadhyaya 1988, Rugini et al. 1997, Uribe et al. 2008). Előfordul, hogy a járulékos gyökérképződés során az endogén poliaminok szintje növekedik a gyökér merisztémájában (Galston and Flores 1991, Gaspar et al. 1997). Ennek oka lehet az endogén auxinszint vagy épp a külsőleg bekerülő szintetikus auxinok hatása (Friedman et al. 1983, Baraldi et al. 1995, Nag et al. 2001). Szőlőben is kimutatták a poliaminokat a járulékos gyökerekben, ugyanakkor exogén poliaminok (putreszcin és spermidin) sem a gyökeresedést, sem a kalluszképződést nem segítették (Geny et al. 2002).

Egyelőre nem tisztázott, hogy a poliaminok segítik-e a gyökeresedést (Cristofori et al. 2010, Denaxa et al. 2013, Nag et al. 2013), vagy esetleg a járulékos gyökeresedés folyamatának másodlagos anyagcsereterméke-e (Smart et al. 2003).

A flavonoidok határozottan az IES-oxidáz inhibitoraiként veszik ki a részüket a járulékos gyökérképződésben (Stenlid 1976). Ez az IES-védelem az oxidázok ellen nem membránhoz kötött, így a polaritás növelésével képesek megnövelni az oldhatóságukat, tehát mozgékonyak, ezzel pedig a hatékonyságukat javítják (Curir et al. 1993).

In vitro kísérletekben a gyökerek növekedéséhez nemcsak az eddig említett hormonok és tápanyagok szükségesek, hanem például vitaminok (tiamin, piridoxin), amelyek nélkülözhetetlenek gyökérkultúrában. Ezeket az anyagokat feltételezhetően intakt növényekben a hajtások, levelek termelik (Szabó 2004a).

Az 1950-es évek elején fedezték fel a gyökeresedést gátló inhibitorokat különböző szőlőfajtákban (Spiegel 1954), amelyek vízben kiáztatva más, könnyen gyökeresedő szőlőfajták vesszőivel felszívva, akadályozták ez utóbbiak gyökeresedését. Egyéb nehezen gyökeresedő növényekben kimutattak fahéjsavat, amely gátolta a gyökeresedést (Kling and Meyer 1983, Curir et al. 1993). Ez a vegyület a hajtás szöveteinek fásodásával dúsul fel, és mintegy pozitív prekursorként jelzi egyes alkoholok jelenlétét a szövetekben (Lewis and Yamamoto 1990), amelyek akadályozhatják a fás dugványok gyökeresedését. A fahéjsav részleges felhalmozódását

a fejlődő, fásodó hajtásokban több fajnál is kimutatták (Bon et al. 1988, Curir et al. 1993). A fahéjsav származékai meglehetősen változatosak, így feltérképezésük még nem teljes, ebből adódóan a gátló hatásuk mechanizmusa sem ismert.

Peroxidázok többsége (pl.: hidrogénperoxid) olyan enzim, amely tartalmaz hem (porfirinvázis vegyület) részt. Ez lehetővé teszi a szerves vegyületek nagy többségének oxidációját (Nag et al. 2013). Így a peroxidázok fontos szerepet játszanak a növekedésben, differenciálódásban és fejlődésben (Davies and Haissig 1994, Cheniany et al. 2010), a hormonok bontásában (Nag et al. 2001) vagy a ligninek képződésében (Christensen et al. 1998). A belső auxinszint növekvő koncentrációja az alsó szövettájokban csökkenti a peroxidáz-aktivitást. Ez az iniciációs szakaszban lassú növekedésnek indul a szakasz végéig, majd a gyökerkezdemények megjelenésével egy időben lassan csökkenni kezd. Ekkor már közel azonos módon változik az IES-szinttel (Nag et al. 2013). Az exogén hidrogénperoxid és exogén auxin jelenléte lerövidítheti a gyökeresedési időt és megnövelheti a gyökeresedés mértékét (Rugini et al. 1997, Sebastiani and Tognetti 2004).

Nehezen gyökeresedő szelídgesztenyénél (Vieitez et al. 1987), dáliaajtáknál (Biran and Halevy 1973), idős eukaliptusznál (Paton et al. 1970, Crow et al. 1971) a gyökeresedés gátlásában részt vevő fenolos vegyületeket nagyobb mértékben mutatták ki, mint a könnyen gyökeresedő fajtáknál. A nehezen gyökeresedő 'Vilmos' körte hajtásaiból szintén mutattak ki ilyen inhibitorokat, de eltérő mennyiségben. Ezek a mennyiségek azonban mindig magasabb értéket mutattak a könnyen gyökeresedő 'Old Home' fajta hajtásaiból izolált mennyiségnél (Hrotkó 1999).

A kempferolt növekedésgátlóként tartják nyilván. Curir et al. (1993) szerint a még nem fásodott szövetekben kevés található belőle, ebből adódóan kevésbé befolyásolja a gyökeresedést. Megfordítva ezt az állítást, elmondható, hogy a fás dugványokban nagyobb koncentrációban van jelen, így a rutin (difenol), mint IES-védő vegyület, nem tud pozitívan hatni a fás dugványok gyökeresedésére (Andreae and Collet 1968).

Összességében elmondható, hogy a fenolok és származékaik közvetlenül képesek befolyásolni az IES-szintet és a szövettájak fiziológiai állapotát (Curir et al. 1993). Ezeknek a vegyületeknek a megléte nem általános a nehezen gyökeresedő fajtáknál. Ebből adódóan további biokémiai mechanizmusok, molekuláris tényezők (Huang et al. 2007) befolyásolhatják a gyökeresedés sikerét, ahogy a fajták, sőt még a klónok között is változhat a gyökeresedési potenciál (Haissig and Riemenschneider 1988, Pounders and Foster 1992, Husen and Pal 2003, Husen 2004).

A járáulékos gyökeresedéshez kapcsolható biokémiai vagy fiziológiai változások kutatott téma. Az exogén auxin számos anyagszere-változást indít el (különböző enzimek aktiválódását,

szénhidrátok átalakulását, RNS-, DNS-, fehérje-szintézist) a folyamat során (Husen and Pal 2007). A szénhidrátok közül elsősorban az oldható cukrok mobilizálódnak az auxin-grádiens hatására. Ennek köszönhető a hidrolízisben részt vevő enzimek is aktiválódnak (Haissig 1974, 1986). A gyökeresedési zónában csökken a szénhidrát-mennyiség, amely a gyökeresedés energiaigényét fedezi, és a gyökérkezdemények fejlődését szolgálják (Husen and Pal 2007). A hajtásdugványok járulékos gyökérképződése során nem elhanyagolható tényező a levelek fotoszintézise, amely további cukor-forrást nyújt a fejlődő leveleknek (Davis and Potter 1981, Bakshi and Husen 2002). Azonban az oldható cukortartalom a szedést követő napokban (0-30 nap) folyamatosan csökken. Ennek mennyiségét befolyásolja az anyanövény életkora is (Husen and Pal 2007). Ezzel ellentétben az idősebb (akár 30 éves) anyanövényekről szedett dugványokban jelentősen magasabb a fehérjetartalom. A fiatal (2 hónapos) anyanövények peroxidáz-aktivitása intenzívebb, mint az idősebb anyanövényeké, főleg a 20. napon (Husen and Pal 2007). Az auxin indukálta változások közé sorolható az RNS-ek megemelkedő szintézise, akárcsak a fehérjék termelése, sőt az auxinnak hatása van a nukleinsavra is a gyökeresedéskor (Haissig 1974).

A sikeres dugványcsemete-előállításához két főbb, külső tényezőcsoportot kell figyelembe venni. Az első az anyanövények nevelésének környezeti tényezői, valamint a hajtások ebből adódó fiziológiai állapota a szedés pillanatában. Az anyanövények kialakítását, az optimális szedési időpontot és kapcsolatukat a sikeres dugványozással a 2.5. alfejezetben fejtem ki részletesen. A második, környezeti feltétel a dugványok gyökeresedési ideje alatt biztosított, optimális tényezők biztosítása. Ezt a következő, 2.4. alfejezetben ismertetem.

2.4. Az anyanövények kondíciójának szerepe a járulékos gyökérképződésben

Az eredményes dugványozás valójában már a jól megválasztott, egészséges anyanövényekkel, és azok megfelelő ápolásával kezdődik. Schmidt (2002) úgy véli, hogy a gyökeresedést serkentő hormonok használatát és a vízpermetezéssel szaporítóházak elterjedését követően a következő nagy fellendülést az anyanövények prekondicionálása fogja jelenteni. Az anyanövényről lemetezett hajtás illetve a belőle készült dugvány számára a gyökeresedés első fázisában a leválasztáskor a szöveteiben jelenlévő vízzel, szerves vegyületekkel, hormonokkal rendelkezik a sikeres gyökeresedéshez és továbbfejlődéshez (Leakey and Storeton-West 1992, Hrotkó 1999). A gyökeresedést számos, már az anyanövényen tapasztalható tényező (fény összetevői, tápanyagtartalom a vesszőkben, levélfelület, morfológiai tulajdonságok stb.) befolyásolja (Leakey 2004).

2.4.1. Az anyanövények hormon-, víz- és tápanyagtartalmának hatása a gyökérképződésre

Az anyanövények fiziológiai állapota erős összefüggést mutat a gyökeresedési hajlammal (Mesén et al. 1997, 2001). A tápanyagok, a víz és a hormonok szerepe a későbbi dugványozás sikerességében köztudott és nagyon összetett.

Az anyanövények által felvett és beépülő tápanyagok mennyisége és aránya jelentős a későbbi gyökeresedéshez. A legfontosabb tartalék tápanyagot a keményítő jelenti, amelyet a levelekben lévő kloroplasztiszok, míg a szárban a raktározó szövetek tárolnak. Tehát az anyanövények optimális tápanyagellátásával segíthető a dugványok gyökeresedése, mivel a leválasztás pillanatában jelenlévő tápanyagokat fogja a dugvány felhasználni a gyökeresedésre (Hartmann et al. 1997, Hrotkó 1999, Leakey 2004).

Kevesebb szakirodalom található az anyanövények hormonos kezeléséről (Stoutemeyr et al. 1961, Sadhu 1989, Leakey 1992). Azok állapotának javítására azonban növekedésszabályozó anyagokat szoktak alkalmazni (Read and Yang 1989, Leakey 2004, Szabó et al. 2011). Az anyanövények tápanyag-utánpótlása kedvezően befolyásolhatja az anyanövények morfológiai tulajdonságait, zöldtömegét és a dugványok gyökeresedését (Dick et al. 2004).

Szakirodalmi adatok támasztják alá, hogy a korai órákban szedett hajtásokban magasabb a turgor, így az ezekből vágott dugványoknak kisebb a vízveszteségük, amely elősegíti az eredményesebb gyökeresedést (Evans 1952, Rajagopal and Andersen 1980a).

Már korábbi szakirodalom is foglalkozott a szénhidrát-nitrogén arány hatásával a növények fejlődésére (Kraus and Kraybill 1918), azonban később fejtették ki, hogy jelentősen befolyásolhatja a gyökeresedést is (Probocskai 1969, Taraszenko 1971). A túlzott nitrogénellátás gátolhatja a gyökérkezdemények kialakulását.

Negatív hatást gyakorol a növekvő NPK-utánpótlás az anyanövények növekedésére növekvő fényintenzitás mellett, ugyanakkor mindkét tényező ronthatja a gyökeresedést is (Mesén et al. 2001). Ennek hatására a dugványok rövidebbek lettek, amely csökkentette a gyökeresedési hajlamot. Azonban nem találtak összefüggést a fényintenzitás, a tápanyag-ellátottság és a kloroplasztiszok intenzívebb működése között, tehát Mesén et al. (2001) úgy véli, hogy a gyökeresedés nemcsak a leválasztás pillanatában lejátszódó fotoszintetikus folyamatok függvénye, hanem közrejátszik az addig felhalmozott szénhidrátszint is. Az anyanövényekre ható körülmények tehát befolyásolják a dugványok méretét, fotoszintetikus aktivitásukat, így javasolt lehet az alacsonyabb fényintenzitás és a csökkentett tápanyag-utánpótlás, valamint a nagyobb dugványméret az eredményesebb gyökeresedéshez.

Ezzel szemben az intenzívebb fény hatására nagyobb lesz a fotoszintézis mértéke, így a felhalmozódott szénhidrát-mennyiség is megnő (Hansen et al. 1978). Úgy vélik azonban, hogy

ez a túlzott szénhidrát-felhalmozás ronthatja a gyökeresedést magas fényintenzitásnak kitett anyanövények hajtásaiból készült dugványoknál, amelyet oly sokan leírtak (Borowski et al. 1981, Christensen et al. 1980, Leakey et al. 1990. Leakey and Storeton-West 1992), és ugyanez a helyzet akkor is, amikor a dugványokat éri a szükségesnél erősebb fény (Loach and Gay 1979). Poulsen and Andersen (2006) *Hedera helix*-en tapasztalt magasabb fényintenzitás mellett nagyobb gyökértömeget és gyökeres dugványt. Emellett a fényintenzitás mellett a hajtások alapi részéből készült dugványok gyökeresedtek a legjobban. Úgy vélik, hogy ez a fényintenzitás volt az optimális a megfelelő dugványhosszhoz, amely befolyásolja a gyökeresedést.

Az anyanövényeket ért fényintenzitás növekedésének önmagában is van hatása a gyökeresedésre (Hansen et al. 1978, Leakey and Storeton-West 1992). Azonban nemcsak a fény mennyisége, hanem a minősége is befolyásolhatja, alacsonyabb vörös – távoli vörös arányú fény kedvezőbb a későbbi gyökeresedésre, mint a magasabb arányú (Leakey and Storeton-West 1992). A magasabb fényintenzitásnak kitett növények nettó fotoszintézise mind száraztömegre, mind levélre vonatkoztatva csökkent, különösen a hajtás alapi részéből készült dugványokon. Alacsonyabb fényintenzitásnak kitett anyanövények dugványainál sokkal nagyobb volt a fotoszintetikus aktivitás, különösen a híg tápoldatos kezelésnél, az alsó, de nem alapi hajtásrészéből készült dugványoknál (Leakey and Storeton-West 1992). Következtetésük, hogy alacsonyabb fényintenzitású anyanövények dugványainak fotoszintetikus aktivitása nagyobb, és ezek a többlet-tápanyagok a hajtások alsó harmadában raktározódnak. Ez a hajtásdarabok szárazanyagtartalmában is megmutatkozik.

A levelek keményítőtartalma a hajtások felső részében volt magasabb mindegyik kezelésnél, kivéve a magas fényintenzitást és tápoldatot is kapott anyanövények dugványainál. Viszont magas fényintenzitás mellett a visszaáramló oldható szénhidráttartalom az hajtások alapi részén lévő levelekben volt magasabb. Míg az alacsony fényintenzitás mellett nevelt anyanövények felső levelei tartalmaztak több oldható cukrot (Leakey and Storeton-West 1992). A fénynek és a magas keményítőtartalomnak együttesen gyökeresedést gátló hatása van, azonban a gyökeresedés során is aktívan fotoszintetizáló levelek elősegítik a gyökeresedést (Leakey 2004).

Az anyanövények tápanyag-, szénhidrát- és hormontartalma az évszakoknak megfelelően változik, amely kihatással van a gyökeresedés sikerére (Denaxa et al. 2004, Hartmann et al. 1997, Wagner et al. 1989).

2.4.2. Az anyanövények életkorának, kialakításának hatása a dugványozásra

Az idősebb anyanövények hajtásai egyre kevésbé gyökeresednek (Hamann 1998, Husen and Pal 2007). A korról az anyanövényekről szedett dugványok kisebb gyökeresedési potenciált

mutatnak. Ahhoz, hogy az anyanövényeket folyamatosan juvenilis állapotban tartsuk, az erős metszés a legelterjedtebb mód (Hartmann et al. 1997). Az anyanövények kialakításán túl jelentős hatással van a rejuvenilizációra, ezen keresztül pedig a gyökeresedésre, azok metszése. Singh et al. (2006) *Tectonia grandis* anyanövényeket vizsgálva megállapította, hogy az évi kétszeri dugványszedés, vagyis metszés, adta a legnagyobb gyökeresedést és gyökérminőséget.

A vírusmentes szaporítóanyag előállításához a szelektált, egészséges anyanövényből törzsültetvényeket, anyatelepeket hoznak létre. Ezek ápolásához szintén hozzátartozik a tél végi metszés, amely nemcsak az anyanövények fiatalítását segíti, hanem a vegetatív rügyek egyértelmű túlsúlyát is. Ugyanis amint egy fás szárú növény elkezd virágozni, jelentősen leromlik a gyökeresedési potenciálja, valamint a virágokon keresztül könnyebben fertőződhet. A fás növényeknél a fiziológiai vagy ontogenetikai kor nem felel meg a kronológiai korról, vagyis a kronológiailag fiatalnak számító hajtáscsúcs ontogenetikailag a legidősebb, míg a növény alapi része a legfiatalabb, holott időben az a legöregebb (Bonga 1982, Kester 1976, Hartmann et al. 1997). Az erős metszés hatására előtörő vízajtások is mindig juvenilis tulajdonságokat hordoznak, és könnyebben gyökeresednek.

A rejuvenilizáció nemcsak metszéssel érhető el. Amennyiben az idősebb fákat többször fiatal magoncokra oltják, az eredetileg idős növényi rész visszanyeri juvenilis tulajdonságait, így könnyebben szaporítható (Hartmann et al. 1997).

Az anyanövények kialakítása fontos a fejlődő hajtások minőségét tekintve. A hajtásdugványozáshoz kialakított anyanövényeket törzsűs sövény alakúra célszerű kialakítani, mert ez a kialakítás adja a legtöbb, hajtásdugványozásra alkalmas hajtást (Hrotkó 1999). Ezeknek a hajtásoknak egyenesnek kell lenniük legalább a dugványhosszig, vagyis az alsó 30-40 cm-ig, továbbá nagyjából 3-5 mm alapi átmérővel kell rendelkezniük. Ha kellően sűrű az hajtások állománya, akkor bizonyos mértékben takarják egymás alapi részét, egyfajta enyhe etioláló hatást kifejtve.

Ezeknek a törzsűs sövényeknek van egy központi tengelyük, amely 80-100 cm a kézi dugványszedés megkönnyítésének érdekében. A központi tengelyen rövid karok kialakítása javasolt spirál alakban, amelyeken további csapokat célszerű hagyni. Ez utóbbiak 2-3 rügyesek erősségüktől függően. Az anyanövények alsó, kb. 40 cm-es szakaszán nem ajánlott hajtást hagyni, mert a hajtások a földre érve szennyeződnek, ki vannak téve az esetleges gyomirtó vegyszereknek, és könnyen egyéb sérülések keletkezhetnek rajtuk, amelyen keresztül az anyanövény megfertőződhet.

Az anyanövényeket 3 méteres sortávra, és 0,3-0,8 m tőtávra érdemes telepíteni. A tenyésztési terület csökkentésével csökken az egyedek dugványhozama, viszont javul a területre vetített dugványhozam. Hrotkó (1999) szerint sajmeggy anyanövényeknél a 0,4 m-es tőtávolság

adta a legnagyobb hozamot. Ez a koronaforma már a harmadik évtől kb. 40-60 db/m² dugványt adott. Ez a mennyiség sajmeggy-fajtáknál többéves megfigyelés alapján anyanövényenként 60-120 dugványt jelent, amely négyzetméterre vetítve 80-140 dugványozásra alkalmas hajtás is lehet.

2.4.3. Az anyanövények prekondicionálási módjai

Az anyanövényeket számos módon lehet előkezelní ahhoz, hogy a később leválasztott hajtásaik könnyebben gyökeresedjenek. Gyakorlatilag a téli erős metszés vagy a mikroszaporított növények telepítése anyanövényként is egyfajta előkezelés. A növények optimálisnál nagyobb hőmérsékleten és páratartalom mellett történő gyors nevelése, előhajtatása, is prekondicionáló hatású. A hajtások csavarása, gyűrűzése is serkenti a gyökeresedést, amely eljárásokat szintén az anyanövény még le nem metszett hajtásain kell elvégezni (Howard 1994).

A leginkább elterjedt módszerek viszont a fénymegvonáson alapulnak. Habár az etioláció a teljes fénymegvonást jelenti (Hartmann et al. 1997), a gyakorlatban a halványítást, az erős árnyékolást is etiolálásnak nevezik (Bassuk et al. 1984, Howard 1994). Növényházi kultúráknál a fotoperiódus módosításával, a CO₂- szint megnövelésével eltérő eredményeket kaptak. Azonban az árnyékolás vagy halványítás is eltérő hatást mutathat, például dália anyanövényeken (Biran and Halevy 1973). Eredményeik alapján úgy vélik, hogy az árnyékolás akkor hatásos, ha az a gyökeresedési zónában, vagyis a hajtások alapi részén vannak. Így az árnyékolás révén a lágyszárúakra jellemző tulajdonságok maradnak túlsúlyban, ha már fásodott a hajtás alsó része, akkor az árnyékolás már nem vezet eredményre. Már a korai irodalmak is jelzik, hogy az árnyékolás elősegíti a merisztematikus jelleg megtartását a szövetekben (Priestly 1926, Herman and Hess 1963). Az elsődleges floém szklerifikációjának mértéke és a gyökeresedő képesség között fordított az arány (Beakbane 1961). Vagyis minél vékonyabb a megvastagodott szövetréteg, annál több gyökér képes áttörni azt.

Bassuk et al. (1984) említ egy 1537-es forrást, amelyben a fénymegvonás pozitív hatását ismertetik alma dugványok gyökeresedésénél. Valójában nincs is min meglepődni, hiszen a bujtás, mint ősi szaporítási mód is, a hajtások földtakarásával etiolál. Az etiolálás számos, nehezen gyökeresedő növényfajnál, fajtánál javította a gyökeresedést (Bid and Mukherjee 1972, Frolich 1961, Hansen et al. 1978, Harrison-Murray 1981, Maynard and Bassuk 1985, Shepherd et al. 1980, Howard 1994).

Az etiolálásnak több módja lehet. A teljes növény takarása valamilyen sötét fóliával vagy hálóval a legradikálisabb megoldás. Sőt a fekete fólia alatt könnyen hősokkot kaphat. A fólia megtartására valamilyen erős szerkezet szükséges, és a szél is kikezdheti. Ezért ezt a megoldást már ritkán használják. Hatékonyabb lehet az a módszer, amikor a még nyugalomban lévő

anyanövényt árnyékolják (nem fedik le teljesen), majd a tavasszal kihajtott fiatal, halványított hajtások alapi részét árnyékolják fekete ragasztószalaggal. Ezután a hajtások visszazöldülnek, a megfelelő fejlettségi állapotban leválasztják a hajtásokat az anyanövényről, majd eltávolítják róluk a ragasztószalagot. Ezt követően a dugványok további feldolgozása standard módon történik (hormonkezelés, szaporítóház). Ezzel a módszerrel számos, nehezen gyökeresedő fás szárú növénynél érték el sikereket (Bassuk et al. 1984, Husen 2008).

Orgonánál (*Syringa vulgaris*) az anyanövény fent említett takarása és a későbbi halványítás a hajtás alapi részén 70%-os gyökeresedést mutatott, amikor a hajtás halványítását szolgáló ragasztószalag két hétig volt a hajtáson. Ennél tovább fennhagyott szalag az egyik fajtánál már csökkentette, míg egy másiknál tovább növelte a gyökeresedési arányt (Bassuk et al. 1984). *Magnolia x soulangeana* 'Alexandrina' hajtásdugványoknál a későbbi dugványszedésnél (július közepe) volt hatásos a hajtások alapi részének halványítása. Magnóliánál a kötözés után 3 héttel megvágott dugványok gyökeresedtek jobban, mert 5 héttel a kötözés után már túl fásak voltak a hajtások (Hamar 2006). 'Gisela-5' alanyoknál a hathetes kötözés (halványítás), majd dugványvágást követően 5mM-os auxinkezelés 80 %-os gyökeresedést mutatott, valamint javította a gyökérminőséget is (Gulen et al. 2004).

Az etiolálás (halványítás) hatására a szöveti felépítés eltérően alakulhat. A legtöbb esetben a hajtások bőrszövete és hancsszövete vastagszik meg (Bassuk et al. 1984, Hartmann et al. 1997, Schmidt 2002). Ezeknek a szöveteknek a sejtjei parenchimatikus tulajdonságokat mutatnak. Emellett elősegítheti a gyökeresedést az is, hogy etiolált hajtásokban nem vagy csak részben alakul ki szklerenchima gyűrű, amely elzárhatja a fejlődő gyökerek útját. Az etiolált hajtások érzékenyebbek az auxinra is (Maynard and Bassuk 1991, 1992). Bár az etiolált hajtásokban csökken a lignin-tartalom, így a keletkező fenolos vegyületek meg is akadályozhatják a gyökérkezdemények kialakulását (Englert et al. 1991). Ugyanakkor előfordul, hogy anatómiai változás nem, csak fiziológiai változás, például keményítő-felhalmozódás alakul ki (Hartmann et al. 1997), vagy megváltozik a gyökeresedési kofaktorok és a cukrok koncentrációja (Subramani et al. 1996).

Az etiolálás sikerének élettani alapjait az adja, hogy a fényszegény környezetben a levelek felülete megnő, így a levél-szár arány magasabb. Ez összefüggésben állhat a nettó száraanyag-felhalmozódással a dugvány alapi részén (Howard and Ridout 1992). A legjellemzőbb anatómiai változások közé sorolható a hosszabb internódium, a nagyobb levélfelület, a hajtások nagyobb kodominanciája. Habár az etiolált levelekben a nettó fotoszintetikus ráta csökken, ahogy csökken a klorofill-koncentráció is a levelekben, az egységnyi klorofillra jutó nettó fotoszintetikus ráta azonban magasabb (Leakey 2004). Vagyis a

klorofillok hatékonyabban dolgozzák fel a fényt, amely a későbbi visszaszoktatás során is fennmaradhat. Hoad and Leakey (1994) a gázcsereben is talált változásokat az etiolálás hatására.

Alapvetően minden eljárás, módszer arra irányul, hogy a hajtásokban elegendő szénhidrát halmozódjon fel ahhoz, hogy a dugványok a későbbiek folyamán meggyökeresedjenek (Hartmann et al. 1997, Dick et al. 2004, Leakey 2004). A szénhidrátok raktározása mellett természetesen számos egyéb biokémiai folyamat is lezajlik az etiolálás és a metszés okozta eltérő tápanyageloszlás mellett.

2.4.4. A dugványok szedési időpontjának, egyéb élettani folyamatainak hatása a dugványszedés során

A szedés időpontját elsősorban a hajtás fejlettségi állapota határozza meg. Ennek fiziológiai okai is vannak. Olivánál a nyáron szedett dugványok gyökeresedtek a legnagyobb százalékbán, amikor az oldható cukortartalmuk a legnagyobb, míg a keményítőtartalmuk a legalacsonyabb volt. A legrosszabb gyökeresedést a tavaszi dugványok adták, amelyek elsősorban a levelek kifejlődésére fordították a hajtások cukortartalmát (Denaxa et al. 2012).

A hajtásdugványokat általában májusban, a hajtások alapi részének fás szöveteinek kialakulásakor, a fás dugványokat leginkább október végén vagy kisebb sikerrel decemberben célszerű megszedni (Szecső 2004). Az időpont megválasztása a hajtásdugványoknál is eltérő lehet a növényfajtól, sőt akár fajtától függően is. Magnólia hajtásdugványoknál június 2. dekádja az optimális a gyökeresedéshez – az IVS-kezelésen felül semmilyen további kezelést sem kapva (Hamar 2006).

A hajtások helyzete az anyanövényeken a későbbiekben befolyással lehet a dugványozás kimenetelére. A hajtások alapi részét előnyösebbnek tartják a hajtásdugványozáshoz, mint a kevésbé fásodott, olykor még éretlen hajtásokat, ugyanis ez utóbbiakat nehezebb életben tartani a gyorsan csökkenő turgoruk miatt. Ezt főleg alacsony ráfordítású, vízpermetezés nélküli fóliasátrakban igaz (Leakey et al. 1990). Továbbá tudományosan igazolt, hogy a hajtások alsó kétharmadában raktározódik a fotoszintézis során nyert tápanyag nagyobb hányada (Leakey and Storeton-West 1992). Ebből is adódik, hogy a hajtások alapi részéből készült dugványok jobban gyökeresednek felsőbb részről szedett társaiknál (Leakey 2004, Mesén et al. 1997, Poulsen and Andersen 2006).

Különbség van a főhajtás és az oldalhajtások gyökeresedése között is. Általában a főhajtások gyökeresednek jobban, amelyek jobban fásodottak (több lignint tartalmaznak) mint az oldalhajtások. Azonban a korai időszakban, tavasszal, szedett szilvahajtások közül az oldalhajtások gyökeresedtek lényegesen jobban. Hasonló eredményt tapasztaltak *Abies*, *Pinus*, *Picea* fajoknál is (Hartmann et al. 1997). *Rhododendron* fajoknál a vékonyabb oldalhajtások

gyökeresedtek jobban, mint a vastag, főhajtások. Ugyanezt tapasztalható *Crataegus pinnatifida* hajtásdugványainál is, ahol a vékonyabb hajtások gyökeresedtek jobban (Szabó 2008). Azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy egyes fajoknál nagyon erős a plagiotróp hajtásoknál az oldalirányú növekedés, még akkor is, amikor egyedüli hajtásként marad. Ilyen tulajdonsággal bír a kávé, *Taxus cuspidata* vagy a Norfolk-fenyő. Ez a jelenség nagyon hasonló a topofízishez (Hartmann et al. 1997).

Nemcsak a dugványok vastagsága vagy elágazásbeli helyzete határozza meg, mennyire gyökeresedik jól. Ugyanígy ráhatással van az is, hogy az anyanövény mely magasságában nőtt (Leakey 2004). Ezek összefüggésben állhatnak az etiolálás hatásával, a tápanyageloszlással, esetleg a hajtások közötti versennyel, habár azonos körülmények között is az anyanövény alsóbb részéről szedett hajtások gyökeresednek jobban. Alsó és felső hajtások akkor gyökeresednek hasonló mértékben, amikor az anyanövényen is azonos fényintenzitást kaptak (Leakey 2004).

Leakey (2004) határozottan különbséget tesz az anyanövények hatásait vizsgálva az egyes hajtások közti különbségek és az egyes hajtáson belüli különbségek között. A hajtáson belül számos anyagnak, tényezőnek van gradiense, így a hajtáscsúcs felől lefelé haladva idősödnek a szövetek, ebből adódóan változik a levélméret, a levelek vízpotenciálja, a levelek szénhidrát-anyagcseréjének az egyensúlya (fotoszintézis kontra respiráció), a levelek öregedése, az internódiumok hossza és átmérője, a hajtás szöveteinek fásodottsága, szénhidrát-tartalma. Így Leakey (2004) kihangsúlyozza, hogy nincs két egyforma dugvány, amelynek ugyanolyan lenne a fiziológiai állapota, vagyis nincs két egyforma dugvány, amelynek ugyanolyan a gyökeresedési hajlama.

Ugyanígy nincs két olyan dugvány, amelyek egyforma mértékben tárolnának szénhidrátot és tápanyagot, ebben a kérdésben csak egy bizonyos, hogy a gyökértelen időszak alatt ezeket a tápanyagokat felélik a dugványok. Így a dugványhosszal, vagyis a dugványok tömegével lehet növelni a gyökeresedés esélyét, mert a hosszabb dugványban több a tartalék, így azok nagyobb készletként szolgálnak az új gyökerek felépítéséhez. Valamint a rövid dugványok nem képesek a gyökeresedés során keletkezett asszimilátumokat eltárolni, különösen akkor, ha a levélfelület arányaiban nagyobb a dugványhossznál (Tchoundjeu and Leakey 1996).

2.5. Növényi növekedésszabályozók (PGR-ek) a kertészeti szaporításban

A növényi hormonok felfedezése előtt is számos kísérlet és feljegyzés számolt be arról, hogy a növények bizonyos anyagok hatására növekedésnek indulnak, vagy éppen lecsökkentik, abbahagyják a növekedést. Ezek az anyagok sokszor károsak voltak nemcsak a növényekre, hanem az azt felhasználókra is. A fenntartható mezőgazdaság, a környezettudatosabb életmód, az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások arra serkentik a termeszítőket, hogy kevésbé

környezetterhelő, természetes hatóanyagokkal dolgozzanak. Különösen az emberi ételmisszer és az állati takarmány előállításakor (Basak 2008).

2.5.1. Biostimulátorok, bioregulátorok fogalma, használata a mezőgazdasági, kertészeti gyakorlatban

A növényi növekedésszabályozók (angolul: plant growth regulators = PGRs), más néven bioregulátorok, tág fogalom, magában foglal minden olyan természetes és mesterséges vegyületet, amely hatással van a növények növekedésére, legyen az gátló vagy serkentő hatású (Starck 2005). A bioregulátorok természetes vagy mesterséges összetevőinek meghatározott kémiai szerkezete van, amelyek már nagyon kis mennyiségben is hatékonyak, és amelyek speciális biokémiai, fiziológiai és morfológiai folyamatokra hatnak a növényekben (Rademacher 1993).

A bioregulátorok magukba foglalják az endogén módon megtermelt hatóanyagokat (természetes növényi hormonokat), azokat a szintetikus vegyületeket, amelyek analógok a hormonok hatásával (mesterséges hormonok), hormonhatású szereket, olyan hatóanyagokat, amelyek a természetes, endogén hormonok szintézisét zavarják (például gyomirtó szerek), és számos egyéb olyan, különböző módon ható anyagokat, amelyek módosítják a növények növekedését és fejlődését (Basak 2008). Fontos kiemelni azonban, hogy a bioregulátorok nem tartalmazznak makro- vagy mikroelemeket. Azokat a szereket, amelyek tisztán csak növényi tápanyagokat, tápelemeket tartalmazznak, műtrágyáknak, levéltrágyáknak nevezzük.

A biostimulátorok kicsit szűkebb fogalom, azonban mindkét fent említett csoportba besorolhatóak. A biostimulátorok azok a természetes vegyületek, összetevők, amelyek nemcsak egy-egy növényi életfolyamatot serkentenek, hanem sokkal szélesebb körben hatnak. Serkentik például nemcsak a fotoszintézis, de ezzel egyidejűleg a víz- és tápanyagfelvételt, a sztomák mozgását, és ezáltal akár javíthatják a növény ellenálló képességét, fiziológiai állapotát is (Basak 2008). Tehát tartalmazznak természetes eredetű növényi hormonokat és ezek mellett olyan tápelemeket is, amelyek serkentik a növekedést.

Ezek a hatóanyagok számos összetett élettani folyamatot serkentenek, mint például a növények fejlődésének, csírázásának, anatómiai és morfológiai változásának időbeli lefolyását, a gyümölcserést, a hajtások, gyökerek nagyobb stressztűrő képességét, a fény hatékonyabb felhasználását, a *sink* folyamatok felgyorsítását, a tápanyagok szállításának és eloszlásának hatékonyságát (Basak 2008). Ezeknek a folyamatoknak a serkentése eredményezi az adott növényi kultúra nagyobb termésmennyiségét, a stressztűrő képességük javulásán, a jobb tápanyag- és vízhasznosításán, valamint a hatékonyabb fotoszintézisen keresztül. Hosszabb távon ez jelentheti a jobb minőségű mezőgazdasági, kertészeti árukat, a kevesebb ráfordított

költséget, rövidebb termesztési időt (vagy egy vegetációs idő alatt többszöri betakarítást), vagy akár az adott növényi áru hosszabb eltarthatóságát, könnyebb feldolgozhatóságát (Basak 2008).

A gyakorlatban azonban ezek a szerek nem különülnek el ennyire élesen. Ugyanakkor Basak (2008) úgy véli, hogy a biostimulátorokat határozottan el kellene különíteni a különböző tápoldatoktól, műtrágyáktól, ugyanis – véleménye szerint – alapjaiban különbözik a hatásmechanizmusuk a kétféle termék kategóriának. A tápoldatok, műtrágyák számos tápanyagot és tápelemet tartalmaznak, amelyek ellátják a növényeket, mégsem tekinthetők növekedésszabályozóknak vagy bioregulátoroknak. A biostimulátorok a hormonok hatásán és az élettani folyamatok serkentésén keresztül hatnak (Basak 2008).

Lengyelországban a bejelentett növényvédő szerek összesen 6 %-a növényi növekedésszabályozó, amelyek közül 4 % általános, és 2 % kifejezetten gyümölcsösökbe ajánlott. További 16 % van egyéb kategóriába sorolva, amelyek között lehetnek további biostimulátorok (Basak 2008). Világszerte a növényi növekedésszabályozók a teljes növényvédő szerek alig 3-4 %-át teszik ki (Rademacher and Bucci 2002). Magyarországon erre vonatkozó adatok nem ismertek. Ennek ellenére sok szer van piacon, amelyek megfelelnek a biostimulátorok fogalmának.

Ezek a szerek valóban számos életfolyamatot serkentenek. Javítják a terméshozamot (Alexander 2008, Colapietra and Alexander 2006, Basak et al. 2008, Belz and Pfeiffer 2004, Dwornikiewicz 2008, Jankowski and Dubis 2008, Matysiak et al. 2008, Csihon et al. 2013), javítják az abiotikus stressz elleni ellenállóképességet (Kositorna and Smoliński 2008, Hołubowicz 2008, Hajdú 2010), a termések minőségét (Tomala and Woźniak 2008, Sas-Paszt et al. 2008). Hatásosak szabadföldön (Babik et al. 2008, Jankowski and Dubis 2008), fűtetlen fóliában (Stębowska 2008), üvegházban (Babik et al. 2008, Kossak 2008), ökológiai gazdaságban (Matyjaszczyk et al. 2008). Serkentik a növekedést, hatékonyabbá teszik az oltványnevelést (Gąstoł 2008, Magyar et al. 2008), vagy a gyökeresedést szőlőn (Górnik and Grzesik 2008). De ugyanígy alkalmasak a fiatal fák elágazódását segíteni mind a faiskolában, mind fiatal ültetvényben (Simon 2003, Steiner 2011).

Hatásmechanizmusuknak köszönhetően roborálhatják a növényeket a fotoszintetikus apparátuson keresztül (Przybysz et al. 2008), vagy enzimek, természetes védővegyületek fokozottabb előállításán, hatékonyabb tápanyagfelvétel serkentésén keresztül. Ezek a szerek stimulálják a nitrát-reduktáz enzimet és a gyökér-foszfatazt, amelyek segítségével több nitrogént és foszfort képes a növény felvenni. Ez a folyamat számot további élettani folyamatot indít el a növényben, például megnöveli a klorofill-tartalmat (Joubert and Lefranc 2008). Ezt tovább gondolva a megnövekedett klorofill-tartalom javíthatja a fotoszintézis hatékonyságát, növelve ezzel a nettó fotoszintetikus rátát, a beépülő szárazanyagtartalmat is.

2.5.2. A kísérlet során használt biostimulátorok hatásainak irodalmi áttekintése

A Kelpak[®] barnamoszat (*Ecklonia maxima*) kivonat, amely természetes auxin- és citokinin-hatású anyagokat tartalmaznak. Ezt az ún. cold cellular-burst technology (hideg sejtroncsolási technológia) segítségével nyerik ki a moszatokból, így nem sérülnek a sejtekben lévő biológiailag aktív hatóanyagok. A Kelpak[®] auxin hangsúlyos, ezáltal növeli a sejtnövekedést és a sejtmegegyülést. Ez a hatás igazolható a gyökernövekedésben és a gyökéraktivitásban is (Jenkins and Mahmood 2003, Dickmann et al. 2007, Magyar et al. 2008). Továbbá 'Vilmos' körte oltványnevelésénél kaukázusi vadkörte alanyon növelte az oltványtömeget, valamint a rövidhajtások képződésére is jó hatással volt (Szabó 2009). Sajmeggy alanyfajták dugványainak gyökereztetésében kiemelkedő eredményeket adott (Németh 2011).

A Wuxal Ascofol[®] egy olyan levéltrágya, amely a nitrogén, foszfor és kálium, valamint a mikroelemek mellett tartalmaz moszatkivonatot (*Ascophyllum nodosum*), s így auxint, citokinint és gibberellint is. Ez a készítmény növeli a gyümölcstermesztés hozamát és a gyümölcsök minőségét is. A Wuxal Ascofol[®] eredményes volt komlón (Alexander 2008), szőlőn (Colapietra and Alexander 2006) és almán (Belz and Pfeiffer 2004). A szakirodalmi beszámolók mind kiemelték, hogy ez a szer akkor volt kifejezetten hatásos, amikor a növényeket abiotikus stresszhatások érték. Faiskolai alkalmazásban is eredményesen növelte a hajtásnövekedést, az oldalhajtások képződését, valamint a gyökérminőséget magoncokon és almaoltványokon (Magyar et al. 2008). Körteoltványoknál a 'Bosk kobak' hajtásképzésében és a koronavesszők szögállásának optimális kialakításában segített (Szabó 2009, Sütő 2011). Juharnál a magcsemeték kihozatali arányát nagymértékben növelte, amely a készítmény stresszcsökkentő hatását igazolja (Hajdú 2010). Hazai kísérletek több esetben is felhívták a figyelmet arra, hogy a készítmény használata növény-egészségügyi kockázattal járhat. Szabó (2009) a szer használata során körteoltványoknál erős levéltetű fertőzőtéttséggel, míg Hajdú (2010) tölgyeknél lisztharmattal találkozott.

A Pentakeep[®]-V készítményt baktériumos fermentációval állítják elő. Fő hatóanyaga az 5-aminolevulinsav (ALA), amely a klorofill-szintézis prekursora. Fotoszintetizáló élőlényeknél glutaminsavból keletkezik (Beale-út). Nagy mennyiségben gyomirtószerként már régóta ismert. Alacsony koncentrációban (<10mM) növeli a fotoszintetikus aktivitást, a szárazanyagfelhalmozódást, és csökkenti a respirációt (Beale 1990). A készítmény az ALA mellett tartalmaz több mikroelemet is, amelyek szintén a klorofill-képződést serkentik. Eredményesen alkalmazták különböző kertészeti terményeken (Hotta et al. 1997; Babik and Dysko 2008; Dwornikiewicz 2008). A Pentakeep[®]-V hatásosan csökkentette a spenótnál (Nishihara et al. 2002) és a gyapjúnál (Watanabe et al. 2000) fellépő só-stressz hatásait. Figyelembe véve a dugványoknál jelentkező fotoszintetikus aktivitás csökkenését, a Pentakeep[®]-V használata növelheti, de legalábbis szinten

tarthatja a dugványozás során a fotoszintézist, amely javíthatja a gyökeresedést. 'Katalin' cseresznyeoltványon növelte a fotoszintetikus aktivitást a sztómakonduktivitáson keresztül, valamint magasabb nitrogén-, magnézium-, bór- és vas-tartalmat mértek az oltványok leveleiben. Kiemelkedő volt a cink-tartalom (Mihalovits 2010).

A Yeald Plus[®] levéltrágya fő hatóanyaga a cink, amely cink-ammónium-acetát formátumban biztosítja a magas biokémiai aktivitást. Ez a tápelem stimulálja az auxin-szintézist, ezáltal a gyökérképződést, a levelek klorofill-tartalmát, valamint a tápanyagfelvételt (Kwizda Agro 2009). A Yeald Plus[®] növelte a gyökérelágazódást gyümölcsfaiskolában (Magyar et al. 2008) és erdészeti csemetekertben (Dickmann et al. 2007). 'Bosc kobak' körteoltványokon nemcsak a magasságot, vesszőhosszt, hanem a gyökértömeget is javította az oltványokra permetezve (Szabó 2009). Hegyi juhar magcsemete előállításánál pozitív hatással volt azok minőségére, amely gyökérfejlődést segítő hatásának tudható be (Hajdú 2010), míg tölgy magoncokon növelte a magasságot (Harka 2012). Németh (2011) 'Egervár' sajmeggy alanyfajtákon eredményesen alkalmazta a gyökeresedés javítására.

A dugványcsemete minőségét növelheti, ha a másodrendű hajtások képződését elősegítjük, amelyek újabb hajtáscsúcsot, leveleket és további auxintermelési központokat jelentenek. Ehhez kiváló a citokininekhez tartozó benzil-adenin (BA). Cseresznye oltványokon eredményesen növelte az oldalelágazódások számát (Hrotkó et al. 1999, Magyar és Hrotkó 2005). A BA ugyanakkor hátrányos is lehet a dugványok gyökeresedésére (Eriksen 1974).

Az indol-3-valsav (IVS) a mesterséges auxinok csoportjában a legelterjedtebb gyökeresedést serkentő anyag. 0,2%-os talkumporos alkalmazása növeli a sajmeggy dugványok gyökeresedését (Hrotkó 1982). Az IVS-re adott növényi válasz nem feltétlenül egyetemes, de a növények nagy részénél megkönnyíti a dugványozást (Hartmann et al. 1997), ezért a kísérletünk során tekinthetjük másodlagos kontrollnak.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Célkitűzéseimet a korábban ismertettek alapján a következőkben foglalom össze.

1. A hazai kereskedelmi forgalomban kapható vagy bevezetésre kerülő természetes eredetű növekedésszabályozó anyagokat elsőként használva a sajmeggy alanyfajtákon növeljem az anyanövények hajtásprodukciónak, a dugványozásra alkalmas hajtások számát és azok minőségét.
2. Vizsgálni kívántam a biostimulátorokkal prekondicionált hajtások, illetve a belőlük készült dugványok gyökeresedését, annak érdekében, hogy ismereteket szerezzek ennek a prekondicionálási módnak a gyökeresedésre és a dugványok minőségére gyakorolt hatásáról.
3. A biostimulátorok a szakirodalomból eddig ismert hatásai alapján alkalmasak lehetnek a dugványozás eredményességének javítására, kijuttatva azokat a gyökeresedő dugványra. Ebben a formában nem ismert a készítmények hatása, sem a gyökeresedésre, sem pedig a dugványok minőségére. Ezért tűztem ki célul a biostimulátorok hatásának vizsgálatát.
4. Mivel a biostimulátorok a legtöbb termesztett növényenél a fotoszintetikus aktivitás növelésén keresztül javítják a biomassa-hozamot, vizsgáltam ennek a hatását a sajmeggy dugványoknál, összefüggésben az anyanövények és a dugványok auxin-háztartásával, a levelek klorofill-tartalmával és a dugványok szárazanyag-produkciójával.



1.1. ábra. 'Bogdány' (balra) és 'Magyar' (jobbra) anyanövények a dugványszedést követően.

Soroksár, 2011. június 4. (Fotó: Szabó Veronika)

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérlet helyszíneinek jellemzése

A kísérletsorozat két helyszínen zajlott. Az anyanövények a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem és Tangazdaság területén, Soroksáron vannak, szabadföldön. A terület a közép-magyarországi régióban fekszik, ahol a könnyű homokos talaj pH-ja 7,8. Az évi középhőmérséklet 11,3°C, a napos órák száma 2079 órára tehető, és az éves csapadékmennyiség 550 mm.

A területen az időjárási és talajtani adottságok az alföldi régióra jellemzőek. A csapadékszegény időszak a július-augusztus hónapokra tehető, a legtöbb csapadék május-július közötti időszakban esik. Mind a csapadék, mind a hőmérséklet egyenetlen eloszlású. Az uralkodó szélirány északnyugati.

A Duna öntésterületén elhelyezkedő terület, így a talaj nagy része a Duna meszes homokhordalékán képződött, könnyű, homokos talajszerkezetű. A mésztartalom a mélységgel változik (7-14 %), az Arany-féle kötöttségi szám (AK) 34, a humusztartalom alacsony a területre jellemző 2-3% körül alakul (Stefanovits 1999). A terület tápanyagértékeit a 4.1. táblázat mutatja.

4.1. táblázat: A kísérletben szereplő anyanövények talajának tápelem-tartalma különböző talajmélységben (Soroksár, 2010)

Talajréteg (cm)	0-20	20-40	40-60
Humusz (m/m %)	2,44	1,96	1,49
Sótartalom (m/m %)	0,02	0,02	0,02
CaCO ₃ (m/m %)	7,67	8,33	14,00
NO ₂ +NO ₃ -N (mg/kg)	24,17	13,09	10,99
P ₂ O ₅ (mg/kg)	563,67	484,00	270,67
K ₂ O (mg/kg)	247,33	156,67	138,60
Na (mg/kg)	38,2	34,87	47,47
Mg (mg/kg)	148,33	115,33	110,73
Cu (mg/kg)	1,56	1,44	1,17
Zn (mg/kg)	4,04	3,23	2,02
Mn (mg/kg)	15,50	12,13	8,11
SO ₄ -S (mg/kg)	12,13	10,41	11,00
Fe (mg/kg)	17,20	15,27	10,81
Mo (mg/kg)	1,45	1,12	1,08

A kísérletsorozat másik helyszíne Müller Jenő kertészete Helvéciaán, Kecskemét közelében. Ezen a területen a dugványok gyökereztetését végeztem a kertészet munkatársainak segítségével, az automatizált fóliasátor az *Anthurium*-hajtatáshoz szükséges körülményeknek felel meg. A magas páratartalmat automatizált ködpermetezővel biztosítják. A fóliasátorban átlagosan 70-80 % páratartalom mellett éjjel 18°C van reggel 6 óráig, majd délig 24°C-ot érnek

el, a nap többi részében 26°C van (Major 2014). A dugványokat a kezelést követően másnap reggelig fátolfóliával takartam, így akadályozva meg a permetlé lemosódását a levélről. A gyökereztető közeg minden esetben tiszta perlit volt, hogy a mérésekhez tiszta gyökeret kapjak.

4.2. A kísérletbe vont sajmeggy fajták és az anyanövénytelep bemutatása

A 'Bogdány' fajta 2009-ben kapott állami elismerést. Gyümölcsösben a rá oltott fák az 'SL 64' növekedési erélyéhez hasonlóan erős növekedésűek (Hrotkó 2003, Gyeviki 2011). Hajtásdugványozással eredményesen szaporítható, dugványai változó arányban gyökeresednek meg (Hrotkó 1982, Hrotkó és Magyar 2004). A csemeték az oltványiskolában közép magas növekedésűek, jól szemezhethők. A csemete a növekedését időben befejezi, a fagyok nem károsítják. Cseresznyefajtáknak kiváló alanya, a szemzésekijajtás, az első osztályú oltványok kihozatali aránya és a koronásodás oltványiskolai kísérleteinkben ezen az alanyon volt a legmagasabb. Intenzív cseresznyetermesztéshez ajánlott alanyfajta.

A 'Magyar' fajta szintén 2009-ben kapott állami elismerést, a 'Bogdány' fajtával egy időben. Eredetileg magtermő fának szánták, azonban hajtásdugványozással szaporítva 30-40 %-kal gyengébb növekedést ad a rá oltott fának. Eredményesen szaporítható hajtásdugványozással, dugványai 70-80%-ban meggyökeresednek (Hrotkó 1982). A csemetái a faiskolában közép magas növekedésűek, szétterülő oldalhajtásokkal. Jól szemezhető, a szemzésekijajtás és az első osztályú oltványok aránya a meggy- és cseresznyefajtákkal egyaránt magas (Hrotkó 2003). A cseresznyefák ezen az alanyon középerős növekedésűek, korán termőre fordulnak és kimagasló terméshozási tulajdonságokat mutatnak, ezért intenzív ültetvények létesítésére alkalmas (Hrotkó 2003, Gyeviki 2011).

Az 'SL 64' fajta hazánkban 2006-ban kapott állami elismerést. Franciaországban, az INRA bordeaux-i állomásán szelektálták 1954-ben. Meggynek és cseresznyének is jó alanya, ez utóbbiakkal nagyon jó az összeférhetősége. Erős növekedést adnak a rá oltott neméseknek, korán fordulnak termőre és kiváló a termőképességük, télállóságuk közepes (Hrotkó 2003). Hajtásdugványozással igen jó eredménnyel szaporítható, a gyökeresedési arány 90 % feletti (Hrotkó 1999). Az anyanövények azonban ólomfényűségre hajlamosak. Oltványiskolában egyenletesen vastagszik, jól szemezhető, viszont a korai fagyok könnyen károsíthatják az oltványt, mert ezen az alanyon későn fejezik be a növekedést. Mind a cseresznye, mind a meggy fajtái jól koronásodnak 'SL 64' alanyon.

Ismeretlen eredetű sajmeggy klón az 'SM 11/4', a korábbi Faiskolai Termesztési Tanszék szigetcsépi kísérleti gyümölcsösében találta Hrotkó (1982), vélhetően a helyi sajmeggy klónok alanyaként használt véletlen magonc.

Hajtásdugványozással eredményesen szaporítható, dugványai 80-90%-ban meggyökeresednek (Hrotkó 1982). A csemeték az oltványiskolában középmagasak, jól szemezhetőek. A csemete a növekedését időben befejezi, a fagyok nem károsítják. A cseresznye- és meggyfajták kiváló alanya, a szemzéskihajtás, az első osztályú oltványok kihozatali aránya magas. A gyümölcsösben a legtöbb nemes fajtával középérésű növekedésű (Hrotkó 2003, Gyevíki 2011).

A felsorolt fajták anyanövényei 2009 áprilisában kerültek eltelepítésre szabadföldön, Soroksáron a Dísnövénytermesztési Ágazat területére. Az anyatelep sortávolsága 2,5 m, tőtávolsága 0,6 m. Az anyanövények kezdeti metszésénél szempont volt a törzsös sövényforma kialakítása. Az anyanövények egységes, erőteljes metszésben részesültek minden évben a nyugalmi időszakban, többnyire februárban. A metszés során, a kezdeti időszakban kialakított karokon két-háromrügyes csapok maradtak a vesszők erőssége, átmérője alapján. A gyenge, vékony vesszők minden esetben levágásra kerültek. A nyugalmi időszakban végzett metszést követően nem történt hajtásválogatás. Az anyatelep vízigényét szükség szerint esőztető öntözéssel elégítették ki az ágazat munkatársai. A területet vegyszeres gyomszabályozással és évi kétszeri mechanikai sorközműveléssel tartották fent.

4.3. A felhasznált szerek hatóanyagai és összetevői

Az alább felsorolt szereket használtam a különböző kísérletsorozatokban. Az egyes szerek összetevőit a kiserelések tájékoztatói, vagy a gyártó hivatalos, internetes forrása alapján határoztam meg, amelyektől a teljes kísérletsorozat alatt nem tértem el. Az egyes szerek koncentrációját a 4.4. A kísérlet menete c. alfejezetben ismertetem.

- Kelpak[®] tartalmaz 11 mg/l természetes auxin kivonatot és 0,03 mg/l természetes citokinin kivonatot *Ecklonia maxima* barnamoszat-kivonat formájában (Kelpak Guide Manual).
- Wuxal Ascofol[®] tartalma 2,5% N, 1,25% K₂O, mikroelemek (0,8% S, 3% B, 0,14% Ca, 0,0003% Cu, 0,003% I, 0,005% Fe, 0,8% Mn, 0,05% Zn), valamint citokinin, gibbellin és auxin az *Ascophyllum nodosum* barnamoszat kivonatából (Kwizda online katalógus).
- Pentakeep[®]-V összetevői 9,5% N, 5,7% Mg, 0,3% Mn, 0,45% B, továbbá DTPA-Fe, ZnSO₄, CuSO₄, dinátrium-molibdenát és baktériumokból fermentált 0,3% ALA (5-aminolevulic-acid). A forgalmazó tapadásfokozó szer használatát javasolja, így minden használatkor 0,5 ml/l Tween 20 tapadásfokozót adtam az oldathoz.
- Yeald Plus[®]-ban található 6% N, 5% Zn, 1% K₂O₅, 0,03% B, 0,25% Cu, 0,25% Fe, 0,25% Mn és 0,001% Mo, a pH beállításához ecetsavat is tartalmaz.

- BA (benziladenin) készítmény 10% benziladenint tartalmaz (Reanal Fine Chemical Factory, Budapest). Szintén a gyártó ajánlása alapján Tween 20 tapadásfokozó szert használtam a már említett 0,5 ml/l töménységben.
- IVS (1,3-indol-vajsav) hatóanyag por formátumban kapható, a kísérletekben azonban alkoholos oldatként használtam fel. A 0,2%-os oldat elkészítéséhez 2 gramm IVS-port oldottam fel 520 ml 96%-os tiszta etanolban, majd desztillált vízzel 1000 ml-re töltöttem.

4.4. A kísérletek menete

4.4.1. Anyanövények kezelése és a hozzátartozó mérések

Az anyanövények magasságát, a karok és a csapok számát minden év februárjában mértem, ill. számoltam a metszést követően az üzem munkatársaival. Az anyanövények kezelésekor három biostimulátort használtam fel a gyártó ajánlása szerinti koncentrációban, amelyeket zárójelben tüntettem fel. A következő szereket használtam az anyanövények kezelésére: Kelpak (0,2%), Wuxal Ascofol (0,2%) és Pentakeep-V (0,05%). A 2010-ben induló kísérletsorozatok elején kijelöltem az anyanövényeket a különböző kezelésekhez, így az egyes anyanövények a kísérletsorozat minden évében ugyanazt a kezelést kapták. Az anyanövények méretétől függően 3-5 tő adta az egyes kezelésekre jutó anyanövények számát, így biztosítva a minimális dugványmennyiséget a kísérletekhez.

Az első kezelést a hajtások első lombleveles állapotában, általában május első-második hetében permeteztem ki. A permetlé mennyisége ekkor 2 liter volt a négy fajtára, amelyet a hajtások növekedésével összhangban növeltem 5 literig. A kezeléseket heti rendszerességgel, összesen négy alkalommal juttattam ki az anyanövényekre. A permetezés során törekedtem a teljes levélfelület benedvesítésére, hogy a permetlé „megfolyjon” a levélen. A kontroll növényeket csapvízzel permeteztem. Minden esetben a reggeli órákban történt a permetezés, hogy a napsütés ne perzselje a leveleket. Az utolsó kezelést követő héten szedtem meg a hajtásokat az üzem munkatársaival.

A hajtásszedés napján klorofillméréshez levélmintákat szedtem a laborban elvégzendő acetonos klorofillméréshez. A fotoszintetikus aktivitás méréséhez hordozható LCI fotoszintézismérő műszert használtam. A természetes hormontartalom megállapítására használt HPLC-mérésekhez a mintavétel a kezeléseket követően, a szedés napjának reggelén történt. A pontos munkafolyamatokat a 4.5. Műszeres mérések ismertetése c. alfejezetben fejtem ki részletesen.

Egy héttel az utolsó anyanövény kezelés után mind a négy fajta anyanövényeinek összes hajtását válogatás nélkül lemetesztem, és tövenként, kezelésenként, fajtánként külön-külön

összegyűjtöttem. A zsákok tartalmát egyesével lemértem digitális horgásmérlegen (KYPS 08 Portable Electric Scale, 20 g – 40 kg méréstartomány két tizedesjegy pontossággal), így kapva a teljes zöldtömeget kg-ban. Ezt követően az egyes anyanövények hajtásait szétválogatva megkaptam a dugványozásra alkalmas (3 mm-nél vastagabb alapi átmérővel rendelkező) hajtások számát, amelyet újra lemértem, majd a megmaradt, selejt (vékony, görbe) hajtásokat is megszámláltam.

Ezt követően az azonos fajta, azonos kezelést kapott, dugványozásra alkalmas hajtásaiból dugványokat vágtam az üzem munkatársaival. Egy hajtásból egy dugvány készült, ettől csak az első évben tértem el, mivel akkor még az anyanövények fiatal kora miatt kevés volt a megfelelő ismétlésszámmal a hajtásszám. A dugványok mérete egységesen 20 cm volt, mindegyiken három, felére kurtított levelet meghagyva a dugványok felső harmadában. A dugványok közül fajtánként és kezelésként 5-5 ismétlésben 3-3 dugványt laboratóriumi bemérőmérlegen (JL1502-G, Mettler-Toledo, Svájc) lemértem, majd papírzacskóba téve laborban, szárítószekrényben (Binder IP 20, Németország) súlyállandóig szárítottam, majd újra megmérve megkaptam a dugványok kiinduló száraztömegét.

A csoportok dugványainak alapi részét 10 másodpercre 0,2%-os koncentrációjú IVS-oldatba mártottam, majd 30-40 másodpercre tiszta vízben áztattam, hogy enyhítsem az alkoholos oldat roncsoló hatását. A dugványok leveleit pedig 10%-os Orthocidos oldatba mártottam, hogy elkerüljem az esetleges gombás fertőzéseket. Ezt követően a dugványokat nejlonzsákban Helvéciára szállítottuk, ahol az ismertetett körülmények között perlitbe tűzdeltem. A statisztikai értékelés érdekében minden egyes kezelés dugványait 10-10 ismétlésben 8-8 mintaelemszámmal rendeztem el. A kezelt anyanövények dugványainak gyökereztetéséhez fajtánként négyszer 80 db dugványt, azaz 320, összesen a négy fajtához 1280 db dugványt használtam fel minden évben.

A 8 hetes gyökeresedési időszakot követően a gyökeres dugványok arányát (4.1. ábra), külön a gyökerek nyers- és száraztömegét, valamint külön a dugványok hajtásrészének nyers- és száraztömegét mértem. Ez utóbbiakból számoltam a gyökeres dugvány teljes nyers- és hajtástömegét. A nyerstömeg méréséhez laboratóriumi gyors bemérő mérleget (JL1502-G, Mettler-Toledo, Svájc), míg a száraztömeg beméréséhez analitikai mérleget (Explorer Pro 64, OHAUS Europe, Svájc) használtam. A kiindulási dugványtömeggel összevetve számoltam a kiindulási és a gyökeres dugványok közötti tömegkülönbségeket mind nyers-, mind száraztömegre. A könnyebb áttekinthetőség érdekében a mérések a 4.2. táblázatban összefoglalva, évenkénti bontásban szerepelnek. Ezeknek a méréseknek a pontos meghatározása a mellékletben található (11.1. táblázat).

4.2. táblázat: Az anyanövények előkezelésével végzett, a dolgozatban szereplő mérések összesítése vizsgálati évekre bontva

Mérések helye	Mérések	Vizsgálati évek		
		2010	2011	2012
anya- növény	törzskörméret (cm)	x	x	x
	magasság (cm)			
	összes zöldtömeg (g) és összes hajtásszám (db)	x	x	x
	alkalmas (3 mm-nél vastagabb) hajtások tömege (g) és száma (db)		x	x
	acetonos klorofillmérés ($\mu\text{g/g}$)	x		x
	fotoszintetikus aktivitás mérése (LCi)		x	x
mind- kettő	HPLC-mérés (anyanövényről és dugványról)		x	x
dugvány	kiinduló nyers és száraz dugványtömeg (g)	x	x	x
	gyökeres dugványok nyers és száraztömege (g)		x	x
	gyökér nyers és száraztömege (g)		x	x
	gyökeres dugvány hajtásrészének nyers és száraztömege (g)		x	x
	kiindulási és gyökeres dugványtömeg-különbség (nyers és száraztömeg) (g)		x	x



4.1. ábra: Anyanövény kezelésben részesült 'Magyar' sajmeggy alanyfajta gyökeres dugványcsemetéi nyolc héttel a dugványozás után. Balról jobbra: Kelpak (0,2%), Wuxal Ascofol (0,2%), Pentakeep-V (0,05%) és kontroll. (Fotó: Szabó Veronika, Helvécia)

4.4.2. Kezeletlen anyanövényekről származó dugványok kezelése és méréseik

Az előző kísérlettel párhuzamosan kezeletlen anyanövényekről is szedtem dugványokat a levéltrágyák, biostimulátorok és bioregulátorok hatását vizsgálni, amikor közvetlenül a dugványokra történik a kijuttatásuk. Az anyanövények előkezelésére irányuló kísérlet során az anyanövényeken végzett méréseket és vizsgálatokat (teljes zöldtömeg, acetonos klorofillmérés, HPLC-mérés) ebben az esetben is elvégeztem. A dugványvágás menete minden lépésében megegyezett az előzőekben ismertetett munkamenettel, beleértve a dugványokra vonatkozó méreteket (20 cm, 3 db felére kurtított levél).

Ebben a kísérletben 8 kezeléscsoportot különítettem el, amelyek a következők voltak (zárójelben az oldatok koncentrációja szerepel):

1. Kelpak (0,2%),
2. Wuxal Ascofol (0,2%),
3. Pentakeep-V (0,05%) és 0,5 ml/l Tween 20 tapadásfokozó,
4. Yeald Plus (0,15%),
5. korai BA (0,2%) és Tween 20 0,5 ml/l koncentrációban,
6. kései BA (0,2%) és Tween 20 0,5 ml/l koncentrációban
– a dugványok tűzdelésétől számított 4. héttől,
7. IVS (0,2%)
8. kontroll (csapvizes permetezés).

Az első kezelést a dugványok tűzdelésekor végeztem, összesen négy alkalommal, hetente. A korai BA kezelés azt jelenti, hogy a többi kezeléshez hasonlóan az első kezelést a tűzdeléskor kapták az ebbe a csoportba tartozó dugványok, míg a kései BA kezelésnél a citokinint a 4. héttől juttattam ki két, egymást követő héten. A kontroll csoportot kivéve, mindegyik csoport kapott 0,2%-os IVS-kezelést a tűzdelést megelőzően, az anyanövények előkezelésénél ismertetett módon. Ugyanígy jártam el a gombaölőszeres kezeléssel is.

A dugványok gyökeresedés alatti kezeléseinek értékelésére irányuló kísérlethez fajtánként nyolcszor 80, azaz 640 db dugványt használtam fel évente, a négy fajtához összesen 2560 db-t. A dugványokat az egyes kezelésekhöz igazodva, blokkokban kezeltem. Minden kezelésben 10-10 ismétlésben 8-8 mintaelemszámmal szerepeltek az egyes kezelésekhöz tartozó dugványok.

Helvécian a permetezéseket a késő délutáni órákban végeztem, majd fátyolfóliával takartam, hogy a fóliasátorban működő automata ködpermetezés ne mossa le a levelekről a permetszert. Ezt a takarást másnap reggel eltávolították. A permetezés során a négy fajtára adott szerből 1 liter permetlé elegendő volt.

A 8 hetes gyökeresedési időszakot követően a gyökeres dugványok arányát (4.2. ábra), külön a gyökerek nyers- és száraztömegét, valamint külön a dugványok hajtásrészének nyers- és száraztömegét mértem. Ez utóbbiakból számoltam a gyökeres dugvány teljes nyers- és hajtástömegét. A nyerstömeg méréséhez laboratóriumi bemérőmérleget (JL1502-G, Mettler-Toledo, Svájc), míg a száraztömeg beméréséhez analitikai mérleget (Explorer Pro 64, OHAUS Europe, Svájc) használtam. A dugványgyökeresedés alatti kezelések során felvett adatok évi bontásban a 4.3. táblázatban szerepelnek a könnyebb áttekinthetőség érdekében.

4.3. táblázat: A dugványgyökeresedés alatt végzett kezelések értékelésére irányuló kísérletben rögzített adatok a vizsgálati évek függvényében

Mérés helye	Mérések	Vizsgálati évek		
		2011	2012	2014
dugvány	kiinduló nyers és száraz dugványtömeg (g)	x	x	x
	gyökeres dugványok nyers és száraztömege (g)	x	x	x
	gyökér nyers és száraztömege (g)	x	x	x
	gyökeres dugvány hajtásrészének nyers és száraztömege (g)	x	x	x
	nyers és száraztömeg-különbség (g)	x	x	x



4.2. ábra. Kezeletlen anyanövényekről származó, gyökeresedés alatt különböző biostimulátorokkal kezelt 'SM 11/4' sajmeggy dugványok nyolc héttel a dugványozást követően. Kezelések felső sor balról jobbra: korai BA (0,2%), későbbi BA (0,2%), IVS (0,2%), kontroll; alsó sor balról jobbra: Yeald Plus (0,15%), Pentakeep-V (0,05%), Wuxal Ascofol (0,2%), Kelpak (0,2%). (Fotó: Szabó Veronika)

4.5. Műszeres mérések ismertetése

4.5.1. Fotoszintézismérő készülékkel (LCi) végzett mérések

A fotoszintézis paramétereit az anyanövényeken hordozható infravörös gázanalizátor (LCi Portable Photosynthesis System, ADC BioScientific Ltd., Egyesült Királyság) műszerrel mértem. A mérésekhez minden esetben az ún. *leaf chamber* mérőfejet használtam, amely lomblevelű növények mérésére alkalmas, a készülékben tárolt konstansok beállítása mellett.

A méréseket 2011-ben és 2012-ben végeztem el csak a 'Bogdány' anyanövényeken. Az adatokat mindkét évben 3-3 napon reggel 8 órától délután 18 óráig gyűjtöttem. Ezt az időintervallumot kétórás szakaszokra osztottam fel, minden kétórás szakaszban minden egyes kezelést 20-20 ismétléssel dolgozva mentettem a műszer memóriakártyájára.

Egy mérés során a mérőműszer fejrészét a levélre csíptettem olyan szögben, hogy a napsugárzás merőlegesen érje az érzékelőt. A kamrában lévő levegőt az érzékelő fejének zárása után egy ventilátor továbbítja a készülék elemzőegységébe, ahol a levél által kibocsátott gázokból elemzett és számolt adatok megjelennek a kijelzőn. A levél a kamra mérőfelületét teljes mértékben kitöltötte. A légkör referencia-összetételét egy 3 m magasan elhelyezett elemzőegység határozta meg. A műszer nagy előnye, hogy a levél adott pillanatban végbemenő élettani folyamatait úgy elemzi, hogy közben nem károsítja azt.

A műszer számos, a fotoszintézishez kapcsolódó élettani és környezeti paramétert rögzít, esetemben azonban a környezeti értékek külön meghatározására vagy számításban történő felhasználására nem került sor, mivel a méréseket azonos környezeti feltételek mellett végeztem, és az egyes szerek anyanövényekre gyakorolt hatását kívántam vizsgálni. Így a kapott adatok közül csak a gyártó által fotoszintetikus aktivitásként feltüntetett paraméter (A , értékegysége $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) értékeit vettem figyelembe. A fotoszintetikus ráta, fotoszintetikus aktivitás egy m^2 levélfelület által megtermelt napi beépülő szervesanyag mennyiséget jelenti (Pethő 1993), amely számítással vagy modellezéssel jellemezhető a legpontosabban, ez nem volt szándékom ezzel a méréssel.

Az LCI által meghatározott paraméter valójában a beépülő CO_2 mennyiségét fejezi ki úgy, hogy a levegő összetételében lévő CO_2 mennyiségének és a levél elemzésekor mért CO_2 mennyiségének a különbségéből számolja a fotoszintetikus rátát a kamrán áthaladó légmennyiség alapján (LCi használati útmutató). Ezért ennek a mérésnek az adatai pontosabban kifejezhetőek a CO_2 asszimilációs ráta vagy beépülő CO_2 mennyiség kifejezésekkel. Ennek értékeit úgy számoltam ki, hogy a kétórás időintervallumban kapott adatok másodpercnyi értékeit átszámoltam két órára, majd osztottam egymillióval, hogy grammban kapjam meg az értéket, majd ezt megszoroztam a CO_2 moláris tömegével (44 g/mol), végül az így kapott

ismételt mérések értékeit átlagoltam. A fotoszintetikus aktivitás asszimilációs értékét g/m^2 -ben adtam meg.

4.5.2. HPLC-mérések

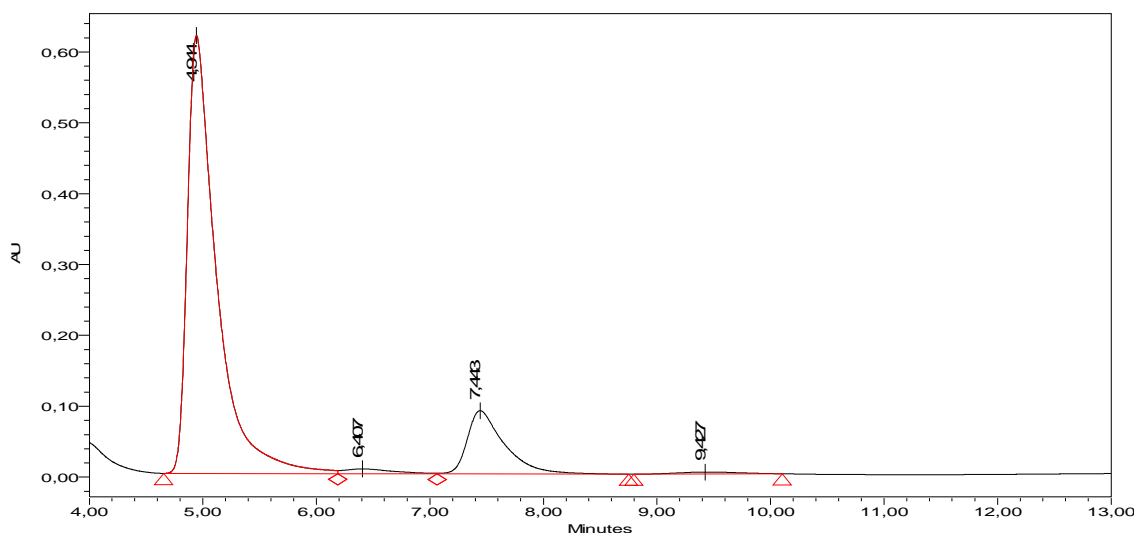
A természetes auxintartalom megállapításához ún. magasnyomású folyadékkromatográfiát (HPLC – *high pressure liquid chromatography*) használtam Dr. Végvári György segítségével. A HPLC-méréshez a mintaszedés az anyanövényekről az utolsó kezelést követő 7. napon történt, reggel. A hajtáscsúcsok alatti második-harmadik internódiumot vágtam ki a mintához. Fontos szempont volt, hogy a minta kellően érett legyen, de még nem fásodott szövetű, valamint ne tartalmazzon rügyet, mert az befolyásolta volna a minta hormontartalmát. Az egyes minták nagyjából 1 cm hosszú hajtásdarabok voltak. A mintákat kezelésként és fajonként elkülönítve alufóliába és zacskóba téve, hűtőtáskában jégakkuk között szállítottam laborba. Ezt követően a mintákat hosszában félbe vágtam, analitikai mérlegen (Explorer Pro 64, OHAUS Europe, Svájc) három tizedesjegy pontossággal mg-ban lemértem, majd 3 ml kivonó oldatot (80 mg/l BHT) pipettáztam rá, amely 80% metanolt tartalmazott. A feldolgozásig a mintákat -20°C -on fagyasztóban tároltam.

Az anyanövény kezeléseket vizsgáló kísérletnél a dugványok eltűzelését követő héten került sor a dugványokból szedett mintavételre, amely esetben a dugványok alapi részéről vágtam a mintát itt is ügyelve arra, hogy szigorúan internódiumból vágjam a szövetet. A mintát kezelésként és fajtánként elkülönítve, zacskókban és hűtőtáskában szállítottam laborba, ahol felaprítottam. Ezután ugyanúgy jártam el, mint a fent említett anyanövényekről származó mintáknál.

A minta előkészítése a Gyümölcsstermő Növények Tanszék HPLC-laboratóriumában történt. A kivonó BHT-oldatban a minták nagyjából 3-5 napot voltak, amely idő alatt kioldódott belőlük az IES. Először ebből az oldatból 500 μl -t pipettáztam Eppendorf-csőbe, majd 300 μl 4M-os NaOH-oldatot adtam hozzá, hogy a klorofill ne zavarja a detektálhatóságot (Sándor 2011). További 100 μl tömény ecetsavat adtam, amely a pH-értéket stabilizálta. Ezt az oldatot 5 percre 15000 rpm forgási sebességgel centrifugáltam (HETTICH Micro 22R, Andreas Hettich GmbH & Co. KG Föhrenstr. 12 D-78532 Tuttlingen, Németország). A felülúszó PVDF Milex SLHN 13 mm 0,45 μm -es szűrőn (MILLIPORE Co. 290 Concord Road, Billerica, MA) keresztül HPLC-mintatartókba szűrtem át.

Az analitikai tisztaságú indol-3-ecetsav 0,2 mg/kg töménységű metanolos oldatának ötvenszeres hígítása adta a standard oldatot a méréshez. A HPLC-mérés során felhasznált vegyületek mindegyike a Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, Missouri 63178) cégtől származott.

WATERS típusú HPLC-műszert (WATERS Co. 34 Maple St. Milford, MA 01757) használtam 2487 duál detektorral (UV-Vis), 1525 kétsatornás pumpával és 717 plus automata injektorral felszerelve, a hardvert az EMPOWER™ 2 program vezérelte. A HPLC-oszlop SYMMETRY C18 típusú és 5 μm 4.6 x 150 mm méretű volt. A mozgó fázis metanol - MQ víz 60:40 v/v %-os elegye volt, amely 0,5 % hűtött ecetsavat tartalmazott. A mozgó folyadék sebessége 1 ml/min volt. A csőben a nyomás 2300 ± 15 psi értékre volt állítva állandó szobahőmérsékleten. A HPLC-mintatartókból minden mintából egységesen 20 μl -t injektált a műszer. A minták futási ideje kezdetben 13 perc, később csak 10 perc volt. Az IES detektálását 280 nm hullámhosszon végezte el a műszer. A standard IES-oldatnál a görbe csúcsa 5 percnél volt (4.3. ábra). Az egyes kezelések adott fajtánál 3-3 ismétlésszámmal kerültek elemzésre.



4.3. ábra: A HPLC-mérés végén kapott kromatogramon adott időpontnál (5 perc körül) jelenik meg az IES görbéje (pirossal jelölt függvényszakasz)

4.5.3. Acetonos klorofillmérés

A levélmintákat kezelésenként és fajtánként elkülönítve zacskókba, majd hűtőtaszába jégakkuk közé téve szállítottam be minél rövidebb idő alatt a laborba, ahol -20°C -on tároltam a minták feldolgozásáig. Műszaki okok miatt 2011-ben a fagyasztóban tárolt minták kiolvadtak, így abból az évből nincsenek adatok.

A levélminták klorofilltartalmának meghatározásához Arnon (1949) módszerét alkalmaztam. Analitikai mérlegen (Explorer Pro 64, OHAUS Europe, Svájc) három tizedesjegy pontossággal g-ban kimértem 100 mg körüli levélszövetet, amelyet 4°C alá hűtött dörzsmozsárban kvarchomokkal homogenizáltam 80 v/v %-os acetonnal. A homogenizált mintákat 10 ml-re töltöttem 80 v/v %-os acetonnal, majd 2ml-et Eppendorf-csőbe pipettáztam, és

4°C-on, 1000 rpm sebességgel centrifugáltam (5418 R, Eppendorf AG., Németország) 10 percig. A felülszó abszorbanáciáját spektrofotométerrel (GeneSys VIS-10, Thermo Fisher Scientific Inc., USA) határoztam meg adott hullámhosszokon ($\lambda_1 = 663$, $\lambda_2 = 644$, $\lambda_3 = 480$ nm). Az így kapott értékekből az alábbi egyenletek alapján kiszámoltam az egyes minták klorofill- és karotintartalmát $\mu\text{g/g}$ friss tömegre.

$$\text{Klorofilltartalom} = (20,2 * A_{644} + 8,02 * A_{663}) * V/w$$

$$\text{Karatintartalom} = 5,01 * A_{480} * V/w$$

A képletben szereplő adatok a következők: A_x – adott hullámhosszon mért abszorbanancia, V – a minta végtérfogata (ml), w – a bemért és homogenizált növényi szövet nyerstömege (g). A spektrofotometráláshoz vak oldatnak 80 v/v %-os acetone oldatot használtam. Az egyes mintákból 5-5 ismétlést mértem.

4.6. Begyűjtött adatok feldolgozása és statisztikai értékelésük

A teljes kísérletsorozat során összegyűjtött adatokat évek, fajták, kezelések szerint rendszereztem Microsoft excel program segítségével táblázatokba. A statisztikai értékelésekhez IBM SPSS 20 statisztikai programot használtam, ezen belül teljesen véletlen elrendezésű, egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), amelynél a homogenitás vizsgálatokat Duncan-tesztel végeztem el. Az α , első fajú hiba 0,5, vagyis az egyes csoportok közötti esetleges különbségek 95% valószínűségűek.

Az ANOVA feltételei közé tartozik, hogy a vizsgált alapsokaság szórása normális eloszlású legyen. Ahol az adatsorok ennek a feltételnek nem tettek eleget, ott a Games-Howell-tesztet alkalmaztam, amelynek nem feltétele az adathalmazok normális eloszlása. Az adatok ismertetésekor ezt külön nem jelzem, mert többségében homogén eloszlásúak voltak a vizsgált alapsokaságok szórása.

Az Anyag és módszer, az Eredmények és a Következtetések fejezetben rendszeresen megemlített fogalmak meghatározása a 11.1. számú mellékletben az értekezés végén megtalálhatóak.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Anyanövény kezelések eredményei

5.1.1. A kísérletben szereplő anyanövények tulajdonságainak (törzsvastagság és magasság) alakulása az évek során

Az anyanövények adatai közül a törzskörméret az 5.1. táblázatban, a famagasság az 5.2. táblázatban látható. Az első két évben a kezelések között nem volt statisztikailag igazolható eltérése sem a törzskörméretben, sem a famagasságban. Ez utóbbi tulajdonságnál a Bogdány fajta kivétel, mivel a Kelpakkal kezelt és a kezeletlen anyanövények szignifikánsan magasabbak voltak a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényeknél (5.2. táblázat). A fajták egyedeinek törzskörmérete a kísérlet kezdetekor azonos volt. A magasságban adódtak különbségek az évek során, ezek nem voltak számottevőek (5.1. táblázat). Az egyes kezelések közötti különbségeket az azonos oszlopban lévő eltérő betűk jelzik.

5.1. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövények törzskörméretének (cm) alakulása. Soroksár, 2010, 2011, 2012.

Kezelések	2010	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	11,8 a	14,0 a	17,4 a	14,4 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	11,6 a	12,3 a	15,3 a	13,1 ab
Pentakeep-V (0,05%)	10,4 a	12,1 a	16,0 a	12,8 a
kontroll	11,6 a	13,1 a	15,9 a	13,5 ab
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	9,8 a	12,6 a	15,5 b	12,6 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	9,4 a	11,5 a	14,2 b	11,7 ab
Pentakeep-V (0,05%)	9,4 a	12,5 a	14,3 b	12,1 ab
kontroll	9,5 a	11,8 a	13,0 a	11,4 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	9,7 a	12,8 a	15,3 b	12,6 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	9,3 a	12,8 a	14,7 ab	12,3 a
Pentakeep-V (0,05%)	8,9 a	12,0 a	15,5 b	12,1 a
kontroll	9,4 a	11,3 a	12,1 a	10,9 a
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	10,1 a	11,5 a	13,7 ab	11,8 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	9,6 a	11,5 a	12,5 a	11,2 a
Pentakeep-V (0,05%)	10,7 a	10,8 a	12,7 a	11,4 a
kontroll	10,7 a	12,3 a	14,8 b	12,6 a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.2. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövények magasságának (cm) alakulása. Soroksár, 2010, 2011, 2012.

Kezelések	2010	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	86 b	105 b	144 b	112 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	78 ab	104 b	151 c	111 b
Pentakeep-V (0,05%)	66 a	107 b	146 b	106 b
kontroll	86 b	87 a	131 a	101 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	75 a	102 a	120 a	99 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	64 a	102 a	130 a	99 a
Pentakeep-V (0,05%)	63 a	83 a	129 a	92 a
kontroll	58 a	77 a	135 a	90 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	66 a	114 a	141 a	107 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	82 ab	110 a	150 a	114 ab
Pentakeep-V (0,05%)	73 ab	117 a	145 a	112 ab
kontroll	88 b	119 a	141 a	116 b
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	97 a	110 a	140 a	116 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	85 a	113 a	148 b	115 a
Pentakeep-V (0,05%)	83 a	106 a	150 b	113 a
kontroll	101 a	109 a	153 b	121 b

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.1.2. Az anyanövények hajtás- és dugványhozamának alakulása

Az összes zöldtömeg az évek során növekedett az anyanövények korával párhuzamosan (5.3., 5.4., 5.5. és 5.6. táblázat). Az egyes évek zöldtömeg hozamát elemezve megállapítható, hogy a Kelpakkal kezelt anyanövények adták a legnagyobb zöldtömeget a 'Bogdány', a 'Magyar' és az 'SM 11/4' fajtáknál, a többi kezelésben részesített anyanövények zöldtömege változóan mutatott szignifikánsan eltérő eredményt. Az évek átlagát tekintve hasonló a helyzet, habár az eltérően kezelt 'SM 11/4' és 'SL 64' anyanövények között már nem volt szignifikáns különbség. A Wuxal Ascofol és Pentakeep-V készítményekkel kezelt 'Bogdány' anyanövényeken a két év átlagában a kontrollhoz viszonyítva számottevően magasabb zöldtömeget mértünk (5.6. táblázat).

Az anyanövényeken képződött összes hajtás számában szignifikáns különbségeket találtunk az egyes években és az évek átlagában. A Kelpakkal kezelt anyanövényeken a 'Bogdány', 'Magyar' és 'SM 11/4' fajtáknál nagyobb számban képződtek hajtások a kontrollhoz viszonyítva, az 'SL 64' kivétel, ahol a kezelések között statisztikailag eltérő hajtásszám-különbség nem volt (5.6. táblázat). A Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények közül a 'Magyar' fajtánál 2011-ben, a 'Bogdány'-nál 2012-ben kaptunk a kontrollhoz viszonyítva nagyobb számú hajtást. A Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényeken a hajtások száma nem különbözött a

kontrollhoz képest. A 'Bogdány' fajtánál az évek átlagát tekintve statisztikailag is kimutathatóan nagyobb a hajtásszám (5.3. táblázat). A 'Magyar' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövények az évek átlagában szignifikánsan magasabb értéket mutattak (5.4. táblázat).

A dugványozásra alkalmas hajtások számát vizsgálva megállapítható, hogy a Kelpakkal és Wuxal Ascofollal kezelt 'Bogdány' anyanövények 2012-ben, míg a Pentakeep-V-vel kezelték 2011-ben mért adatai szignifikánsan több hajtást adtak, az évek átlagában azonban mindhárom kezelés esetében nagyobb volt az alkalmas hajtások száma a kontrollhoz képest (5.3. táblázat). A 'Magyar' anyanövények esetében a Kelpakkal és a Wuxal Ascofollal kezelték 2011-ben, míg a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelték 2012-ben adtak szignifikánsan több dugványozásra alkalmas hajtást (5.4. táblázat). A három év átlagában mindhárom kezelésnél nagyobb volt a dugványozásra alkalmas hajtások száma.

5.3. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'Bogdány' anyanövények hajtáshozama.

Soroksár, 2010, 2011, 2012.

BOGDÁNY	2010	2011	2012	évek átlaga*
összes zöldtömeg (g)				
Kelpak (0,2 %)	- -	865 b	1980 b	1423 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	755 ab	1745 ab	1250 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	708 ab	1552 a	1130 b
kontroll	- -	600 a	1348 a	974 a
összes hajtás száma tövenként (db)				
Kelpak (0,2 %)	- -	113 b	238 b	176 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	103 ab	240 b	172 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	92 ab	199 ab	146 ab
kontroll	- -	84 a	185 a	135 a
alkalmas hajtások száma (db)				
Kelpak (0,2 %)	45 a	48 ab	153 b	82 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	43 a	34 a	140 b	72 b
Pentakeep-V (0,05%)	42 a	53 b	127 ab	74 b
kontroll	38 a	39 ab	99 a	59 a
alkalmas hajtások nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	11,11 b	11,93 b	11,06 ab	11,37 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	10,70 a	10,55 ab	10,12 a	10,46 ab
Pentakeep-V (0,05%)	10,55 ab	9,96 a	10,15 a	10,22 a
kontroll	10,29 ab	10,20 ab	10,48 a	10,32 a
dugványok kiindulási nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	3,62 a	3,16 a	2,71 b	3,16 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	3,56 a	3,06 a	2,38 ab	3,00 ab
Pentakeep-V (0,05%)	3,44 a	3,10 a	2,23 a	2,92 a
kontroll	3,38 a	2,81 a	2,18 a	2,79 a

Megjegyzés: - : nincs adat;

*: ahol 2010-ben nem volt adat, ott csak két év átlaga szerepel.

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A dugványozásra alkalmas hajtások számában az 'SL 64' fajtánál csak 2010-ben találtunk szignifikáns különbséget a Kelpak kezelés esetében, míg az 'SM 11/4'-nél a Wuxal Ascofolal kezelt anyanövényeken 2012-ben az alkalmas hajtások száma számottevően kisebb volt. A többi évben és kezelés esetében statisztikailag kimutatható különbség nem adódott a különböző módon kezelt anyanövények között (4.6. táblázat).

5.4. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'Magyar' anyanövények hajtáshozama.

Soroksár, 2010, 2011, 2012.

MAGYAR	2010	2011	2012	évek átlaga*
összes zöldtömeg (g)				
Kelpak (0,2 %)	- -	887 b	1540 b	1241 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	747 ab	1400 b	1047 ab
Pentakeep-V (0,05%)	- -	645 a	1365 ab	1005 ab
kontroll	- -	687 ab	1080 a	884 a
összes hajtás száma tövenként (db)				
Kelpak (0,2 %)	- -	143 b	284 b	214 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	132 b	235 ab	184 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	104 a	222 a	163 a
kontroll	- -	109 a	215 a	162 a
alkalmas hajtások száma (db)				
Kelpak (0,2 %)	41 b	87 c	149 ab	92 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	30 a	78 bc	168 b	92 b
Pentakeep-V (0,05%)	33 a	57 ab	165 b	85 b
kontroll	45 b	38 a	125 a	69 a
alkalmas hajtások nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	10,56 ab	8,27 a	7,86 b	8,90 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	12,50 b	7,09 a	6,69 ab	8,76 a
Pentakeep-V (0,05%)	9,90 a	8,21 a	6,57 a	8,23 a
kontroll	11,16 ab	9,06 a	6,84 ab	9,02 a
dugványok kiindulási nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	3,78 a	2,59 a	2,14 a	2,84 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	3,54 a	2,45 a	2,08 a	2,69 a
Pentakeep-V (0,05%)	3,43 a	2,69 a	2,32 a	2,81 a
kontroll	3,65 a	2,52 a	2,30 a	2,82 a

Megjegyzés: - : nincs adat;

*: ahol 2010-ben nem volt adat, ott csak két év átlaga szerepel.

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.5. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'SL 64' anyanövények hajtáshozama.

Soroksár, 2010, 2011, 2012.

SL 64	2010	2011	2012	évek átlaga*
összes zöldtömeg (g)				
Kelpak (0,2 %)	- -	565 ab	1200 a	883 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	673 b	1240 a	957 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	613 b	1260 a	937 a
kontroll	- -	513 a	1305 a	909 a
összes hajtás száma tövenként (db)				
Kelpak (0,2 %)	- -	90 a	206 a	148 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	110 a	223 a	167 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	101 a	206 a	154 a
kontroll	- -	74 a	189 a	132 a
alkalmas hajtások száma (db)				
Kelpak (0,2 %)	50 b	54 a	102 a	69 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	36 a	59 a	149 a	81 a
Pentakeep-V (0,05%)	34 a	56 a	139 a	76 a
kontroll	28 a	43 a	126 a	66 a
alkalmas hajtások átlagtömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	8,95 a	9,64 a	8,80 bc	9,13 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	8,91 a	8,11 a	7,22 a	8,08 a
Pentakeep-V (0,05%)	10,97 b	7,62 a	7,93 ab	8,84 a
kontroll	8,99 a	8,73 a	9,33 c	9,02 a
dugványok kiindulási nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	3,12 a	2,85 b	2,73 c	2,90 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	3,26 a	2,54 a	2,52 bc	2,77 a
Pentakeep-V (0,05%)	3,87 a	2,53 a	2,05 a	2,82 a
kontroll	3,22 a	2,51 a	2,18 ab	2,64 a

Megjegyzés: - : nincs adat;

*: ahol 2010-ben nem volt adat, ott csak két év átlaga szerepel.

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A dugványozásra alkalmas hajtások nyerstömege a 'Bogdány' fajtánál minden évben a legnagyobb a Kelpakkal kezelt anyanövényeken volt, a három év átlagát tekintve pedig a kontrollhoz viszonyítva a legnagyobb. Habár tendenciájában hasonló értékeket adtak a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények, míg a Pentakeep-V kisebb tömegű hajtásokat eredményezett, nem különböztek a kontrolltól (5.3. táblázat). A 'Magyar'-nál és az 'SL 64'-nél az egyes években változó tendenciájú volt a nyerstömeg alakulása, az évek átlagában pedig nem mutatható ki a kezelések között szignifikáns különbség (5.4. és 5.5. táblázat), noha az egyes években előfordulnak tendenciájukban kimutatható eltérések. Az 'SM 11/4'-nél a Kelpakkal kezelt anyanövényeken szignifikánsan kisebb volt az egyes hajtások nyerstömege (5.6. táblázat). A kezelésektől függetlenül az évek haladtával a hajtások száma növekedett, a tömege viszont csökkent.

A kiindulási dugvány nyerstömegében a 2011-es és 2012-es évben a 'Magyar' fajtánál nem volt statisztikailag kimutatható különbség a kezelések és a kontroll között (5.4. táblázat). A két év átlagában a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok között szignifikáns különbség állt fenn, noha a kezeletlen anyanövényekről származó dugványoktól egyik kezelés sem különül el statisztikailag. A 'Bogdány'-nál 2011-ben szintén nem volt eltérés a kezelések és a kontroll között (5.3. táblázat). Az 'SL 64' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok kiindulási nyerstömege szignifikánsan magasabb értéket adott, mint a kontroll dugványoké (5.5. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél a kezeletlen anyanövényekről származó dugványok kiindulási nyerstömege volt a legmagasabb, így a Kelpak kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értékéhez képest szignifikánsan magasabb volt a kiindulási nyerstömege (5.6. táblázat).

A 2012-es évben a Kelpak kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok kiindulási nyerstömege 2012-ben statisztikailag kimutatható különbséget adott a 'Bogdány' és az 'SL 64' fajtáknál, amely a két év átlagát tekintve is elmondható (5.3. és 5.5. táblázat). Az 'SM 11/4' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok kiindulási nyerstömege szignifikánsan kisebb nemcsak a kontroll, hanem még a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékeihez képest is (5.6. táblázat). A Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről szedett dugványok csak az 'SM 11/4' fajtánál különböztek szignifikánsan a kontrolléhoz képest, alacsonyabb értéket mutattak (5.6. táblázat).

A két év átlagát tekintve a 'Bogdány' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövényekről szedett dugványok kiindulási nyerstömege volt a legmagasabb érték (5.3. táblázat). A Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről származó dugványok értéke statisztikailag kimutathatóan magasabb volt az 'SL 64' fajtánál a kontrollhoz viszonyítva, míg a Kelpak kezelést kapott anyanövényekről szedett dugványok értékéhez képest szignifikánsan alacsonyabb volt (5.5. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél ez a kezelés a Kelpak kezeléshez képest szignifikánsan magasabb, de a kontroll értékéhez képes szignifikánsan alacsonyabb értéket adni, a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok kiindulási nyerstömegéhez hasonlóan (5.6. táblázat).

5.6. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'SM 11/4' anyanövények hajtáshozama.

Soroksár, 2010, 2011, 2012.

SM 11/4	2010	2011	2012	évek átlaga*
összes zöldtömeg (g)				
Kelpak (0,2 %)	- -	727 b	1307 b	1017 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	627 a	1020 a	824 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	680 ab	1233 b	957 a
kontroll	- -	667 ab	1250 b	959 a
összes hajtás száma tövenként (db)				
Kelpak (0,2 %)	- -	131 b	227 b	179 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	108 ab	173 a	141 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	104 ab	209 ab	157 a
kontroll	- -	97 a	219 b	158 a
alkalmas hajtások száma (db)				
Kelpak (0,2 %)	37 a	75 a	131 b	81 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	34 a	62 a	102 a	66 a
Pentakeep-V (0,05%)	32 a	57 a	140 b	77 a
kontroll	31 a	55 a	136 b	73 a
alkalmas hajtások átlagtömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	11,65 a	6,77 a	7,79 a	8,74 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	12,80 ab	7,12 a	8,54 a	9,49 b
Pentakeep-V (0,05%)	12,21 ab	8,03 b	7,60 a	9,28 ab
kontroll	13,02 b	8,40 b	7,96 a	9,79 b
dugványok kiindulási nyerstömege (g)				
Kelpak (0,2 %)	4,19 a	2,20 a	1,81 a	2,74 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	4,31 a	2,38 ab	2,34 b	3,01 b
Pentakeep-V (0,05%)	4,47 a	2,39 ab	2,23 b	3,03 b
kontroll	4,52 a	2,46 b	2,77 c	3,25 b

Megjegyzés: - : nincs adat;

*: ahol 2010-ben nem volt adat, ott csak két év átlaga szerepel.

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.1.3. A biostimulátorokkal kezelt anyanövények leveleinek pigment tartalma

A fajtákon 2010-ben és 2012-ben vizsgált klorofill a és b, karotin, valamint az összes pigment adatait a 5.7., 5.8., 5.9. és 5.10. táblázat tartalmazza. A 'Bogdány' fajtánál 2011-ben a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények mutattak magasabb klorofill tartalmat. A 2012-es adatokat nézve a Wuxal Ascofol, a két év átlagát tekintve ismét a Wuxal Ascofol kezelés után volt számottevően magasabb a klorofill a és b tartalom a legalacsonyabb értéket mutató Kelpakkal kezelt anyanövényekhez viszonyítva. A két év átlagát tekintve sem a karotin, sem pedig az összes pigment tartalom vonatkozásában nem találtunk szignifikáns különbséget. A 'Magyar' fajtánál a két év átlagát tekintve a Pentakeep-V kezelés esetén mind a klorofillok, mind a karotin tartalom alacsonyabb volt, noha a két évben ezek az értékek nem mutattak azonos tendenciát (5.8. táblázat).

5.7. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'Bogdány' anyanövények leveleinek összes pigment tartalma (µg/g). Soroksár, 2010, 2012.

Kezelés	2010		2012		átlag	
klorofill a és klorofill b tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2684	ab	3146	a	2915	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	2559	a	3778	b	3169	b
Pentakeep-V (0,05%)	2845	b	3314	a	3080	ab
kontroll	2716	ab	3268	a	2992	ab
karotin tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	513	b	608	a	561	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	472	a	693	b	583	a
Pentakeep-V (0,05%)	513	b	617	a	565	a
kontroll	496	ab	612	a	554	a
összes pigment tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	3196	ab	3754	a	3475	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	3031	a	4471	b	3751	a
Pentakeep-V (0,05%)	3358	b	3931	a	3645	a
kontroll	3213	ab	3880	a	3547	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.8. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'Magyar' anyanövények leveleinek összes pigment tartalma (µg/g). Soroksár, 2010, 2012.

Kezelés	2010		2012		átlag	
klorofill a és klorofill b tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2271	b	2328	a	2300	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	2433	b	2391	ab	2412	ab
Pentakeep-V (0,05%)	1762	a	2596	b	2179	a
kontroll	2252	b	2546	ab	2399	b
karotin tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	457	b	483	a	470	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	492	b	479	a	486	b
Pentakeep-V (0,05%)	360	a	485	a	423	a
kontroll	444	b	480	a	462	b
összes pigment tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2728	b	2811	a	2770	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	2926	b	2869	a	2898	b
Pentakeep-V (0,05%)	2122	a	3082	a	2602	a
kontroll	2696	b	3026	a	2861	ab

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SL 64' fajtánál egyik évben sem volt szignifikáns különbség a biostimulátorokkal kezelt és a kontroll anyanövények között. A két év átlagában azonban a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények rendre alacsonyabb értéket mutattak a kezeletlen anyanövényekhez viszonyítva (5.9. táblázat). Az 'SM 11/4' fajtánál 2010-ben magasabb klorofill tartalmat mértünk a Wuxal

Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényeken, míg 2012-ben nem volt számottevő különbség a kezelések között, de a tendencia megmaradt a két év átlagát tekintve is (5.10. táblázat).

5.9. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'SL 64' anyanövények leveleinek összes pigment tartalma ($\mu\text{g/g}$). Soroksár, 2010, 2012.

Kezelés	2010		2012		átlag	
klorofill a és klorofill b tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2738	a	2943	a	2841	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	2612	a	2850	a	2731	a
Pentakeep-V (0,05%)	2870	a	2893	a	2882	ab
kontroll	2951	a	3013	a	2982	b
karotin tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	530	a	556	a	543	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	523	a	541	a	532	a
Pentakeep-V (0,05%)	550	a	566	a	558	ab
kontroll	565	a	574	a	570	b
összes pigment tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	3268	a	3498	a	3383	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	3134	a	3391	a	3263	a
Pentakeep-V (0,05%)	3420	a	3459	a	3440	ab
kontroll	3515	a	3587	a	3551	b

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.10. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt 'SM 11/4' anyanövények leveleinek összes pigment tartalma ($\mu\text{g/g}$). Soroksár, 2010, 2012.

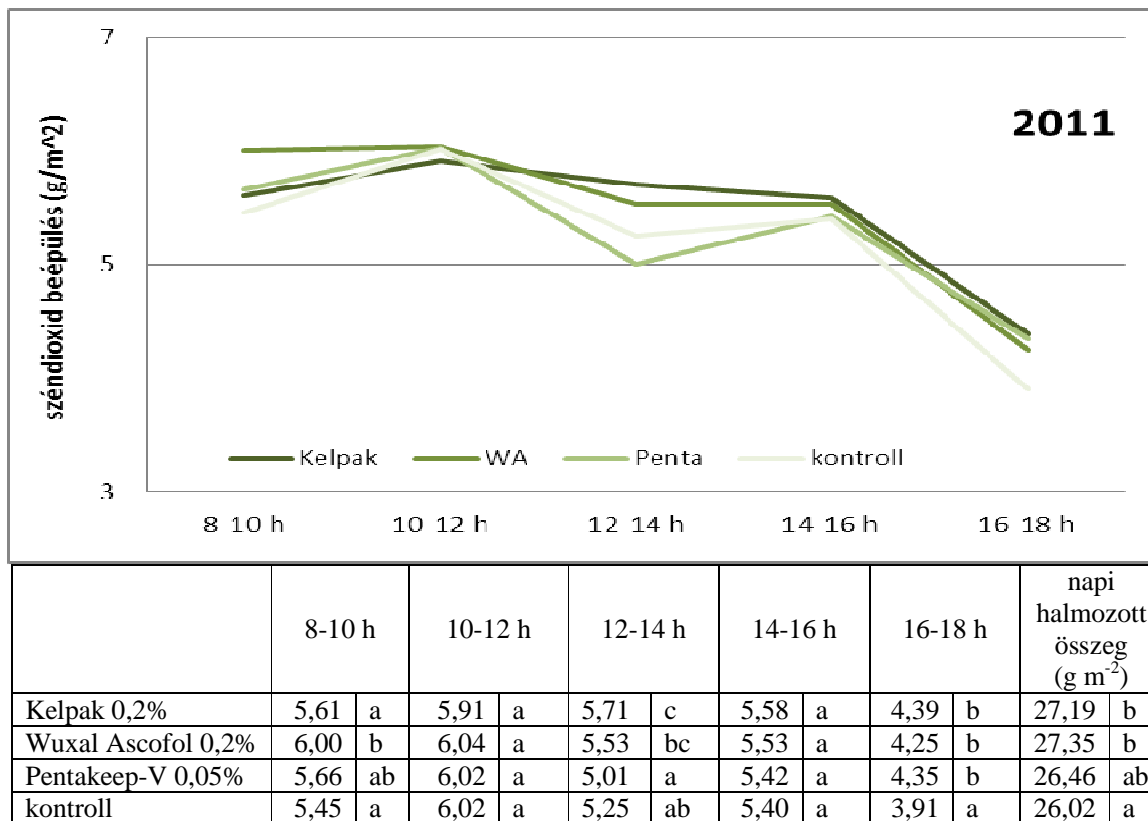
Kezelés	2010		2012		átlag	
klorofill a és klorofill b tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2444	ab	3095	a	2770	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	2577	b	3152	a	2865	b
Pentakeep-V (0,05%)	2583	b	2909	a	2746	b
kontroll	2269	a	2877	a	2573	a
karotin tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	489	ab	574	a	532	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	520	b	580	a	550	a
Pentakeep-V (0,05%)	515	ab	541	a	528	a
kontroll	466	a	546	a	506	a
összes pigment tartalom (µg/g)						
Kelpak (0,2%)	2932	ab	3669	a	3301	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	3097	b	3732	a	3415	a
Pentakeep-V (0,05%)	3098	b	3450	a	3274	a
kontroll	2736	a	3423	a	3080	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

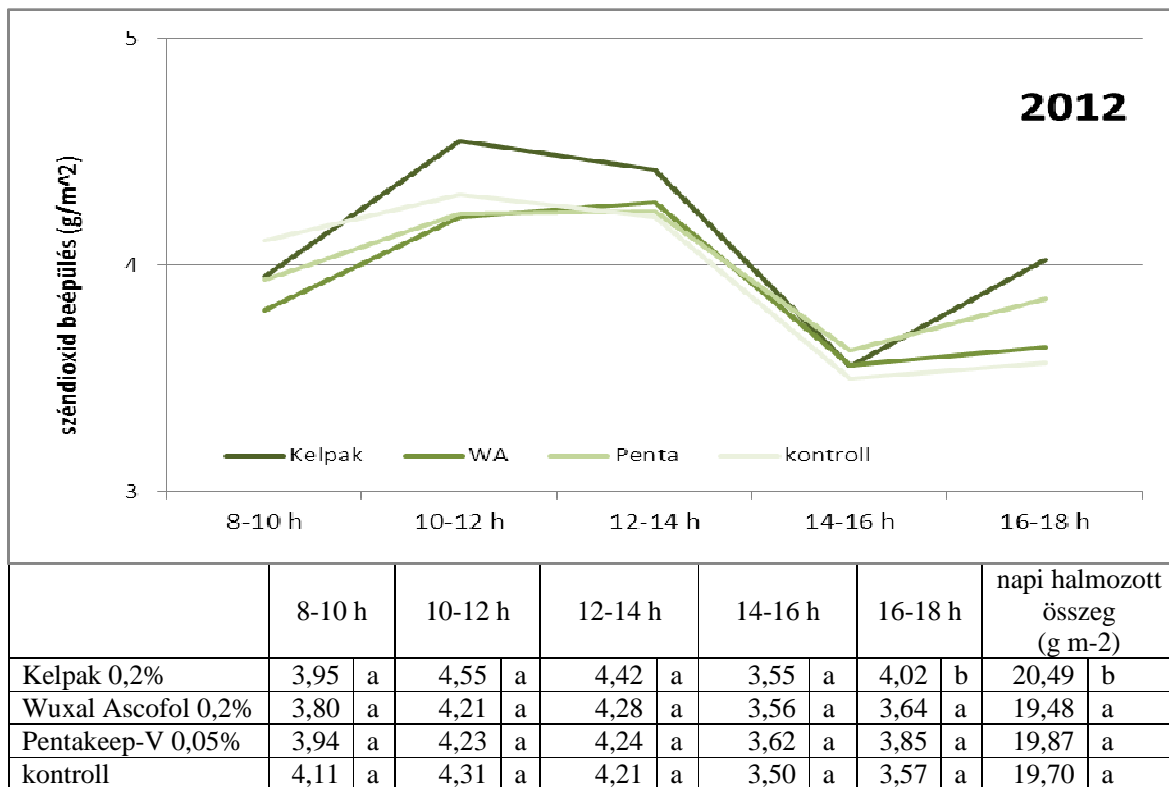
5.1.4. A biostimulátorokkal kezelt 'Bogdány' anyanövények fotoszintetikus aktivitása

Az LCi-készüléket használva mértem a különböző kezelésben részesített 'Bogdány' anyanövények levelén a fotoszintetikus aktivitást (g m^{-2}). A két, mért évben eltérő a CO_2 beépülés napi menete. Míg 2011-ben a görbéknek két csúcsa volt (5.1. ábra), az első a délelőtti órákban (10-12 h), a második a délutánban (14-16 h), addig 2012-ben egy, hosszabb ideig tartó (10-14 h) csúcs látszik a görbéken, majd az esti órákban (16-18 h) újra magasabb a CO_2 beépülés mértéke (5.2. ábra). A napi halmozott CO_2 összeg 2011-ben $26\text{--}27 \text{ g m}^{-2}$ közötti, míg 2012-ben $19\text{--}21 \text{ g m}^{-2}$ közötti értéket adott.

A Kelpak és a Wuxal Ascofol kezelés 2011-ben statisztikailag kimutathatóan magasabb napi halmozott CO_2 megkötést mutatott (5.1. ábra), továbbá a Pentakeep-V is tendenciájában jelzi a nagyobb CO_2 megkötési teljesítményt a kontrolléhoz képest. A napi halmozott CO_2 összeget tekintve 2012-ben a Kelpak kezelés szignifikánsan magasabb értéket adott mind a kontroll, mind a másik két kezelést kapott anyanövényekhez viszonyítva is (5.2. ábra).



5.1. ábra. 'Bogdány' anyanövények CO_2 beépülésének alakulása a kezelések hatására ($\text{CO}_2 \text{ g m}^{-2}$). A diagramhoz tartozó táblázat az egyes időintervallumokban mért adatok átlagát, és az esetleges statisztikai eltéréseket tartalmazza. Azonos oszlopban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbségeket jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$). Soroksár, 2011.



5.2. ábra. 'Bogdány' anyanövények CO₂ beépülésének alakulása a kezelések hatására (CO₂ g m⁻²). A diagramhoz tartozó táblázat az egyes időintervallumokban mért adatok átlagát, és az esetleges statisztikai eltéréseket tartalmazza. Azonos oszlopban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbségeket jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$). Soroksár, 2012.

A CO₂ beépülés napi menetében is vannak szignifikáns eltérések. A reggeli (8-10 h) órákban a Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövények CO₂ megkötése szignifikánsan nagyobb volt a kontroll növényekhez viszonyítva (5.1. ábra). A déli órákban (12-14 h) a Kelpak és a Wuxal Ascofol kezelés értéke statisztikailag magasabb volt, mint a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények, míg a kontroll növényektől csak a Kelpak kezelést kapottak tértek el szignifikánsan. Az esti órákban (16-18 h) mindhárom kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt a kontrollénál. Ezzel szemben 2012-ben nem mutatható ki a kezelések között semmilyen szignifikáns különbség a napi menetet követve, kivéve az esti órákban (16-18 h), ahol a Kelpakkal kezelt anyanövények CO₂ beépülése statisztikailag kimutatható mértékben magasabb volt mind a kontroll, mind a másik két kezelés értékéhez viszonyítva (5.2. ábra).

5.1.5. A biostimulátorokkal kezelt anyanövények hajtásainak és az egyhetes dugványok IES-tartalma

Az indol-ecetsavat mind a hajtáscsúcsban, mind az egyhetes dugványok alapi részében mértem, ezek eredményeit az 5.11., 5.12., 5.13. és az 5.14. táblázatok mutatják fajták szerint. A három évet tekintve, a természetes hormontartalom a hajtáscsúcsokban a 'Bogdány' fajtánál azonos a kontrolléval, míg a Wuxal Ascofol és a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövény esetében magasabb volt (5.11. táblázat). A 'Magyar' fajtánál a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények hajtáscsúcsában alacsonyabb volt az IES, mint a Kelpakkal kezelt és a kezeletlen anyanövényekében (5.12. táblázat). Az 'SL 64' fajtánál egyedül a 2010-es évben látható szignifikáns különbség a Kelpak kezelést kapott anyanövények hajtáscsúcsból megállapított auxin tartalmat tekintve a kontrollhoz képest (5.13. táblázat). Az 'SM 11/4' fajtánál a Wuxal Ascofol mindhárom évben alacsonyabb értéket mutatott, nemcsak a kontroll, hanem a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekhez képest is (5.14. táblázat). A három év átlagát tekintve a Kelpak és a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövényeken tapasztalható szignifikánsan magasabb érték a kontrollhoz viszonyítva.

A 'Bogdány' és a 'Magyar' fajtánál mért IES-tartalom az évek során egyre alacsonyabb értékeket adott a kezelésektől függetlenül (5.11. és 5.12. táblázat). Az 'SL 64'-nél a 2011-es évben voltak a legalacsonyabbak a hormontartalom értékei (5.13. táblázat), míg az 'SM 11/4'-nél az évek során egyre magasabb értékeket mutatott az anyanövények hajtáscsúcsában mért auxintartalom (5.14. táblázat).

A kezelt anyanövényekről szedett dugványokról a telepítést követő 7. napon vettem mintákat 2011-ben és 2012-ben. Kelpakkal kezelt 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok alapi részében egy héttel a dugványozást követően szignifikáns különbségek láthatóak mindkét mért évben és az évek átlagában is a kontrollhoz viszonyítva (5.11. táblázat). A Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről származó dugványoknál 2012-ben és az évek átlagát tekintve látható számottevő különbség a kontrollhoz képest. Az 'SM 11/4'-nél a második mért évben és az évek átlagában mutatható ki szignifikáns különbség a Kelpakkal kezelt anyanövényekről szedett dugványok alapi részén mért IES-tartalomban (5.14. táblázat). A Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok 2012-ben és az évek átlagát tekintve mutattak szignifikáns különbséget a kezeletlen anyanövényekről származó dugványok alapi részében mért IES-tartalom esetében. A Pentakeep-V kezelés adta a legmagasabb értéket, amelynek a Wuxal Ascofol és a Kelpak kezelések értékéhez képest is szignifikáns a különbsége az egyhetes dugványok alapi részében (5.14. táblázat).

A Wuxal Ascofollal kezelt 'Magyar' anyanövényekről szedett dugványoknál az auxin tartalom hasonlóan a hajtáscsúcsban mért értékekhez alacsonyabb értékeket adott nemcsak a

kontrollhoz, hanem a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származott dugványokhoz képest is (5.12. táblázat).

A Pentakeep-V-vel kezelt, 'Bogdány' anyanövényekről származó dugványoknál egyik évben sem látható különbség a kontrollhoz képest, noha az anyanövények hajtáscsúcsában ez a kezelés mutatott számottevő különbséget (5.11. táblázat). Az 'SL 64'-nél a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok esetében sem állapítható meg statisztikai eltérés az IES-tartalomban az egyhetes dugványok alapi részében (5.13. táblázat).

5.11. táblázat. Anyanövény kezelésben részesült 'Bogdány' anyanövények hajtáscsúcsában és dugványaik alapi részén mért IES-tartalom ($\mu\text{g/g}$).

BOGDÁNY	2010		2011		2012		átlag	
IES-tartalom az anyanövények hajtáscsúcsában (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	245,0	bc	216,8	b	200,7	a	208,8	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	221,5	a	218,1	b	224,2	a	221,2	b
Pentakeep-V (0,05%)	253,5	c	207,5	b	222,1	a	214,8	b
kontroll	234,4	ab	179,2	a	221,5	a	200,4	a
IES-tartalom a dugványok alapi részén (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	-	-	14,3	b	48,4	b	31,7	c
Wuxal Ascofol (0,2%)	-	-	9,2	a	43,4	b	26,3	b
Pentakeep-V (0,05%)	-	-	10,5	a	24,3	a	17,4	a
kontroll	-	-	10,0	a	31,6	a	20,8	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.12. táblázat. Anyanövény kezelésben részesült 'Magyar' anyanövények hajtáscsúcsában és dugványaik alapi részén mért IES-tartalom ($\mu\text{g/g}$).

MAGYAR	2010		2011		2012		átlag	
IES-tartalom az anyanövények hajtáscsúcsában (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	181,0	b	129,8	ab	145,6	b	152,1	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	152,3	a	113,0	a	134,1	ab	133,1	a
Pentakeep-V (0,05%)	151,3	a	125,4	ab	118,6	a	131,8	a
kontroll	169,1	b	135,9	a	131,4	ab	145,5	b
IES-tartalom a dugványok alapi részén (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	-	-	11,5	b	48,5	ab	30,0	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	-	-	8,5	a	41,8	a	25,0	a
Pentakeep-V (0,05%)	-	-	12,1	b	50,7	b	31,4	b
kontroll	-	-	10,5	b	48,2	ab	29,4	b

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.13. táblázat. Anyanövény kezelésben részesült 'SL 64' anyanövények hajtáscsúcsában és dugványaik alapi részén mért IES-tartalom ($\mu\text{g/g}$).

SL 64	2010		2011		2012		átlag	
IES-tartalom az anyanövények hajtáscsúcsában (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	208,0	b	181,2	a	227,3	a	204,3	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	189,9	a	182,2	a	220,5	a	201,4	a
Pentakeep-V (0,05%)	189,9	a	194,1	a	217,4	a	205,8	a
kontroll	185,1	a	181,6	a	224,1	a	202,9	a
IES-tartalom a dugványok alapi részén (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	-	-	10,1	ab	31,0	a	20,6	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	-	-	15,4	b	59,9	b	37,7	b
Pentakeep-V (0,05%)	-	-	10,7	ab	30,6	a	20,7	a
kontroll	-	-	7,7	a	65,1	b	36,4	b

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.14. táblázat. Anyanövény kezelésben részesült 'SM 11/4' anyanövények hajtáscsúcsában és dugványaik alapi részén mért IES-tartalom ($\mu\text{g/g}$).

SM 11/4	2010		2011		2012		átlag	
IES-tartalom az anyanövények hajtáscsúcsában (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	178,4	b	180,9	b	233,4	b	197,6	c
Wuxal Ascofol (0,2%)	149,5	a	154,3	a	188,0	a	163,9	a
Pentakeep-V (0,05%)	189,6	b	158,5	a	228,9	b	192,3	c
kontroll	186,5	b	176,0	b	179,0	a	180,8	b
IES-tartalom a dugványok alapi részén (µg/g)								
Kelpak (0,2%)	-	-	6,8	a	43,6	b	25,2	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	-	-	8,1	a	39,2	b	23,7	b
Pentakeep-V (0,05%)	-	-	7,3	a	60,8	c	34,1	c
kontroll	-	-	6,4	a	26,5	a	16,5	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

5.1.6. A kezelt anyanövényről származó dugványok gyökeresedése és a gyökeres dugványok nyers- és száraztömegének alakulása

Az anyanövények kezelését követően a dugványokat gyökereztettem Helvéciaán a korábban ismertetett körülmények között. A 'Bogdány', 'Magyar', 'SL 64' és az 'SM 11/4' fajták dugványainak gyökeresedési százalékat a 4.15. táblázat, nyerstömeg adatait a 5.16., 5.17., 5.18. és 5.19. táblázatok tartalmazzák.

A 2009-es évben csak idős 'Bogdány' anyanövényekről származó dugványok gyökeresedési adatai szerepelnek a 5.15. táblázatban. Ebben az évben a kezelések között nem volt szignifikáns különbség kimutatható. A 2011-es évben nincs különbség az egyes kezelések és a kontroll között egyik fajtánál sem (5.15. táblázat). A 'Bogdány', 'SL 64' és az 'SM 11/4'

fajtáknál 2012-ben sem különbözött a kezelt anyanövényekről származó dugványok gyökeresedési aránya a kezeletlen anyanövény dugványaiétól. A 2012-es évben a 'Magyar' fajtánál a Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok gyökeresedési aránya szignifikánsan magasabb volt a kontrolléhoz képest. A gyökeresedési arány fajtánként eltérő értékek között változott, 2012-ben mind a négy fajtánál magasabb a gyökeresedési arány a kezelésektől függetlenül.

5.15. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó dugványok gyökeresedési arányai (%). Helvécia, 2009, 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	77,1 a	77,5 a	93,8 a	83,3 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	66,7 a	81,3 a	87,5 a	79,2 a
Pentakeep-V (0,05%)	60,4 a	77,5 a	92,5 a	79,6 a
kontroll	75,0 a	86,3 a	88,8 a	85,0 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	51,3 a	80,0 b	65,7 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	50,0 a	62,5 ab	56,3 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	51,3 a	77,5 b	64,4 a
kontroll	- -	60,0 a	51,3 a	55,7 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	91,3 a	98,8 a	95,0 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	81,3 a	92,5 a	86,9 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	87,5 a	95,0 a	91,3 a
kontroll	- -	85,0 a	91,3 a	88,1 a
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	92,5 a	98,8 a	95,6 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	93,8 a	97,5 a	95,6 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	85,0 a	95,0 a	90,0 a
kontroll	- -	91,3 a	96,3 a	93,8 a

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege látható a 4.16. táblázatban. A 'Bogdány' fajtánál 2009-ben és 2011-ben a kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség. Az 'SL 64' és az 'SM 11/4' fajtáknál 2011-ben a gyökeres dugványok nyerstömegében nem volt különbség a kezelések és a kontroll, valamint a kezelések között sem (5.16. táblázat). A Kelpak kezelés szignifikánsan magasabb értéket mutatott a kontrollhoz viszonyítva 2011-ben a 'Magyar' fajtánál, míg sem 2012-ben, sem a két év átlagát tekintve nem mutatható ki statisztikailag igazolható különbség a kezelések között (5.16. táblázat).

A 2012-es évben a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege a 'Bogdány' fajtánál szignifikánsan magasabb volt a kontrollhoz képest (5.16. táblázat). A Kelpak kezelést kapott anyanövényekről szedett dugványok értéke is magasabb volt a kontroll értékénél, de nem különbözött attól szignifikánsan. A Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értéke nem különbözött szignifikánsan a kontrolltól, azonban számottevően alacsonyabb volt a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékénél a 'Bogdány' fajtánál (5.16. táblázat). A három év átlagát tekintve a 'Bogdány'-nál a Kelpakkal kezelt anyanövények gyökeres dugványainak szignifikánsan magasabb volt nyerstömege, mint a kontroll és a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értéke.

5.16. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege (g). Helvécia 2009, 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	3,76 a	3,91 a	4,62 bc	4,08 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,87 a	3,64 a	3,92 a	3,44 a
Pentakeep-V (0,05%)	2,95 a	3,87 a	4,84 c	3,84 ab
kontroll	2,88 a	3,63 a	4,10 ab	3,51 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	3,83 b	3,53 a	3,68 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	2,94 a	3,52 a	3,23 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	3,34 ab	3,97 a	3,66 a
kontroll	- -	3,14 a	3,54 a	3,34 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	3,86 a	4,00 b	3,93 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	3,55 a	3,45 ab	3,50 ab
Pentakeep-V (0,05%)	- -	3,62 a	2,77 a	3,20 a
kontroll	- -	3,88 a	3,16 a	3,52 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	2,98 a	2,87 a	2,93 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	3,49 a	3,64 b	3,56 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	3,26 a	3,96 b	3,61 b
kontroll	- -	3,62 a	3,67 b	3,65 b

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SL 64'-nél 2012-ben szignifikánsan magasabb értéket adott a Kelpak kezelést kapott anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege a kontrollhoz képest (5.16. táblázat), míg a két év átlagát tekintve nem volt teljes mértékben kimutatható ez a különbség. A Kelpakkal kezelt 'Bogdány' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege a két

év átlagában szignifikánsan magasabb a kontrollhoz és a Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értékéhez képest (5.16. táblázat).

A Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege számottevően alacsonyabb volt a Kelpak kezelésű 'SL 64' anyanövények dugványainál. A Kelpak kezelést kapott 'SM 11/4' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömege 2012-ben és a két év átlagát tekintve szignifikánsan alacsonyabb volt nemcsak a kontroll, hanem a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékénél is (5.16. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrész nyerstömegeinek alakulását az 5.17. táblázat mutatja. A 2009-es 'Bogdány' dugványok idős anyanövényekről származnak, a Kelpakkal kezelt anyanövényekről szedett, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege szignifikánsan magasabb értéket mutatott a többi kezeléshez és a kontrollhoz képest. A 2011-es évben a 'Bogdány', 'SL 64' és 'SM 11/4' fajtáknál nem volt kimutatható különbség egyik kezelés között és a kontrollhoz képest sem (5.17. táblázat). A 'Magyar' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege magasabb értéket mutatott, azonban ez nem különbözik a kontrolltól. A Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről szedett dugványok értéke azonban szignifikánsan alacsonyabb a Kelpak kezelésű csoporthoz képest (5.17. táblázat).

A 'Magyar' fajtáknál 2012-ben nem volt kimutatható statisztikailag igazolható különbség sem a kezelések között, sem a kontrollhoz képest (5.17. táblázat). A 'Bogdány' fajtánál a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege, míg az 'SL 64'-nél a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok értéke volt szignifikánsan magasabb nemcsak a kontroll, hanem a többi kezelésnél is (5.17. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege szignifikánsan alacsonyabb volt nemcsak a kontrollhoz képest, hanem a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékénél is (5.17. táblázat), noha ez utóbbi két kezelés nem különbözött számottevően a kontrolltól.

A két év átlagát tekintve a 'Magyar' dugványoknál nem volt statisztikailag egyértelműen kimutatható különbség a kezelések és a kontroll között a biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömegében (5.17. táblázat). A 'Bogdány' fajtánál azonban a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege három év átlagában szignifikánsan különbözött a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékétől, míg a 'Magyar' anyanövények

dugványainál ugyanez a kezelés a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak értékénél volt alacsonyabb a két év átlagát tekintve (5.17. táblázat).

Az 'SL 64'-nél a Kelpakkal kezelt anyanövényekről szedett, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege szignifikánsan magasabb volt a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékénél, noha a kontrolltól egyik kezelés sem különbözött szignifikánsan (5.17. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél a Kelpak kezelést kapott anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege számottevően alacsony volt nemcsak a kontrollhoz, hanem a másik két kezeléshez képest is (5.17. táblázat).

5.17. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömege (g). Helvécia 2009, 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	2,67 b	3,24 a	3,32 a	3,07 ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,01 a	2,86 a	3,19 a	2,68 a
Pentakeep-V (0,05%)	2,13 a	3,38 a	4,03 b	3,17 b
kontroll	1,94 a	3,06 a	3,30 a	2,76 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	3,34 b	3,20 a	3,27 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	2,45 a	3,11 a	2,78 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	2,91 ab	3,45 a	3,18 ab
kontroll	- -	2,75 ab	3,00 a	2,88 ab
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	3,20 a	3,41 b	3,31 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	2,86 a	2,66 a	2,76 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	2,97 a	2,29 a	2,63 a
kontroll	- -	3,07 a	2,58 a	2,83 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	2,57 a	2,29 a	2,43 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	2,86 a	3,10 b	2,98 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	2,78 a	3,66 c	3,22 b
kontroll	- -	2,97 a	3,25 bc	3,11 b

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövények származó, gyökeres dugványok gyökerének nyerstömeg adatait a 4.18. táblázat tartalmazza. A 2009-es évben biostimulátorokkal kezelt, idős 'Bogdány' anyanövényekről származó dugványok adata látható. A kezelések között statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható. A 2011-es évben egyik fajtánál sem volt tapasztalható szignifikáns különbség a gyökér nyerstömegében egyik kezelésnél sem, se a kontrollhoz, se egymáshoz képest. A 2012-es évben a 'Bogdány' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökér nyerstömege szignifikánsan magasabb

értéket adott a többi kezeléshez és a kontrollhoz képest is (5.18. táblázat), a három év átlagát tekintve is ez a kezelés szignifikánsan magasabb értéket mutat a kontrollhoz és a többi kezeléshez képest.

A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökérnyerstömege 2012-ben szignifikánsan alacsonyabb a 'Magyar' fajtánál nemcsak a kontrollhoz, hanem a Wuxal Ascofol és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest is (5.18. táblázat). A két év átlagában ennél a fajtánál nem volt megállapítható szignifikáns különbség, hasonlóan a másik két fajtához, az 'SL 64'-hez és az 'SM 11/4'-hez (5.18. táblázat).

5.18. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökerének nyerstömege (g). Helvécia 2009, 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	1,10 a	0,67 a	1,30 b	1,02 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,85 a	0,78 a	0,73 a	0,77 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,83 a	0,49 a	0,80 a	0,66 a
kontroll	0,94 a	0,57 a	0,80 a	0,75 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	0,49 a	0,32 a	0,40 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,49 a	0,41 b	0,45 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,44 a	0,52 b	0,48 a
kontroll	- -	0,39 a	0,54 b	0,46 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	0,65 a	0,59 ab	0,62 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,68 a	0,78 b	0,73 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,66 a	0,48 a	0,57 a
kontroll	- -	0,80 a	0,59 ab	0,69 a
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	0,41 a	0,58 b	0,50 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,63 a	0,54 b	0,58 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,47 a	0,31 a	0,39 a
kontroll	- -	0,65 a	0,42 ab	0,54 a

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömeg növekményeinek értéke a 5.19. táblázatban látható. A 2009-es évben biostimulátorokkal kezelt, idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok nyerstömeg növekménye szignifikáns különbségeket mutatott. A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok nyerstömeg növekménye statisztikailag igazolhatóan magasabb értéket

adott nemcsak a kontroll, hanem a Wuxal Ascofolal kezelt anyanövényekről származó dugványok értékéhez képest is (5.19. táblázat). A Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványai 2012-ben szignifikánsan nagyobb értéket mutattak nemcsak a kontroll, hanem a többi kezeléshez viszonyítva is. A három év átlagában a Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok statisztikailag kimutathatóan nagyobb értéket adtak, mint a Wuxal Ascofol anyanövények dugványainak értéke, noha egyik sem különbözik a kontrolltól.

A Kelpakkal kezelt 'Magyar' anyanövényekről szedett, gyökeres dugványok nyerstömeg növekményének értéke szignifikánsan magasabb volt a Wuxal Ascofol kezelés értékéhez képest, noha egyik kezelés sem különbözött teljes mértékben a kontrolltól (5.19. táblázat). A 'Magyar'-nál 2012-ben nem, míg a két év átlagában volt statisztikailag kimutatható különbség.

5.19. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömeg növekménye (g). Helvécia 2009, 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	1,69 b	0,75 a	1,92 a	1,44 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,73 a	0,58 a	1,54 a	0,92 a
Pentakeep-V (0,05%)	1,12 ab	0,77 a	2,60 b	1,45 b
kontroll	0,56 a	0,82 a	1,92 a	1,07 ab
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	1,24 b	1,38 a	1,31 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,49 a	1,44 a	0,97 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,65 ab	1,66 a	1,16 a
kontroll	- -	0,61 ab	1,24 a	0,93 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	1,00 a	1,26 a	0,83 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,01 a	0,92 a	1,01 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,10 a	0,71 a	0,75 a
kontroll	- -	1,37 a	0,98 a	0,88 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	0,77 a	1,06 ab	0,91 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,10 a	1,30 ab	1,20 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,87 a	1,73 b	1,30 a
kontroll	- -	1,17 a	0,90 a	1,03 a

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SL 64'-nél sem 2011-ben, sem 2012-ben nem volt szignifikáns különbség, míg a két év átlagát tekintve a Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömeg növekménye jelentősen magasabb értéket adott a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok értékéhez képest, noha

a kezelések nem különböztek szignifikánsan a kontroll értékétől (5.19. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél 2011-ben és a két év átlagában nem volt szignifikáns különbség, míg 2012-ben a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok nyerstömeg növekménye statisztikailag kimutathatóan magasabb értéket adott a kontrollhoz képest, azonban a másik két kezelés sem a kontrolltól, sem a Pentakeep-V kezelés értékétől nem különbözött statisztikailag (5.19. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó dugványok kiinduló száraztömegét az 5.20. táblázat tartalmazza. A 'Bogdány' fajtánál sem a kezelések és a kontroll között, sem a kezelések között nem volt szignifikáns különbség kimutatható 2011-ben, 2012-ben és az évek átlagában sem, míg a 2010-es évben a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok kiindulási száraztömege statisztikailag igazoltan magasabb értéket mutatott, mint a kontroll (5.20. táblázat).

A 'Magyar' fajtánál 2010- ben és 2011-ben szintén nem volt statisztikailag kimutatható eltérés a kezelések és a kontroll között. A 2012-es évben a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről származó dugványok kiinduló száraztömege szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott a kontrollhoz viszonyítva (5.20. táblázat), míg a Kelpak és Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények dugványainak értéke nem különbözött statisztikai értelemben sem a Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövények dugványainak értékétől, sem a kontrolltól. A két év átlagát tekintve a kezelések és a kontroll értéke között nem volt statisztikailag kimutatható eltérés (5.20. táblázat).

A Pentakeep-V-vel kezelt 'SL 64' anyanövények dugványainak kiindulási száraztömege statisztikailag kimutathatóan magasabb értéket adott 2010-ben a kontrollhoz és a többi kezeléshez képest is (5.20. táblázat). A 2011-es évben a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömege volt szignifikánsan magasabb, mint a Kelpakkal vagy Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értéke (5.20. táblázat). A kontroll értéke azonban nem különbözött sem a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömegétől, sem a másik két kezelés értékétől. A 2012-es évben a Kelpak kezelést kapott anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke szignifikánsan magasabb volt nemcsak a kontroll, hanem a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest is (5.19. táblázat). A Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke egyik statisztikai csoporttól sem különbözött. A két év átlagában a Kelpakkal, a Wuxal Ascofollal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a kontroll értékéhez képest (5.20. táblázat).

5.20. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó dugványok kiindulási száraztömege (g). Helvécia 2010, 2011 és 2012.

Kezelések	2010	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	0,888 b	0,888 a	0,843 a	0,873 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,860 ab	0,811 a	0,816 a	0,829 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,897 b	0,908 a	0,759 a	0,854 a
kontroll	0,790 a	0,944 a	0,744 a	0,826 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	0,910 a	0,691 a	0,674 ab	0,758 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,790 a	0,772 a	0,642 a	0,735 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,864 a	0,731 a	0,730 ab	0,775 a
kontroll	0,865 a	0,783 a	0,754 b	0,801 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	0,733 a	0,834 a	0,848 b	0,804 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,667 a	1,006 b	0,702 ab	0,792 b
Pentakeep-V (0,05%)	1,186 b	0,748 a	0,622 a	0,852 b
kontroll	0,645 a	0,878 ab	0,646 a	0,722 a
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	0,996 a	0,882 bc	0,610 a	0,828 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,094 ab	0,680 a	0,750 b	0,841 a
Pentakeep-V (0,05%)	1,177 b	0,948 c	0,718 b	0,947 b
kontroll	1,115 b	0,778 ab	0,858 c	0,916 b

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SM 11/4'-nél a 2010-es évben a Pentakeep-V-vel kezelt és a kezeletlen anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke statisztikailag kimutathatóan nagyobb volt nemcsak a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest (5.20. táblázat). A 2011-es évben a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények szignifikánsan alacsonyabb értéket mutattak a Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványaihoz képest. A Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékénél, azonban statisztikai értelemben nem adott különbséget a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékéhez, sem a kontrollhoz képest (5.20. táblázat).

A 2012-es évben a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak kiindulási száraztömeg értéke szignifikánsan alacsonyabb volt nemcsak a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékéhez, hanem a kontrollhoz képest is. Ebben az évben a kontroll dugványok száraztömeg értéke volt a legnagyobb, amely szignifikánsan eltért a kezelések értékétől. A két év átlagát tekintve elmondható, hogy a Kelpakkal és Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak kiinduló száraztömeg értéke szignifikánsan alacsonyabb volt

nemcsak a kontroll, hanem a Pentakeep-V-vel kezelt dugványok értékéhez képest is (5.20. táblázat).

Az 5.21. táblázat tartalmazza a biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömegét. A 'Bogdány' fajtánál 2009-ben a Kelpakkal kezelt, idős anyanövényekről szedett, gyökeres dugványok száraztömege szignifikánsan magasabb értéket mutatott nemcsak a kontroll, hanem a többi kezeléshez képest is. A 2011-es évben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés a kezelések és a kontroll között. A 2012-es évben a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények gyökeres dugványainak száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a Wuxal Ascofolal kezelt és a kontroll anyanövények gyökeres dugványainak értéke (5.21. táblázat). A Kelpak kezelést kapott anyanövények gyökeres dugványainak száraztömeg értéke statisztikai értelemben nem különbözött egyik értéktől sem. A Kelpakkal és a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömeg értéke a három év átlagában statisztikailag igazolhatóan magasabb volt nemcsak a Wuxal Ascofolal kezelt, hanem a kontroll anyanövényekről származó dugványok értékénél is (5.21. táblázat).

5.21. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömege (g). Helvécia 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	0,950 b	1,280 a	1,703 ab	1,309 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,729 a	1,181 a	1,501 a	1,135 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,746 a	1,414 a	1,907 b	1,351 b
kontroll	0,668 a	1,226 a	1,567 a	1,152 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	1,300 b	1,435 a	1,374 c
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,855 a	1,411 a	1,133 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,096 ab	1,562 a	1,328 bc
kontroll	- -	1,047 a	1,341 a	1,194 ab
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	1,278 a	1,565 b	1,421 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,167 a	1,245 a	1,207 ab
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,184 a	1,095 a	1,140 a
kontroll	- -	1,265 a	1,287 a	1,276 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	1,171 a	1,197 a	1,184 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,311 a	1,479 ab	1,395 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,253 a	1,736 b	1,495 b
kontroll	- -	1,379 a	1,640 b	1,509 b

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A Kelpakkal kezelt 'Magyar' anyanövények gyökeres dugványainak száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt a Wuxal Ascofollal kezelt és a kontroll anyanövényekről származó dugványok értékéhez képest (5.21. táblázat). A 2012-es évben a kezelések és a kontroll között nem volt statisztikailag kimutatható eltérés a 'Magyar'-nál. A Kelpakkal kezelt anyanövények gyökeres dugványainak száraztömeg értéke a két év átlagában statisztikailag igazolhatóan magasabb volt nemcsak a Wuxal Ascofollal kezelt, hanem a kontroll anyanövényekről származó dugványok értékéhez viszonyítva is (5.21. táblázat). A Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények gyökeres dugványainak száraztömeg értéke statisztikai értelemben egyértelműen nem különült el sem a Kelpakkal kezelt, sem a kontroll anyanövényekről származó dugványok értékétől (5.21. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt 'SL 64' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömeg értéke között 2011-ben nem volt szignifikáns különbség kimutatható (5.21. táblázat). A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömege statisztikailag kimutathatóan nagyobb volt 2012-ben nemcsak a kontrollhoz, hanem a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest is. A Kelpak kezelést kapott 'SL 64' anyanövényekről származó gyökeres dugványok a két év átlagában szignifikánsan nagyobb száraztömeg értéket adtak a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények dugványainak értékéhez viszonyítva (5.21. táblázat). A Wuxal Ascofollal kezelt és a kontroll anyanövények gyökeres dugványainak értéke statisztikailag nem különült el sem a Kelpakkal, sem a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értékétől sem (5.21. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres 'SM 11/4' dugványok száraztömegénél 2011-ben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés (5.21. táblázat). A 2012-es évben a Pentakeep-V-vel kezelt és a kezeletlen anyanövényekről szedett dugványok száraztömege szignifikánsan magasabb értéket adott a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest, míg a Wuxal Ascofollal kezelték egyik csoporttól sem különültek el (5.21. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg értékeit a 5.22. táblázat tartalmazza. A 'Bogdány' fajta esetében 2009-ben a Kelpakkal kezelt, idős anyanövényekről szedett dugványok szignifikánsan magasabb értéket mutattak a kontrollhoz és a többi kezeléshez képest is. A 2011-es évben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés a kezelések és a kontroll között. A Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értéke szignifikánsan nagyobb volt nemcsak a kontrollhoz, hanem a Kelpakkal és Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékéhez viszonyítva is (5.22. táblázat). A Pentakeep-V kezelést kapott anyanövényekről származó, gyökeres dugványok

hajtásrészének száraztömege a három év átlagában statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a kontroll és a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények gyökeres dugványainak értékéhez képest. A Kelpak kezelést kapott anyanövények dugványainak értéke nem különült el egyik statisztikai csoporttól sem (5.22. táblázat).

5.22. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömege (g). Helvécia 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	0,864 b	1,203 a	1,472 a	1,178 ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,669 a	1,097 a	1,358 a	1,041 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,701 a	1,360 a	1,741 b	1,265 b
kontroll	0,605 a	1,158 a	1,427 a	1,063 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	1,237 b	1,337 a	1,287 c
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,793 a	1,310 a	1,034 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,044 b	1,454 a	1,249 bc
kontroll	- -	1,000 ab	1,234 a	1,117 ab
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	1,200 a	1,426 b	1,313 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,088 a	1,086 a	1,086 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,108 a	0,978 a	1,044 a
kontroll	- -	1,166 a	1,15 a	1,159 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	1,002 a	1,060 a	1,036 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	1,072 a	1,342 b	1,208 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	1,060 a	1,634 c	1,346 b
kontroll	- -	1,134 a	1,524 bc	1,332 b

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A 'Magyar' fajtánál a Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömege 2011-ben szignifikánsan nagyobb volt a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövényekről származó dugványok értékénél, míg a kontroll egyik kezeléstől sem különült el (5.22. táblázat). A 2012-es évben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés az adatokban. A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömege statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt nemcsak a kontroll, hanem a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékénél is a két év átlagában (5.22. táblázat). A Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értéke nem különült el sem a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak értékétől, sem a kontrolltól (5.22. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt 'SL 64' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke között 2011-ben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés (5.22. táblázat). A Kelpak kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értéke 2012-ben szignifikánsan nagyobb volt a többi kezelés értékéhez és a kontrollhoz viszonyítva. A két év átlagát tekintve a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak értéke szignifikánsan magasabb volt a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak hajtásrész száraztömegéhez képest, míg a kontroll értéke egyik értékétől sem különült el (5.22. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt 'SM 11/4' anyanövények dugványainak adatai nem különültek el statisztikailag 2011-ben (5.22. táblázat). A 2012-es évben a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak hajtásrész száraztömeg értéke volt a legalacsonyabb, amely statisztikailag is kimutatható volt. A Pentakeep-V kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értéke szignifikánsan magasabb volt a Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok értékénél, noha egyik érték sem különült el statisztikailag egyértelműen a kontrolltól (5.22. táblázat). A Kelpakkal kezelt 'SM 11/4' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke szignifikánsan alacsonyabb volt a két év átlagában, mint a kontroll vagy a többi kezelés (5.22. táblázat).

Az 5.23. táblázatban láthatóak a biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökerének száraztömeg értékei. A 'Bogdány' fajtánál 2009-ben és 2011-ben nem volt kimutatható eltérés a kezelések és a kontroll között. A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökér száraztömege 2012-ben és a három év átlagában szignifikánsan magasabb értéket adott nemcsak a kontrollhoz, hanem a többi kezeléshez viszonyítva is (5.23. táblázat).

A biostimulátorokkal kezelt 'Magyar' és 'SL 64' anyanövényekről származó dugványok gyökerének száraztömeg értékeiben nem voltak statisztikailag kimutatható eltérések sem 2011-ben, sem 2012-ben, továbbá a két év átlagában sem (5.23. táblázat).

A Wuxal Ascofollal kezelt és kontroll anyanövényekről származó, gyökeres 'SM 11/4' dugványok gyökér száraztömege szignifikánsan nagyobb volt 2011-ben a Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok értékéhez képest (5.23. táblázat), míg a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok értéke egyik kezeléstől sem különült el statisztikailag (5.23. táblázat).

5.23. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok gyökerének száraztömege (g). Helvécia 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	0,086 a	0,077 a	0,231 b	0,131 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,060 a	0,083 a	0,143 a	0,094 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,044 a	0,054 a	0,166 a	0,085 a
kontroll	0,063 a	0,068 a	0,141 a	0,089 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	0,064 a	0,097 a	0,081 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,062 a	0,101 a	0,081 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,052 a	0,108 a	0,066 a
kontroll	- -	0,048 a	0,106 a	0,077 a
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	0,075 a	0,141 a	0,108 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,080 a	0,161 a	0,120 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,074 a	0,118 a	0,096 a
kontroll	- -	0,098 a	0,136 a	0,117 a
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	0,167 a	0,137 a	0,152 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,239 b	0,137 a	0,188 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,192 ab	0,101 a	0,147 a
kontroll	- -	0,245 b	0,116 a	0,181 a

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömeg növekményének adatai az 5.24. táblázatban olvashatóak. A kezelt, idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett, gyökeres dugványok száraztömeg növekményénél 2009-ben mindegyik kezelés szignifikánsan nagyobb értéket adott a kontrollhoz képest, továbbá a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványai a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezeltékénél is számottevően magasabb értéket adtak. A 2011-es évben a Pentakeep-V kezelés mutatott szignifikáns eltérést a kontrollhoz képest. A 2012-es évben is a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények dugványainál volt a száraztömeg növekmény értéke szignifikánsan nagyobb nemcsak a kontroll, hanem a Kelpak és Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövények dugványainak értékéhez viszonyítva is (5.24. táblázat). A három év átlagát tekintve elmondható, hogy a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövényekről származó dugványok száraztömeg növekményének értéke szignifikánsan alacsonyabb a Kelpakkal és a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékénél, míg a kezeletlen anyanövények dugványainak értéke egyik kezeléstől sem különült el statisztikailag (5.24. táblázat).

5.24. táblázat. Biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó, gyökeres dugványok száraztömeg növekménye (g). Helvécia 2011 és 2012.

Kezelések	2009*	2011	2012	átlag
BOGDÁNY				
Kelpak (0,2%)	0,330 c	0,392 a	0,860 a	0,626 ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,079 b	0,370 a	0,685 a	0,527 a
Pentakeep-V (0,05%)	0,185 b	0,507 b	1,148 b	0,828 b
kontroll	-0,092 a	0,282 a	0,824 a	0,553 a
MAGYAR				
Kelpak (0,2%)	- -	0,610 b	0,761 a	0,691 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,083 a	0,768 a	0,434 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,365 ab	0,832 a	0,602 ab
kontroll	- -	0,265 a	0,587 a	0,493 ab
SL 64				
Kelpak (0,2%)	- -	0,442 b	0,716 a	0,582 b
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,162 a	0,542 a	0,350 a
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,436 b	0,472 a	0,456 ab
kontroll	- -	0,392 b	0,642 a	0,516 ab
SM 11/4				
Kelpak (0,2%)	- -	0,292 a	0,590 a	0,440 a
Wuxal Ascofol (0,2%)	- -	0,912 b	0,730 ab	0,820 b
Pentakeep-V (0,05%)	- -	0,304 a	1,020 b	0,662 ab
kontroll	- -	0,604 ab	0,784 ab	0,694 ab

*: Idős 'Bogdány' anyanövényekről szedett dugványok adatai

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A Kelpakkal kezelt 'Magyar' anyanövényekről származó dugványok száraztömeg növekményének értéke 2011-ben szignifikánsan nagyobb volt a Wuxal Ascofollal kezelt és a kontroll anyanövények dugványainak értékéhez viszonyítva (5.24. táblázat). A 2012-es évben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés az adatokban. A Kelpakkal kezelt 'Magyar' anyanövények dugványainak száraztömeg növekmény értéke a két év átlagában szignifikánsan nagyobb volt a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékéhez képest (5.24. táblázat), míg a Pentakeep-V-vel kezelt és a kontroll anyanövények dugványainak száraztömeg növekmény értéke nem különült el statisztikailag egyértelműen a fent említett kezelések egyikétől sem.

A Wuxal Ascofollal kezelt 'SL 64' anyanövények gyökeres dugványai száraztömeg növekmény értéke 2011-ben szignifikánsan alacsonyabb volt a többi kezelés és a kontroll értékéhez viszonyítva (5.24. táblázat). A 2012-es évben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés a gyökeres dugványok száraztömeg növekményének adataiban. A Kelpakkal kezelt anyanövényekről származó dugványok értéke szignifikánsan magasabb volt a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékénél, míg a Pentakeep-V-vel kezelt és kezeletlen

anyanövényekről szedett dugványok értéke egyik, említett kezeléstől sem különült el egyértelműen (5.24. táblázat).

A Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt 'SM 11/4' anyanövényekről származó, gyökeres dugványok értéke 2011-ben szignifikánsan alacsonyabb volt a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak értékénél (5.24. táblázat), a kontroll nem különült el egyiktől sem. A Kelpakkal kezelt anyanövényekről szedett dugványok száraztömeg növekményének értéke 2012-ben statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt, mint a Pentakeep-V-vel kezelt anyanövények dugványainak értéke. A Wuxal Ascofollal kezelt és kezeletlen anyanövények dugványainak értéke egyik fent említett kezeléstől sem különültek el statisztikai értelemben (5.24. táblázat). A Wuxal Ascofol kezelést kapott anyanövényekről származó dugványok száraztömeg növekménye a két év átlagát tekintve szignifikánsan nagyobb, mint a Kelpak kezelést kapott anyanövények dugványainak értéke (5.24. táblázat). A Pentakeep-V-vel kezelt és a kezeletlen anyanövényekről szedett dugványok értéke sem a Kelpakkal, sem a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványainak száraztömeg növekmény értékétől nem különült el egyértelműen (5.24. táblázat).

5.2. A dugványkezelések eredményei

5.2.1. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok gyökeresedési arányának alakulása

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok gyökeresedési arányát az 5.25. táblázat tartalmazza. A 'Bogdány' fajtánál a dugványkezelések szignifikánsan magasabb értékeket adtak mindhárom évben, és a három év átlagában is (5.25. táblázat). A második kontrollnak tekintett IVS kezeléshez képest 2011-ben számottevően magasabb volt a gyökeresedési arány a Pentakeep-V és a Yeald Plus biostimulátorral kezelt dugványoknál. A Wuxal Ascofol biostimulátorral és a később kijuttatott BA bioregulátorral kezelt dugványok statisztikailag kimutathatóan nem különböztek az IVS kezeléstől a 'Bogdány' fajtánál. A többi kezeléssel egy időben kijuttatott BA kezelés (korai BA) 2011-ben nem különbözött a kontroll értékétől (5.25. táblázat).

A 2012-es évben a 'Bogdány' fajtánál az összes kezelés szignifikánsan magasabb gyökeresedési arányt mutatott a kontroll dugványok értékéhez képest (5.25. táblázat). A korai BA kezelés és a Kelpak kezelés, noha a kontrollhoz képest magasabb értéket adtak, nem különböztek egymástól statisztikailag, azonban az IVS kezelés értékétől szignifikánsan alacsonyabbak voltak. A Wuxal Ascofol kezelést kapott dugványok gyökeresedése, habár a kontrollhoz képest magasabb volt, az IVS kezeléshez képest számottevően alacsonyabb értéket

mutatott. A Pentakeep-V, a Yeald Plus és a később kijuttatott BA kezelések statisztikailag azonos csoportba sorolhatók voltak a második kontrollnak tekintett IVS kezeléssel (5.25. táblázat). 2012-ben a később kijuttatott BA kezelés szignifikánsan magasabb volt a kontrollnál, de statisztikai számítások alapján nem különbözött a kontrollnak tekintett IVS kezeléstől.

5.25. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok gyökeresedési arányának (%) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	52,8	b	66,7	bc	95,1	cd	71,5	c
Wuxal Ascofol (0,2%)	68,1	bc	75,0	cd	93,1	bcd	78,7	cd
Pentakeep-V (0,05%)	90,3	d	81,9	de	84,7	a	85,7	de
Yeald Plus (0,15%)	80,6	cd	90,3	de	98,6	d	89,8	e
korai BA (0,2%)	9,7	a	55,6	b	-	-	32,7	a
későbbi BA (0,2%)	65,0	bc	88,9	de	86,8	abc	80,8	de
IVS (0,2%)	56,9	b	93,1	e	97,2	d	82,4	de
kontroll	15,3	a	37,5	a	81,9	a	44,9	b
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	77,8	c	61,1	cd	93,1	cd	77,3	d
Wuxal Ascofol (0,2%)	72,2	c	77,8	e	79,9	bc	76,6	d
Pentakeep-V (0,05%)	43,1	b	44,4	b	95,8	d	61,1	c
Yeald Plus (0,15%)	80,6	c	75,0	de	80,6	bc	78,7	d
korai BA (0,2%)	8,3	a	16,7	a	-	-	12,5	a
későbbi BA (0,2%)	23,6	ab	45,8	bc	81,9	bcd	50,5	b
IVS (0,2%)	29,2	ab	80,6	e	71,5	b	60,4	c
kontroll	25,0	ab	8,3	a	25,7	a	19,7	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	43,1	bc	88,9	d	-	-	66,0	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	66,7	cd	77,8	cd	-	-	72,2	b
Pentakeep-V (0,05%)	77,7	d	70,8	bc	-	-	74,3	b
Yeald Plus (0,15%)	61,1	bcd	72,2	bc	-	-	66,7	b
korai BA (0,2%)	29,2	ab	38,9	a	-	-	34,0	a
későbbi BA (0,2%)	61,1	bcd	75,0	bcd	-	-	68,1	b
IVS (0,2%)	63,9	cd	59,7	b	-	-	61,8	b
kontroll	9,7	a	40,3	a	-	-	25,0	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	86,1	b	76,4	c	-	-	81,3	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	76,4	b	77,8	c	-	-	77,1	b
Pentakeep-V (0,05%)	87,5	b	70,8	bc	-	-	79,2	b
Yeald Plus (0,15%)	88,9	b	77,8	c	-	-	83,3	b
korai BA (0,2%)	34,7	a	38,9	a	-	-	36,8	a
későbbi BA (0,2%)	29,2	a	59,7	b	-	-	44,4	a
IVS (0,2%)	83,3	b	66,7	bc	-	-	75,0	b
kontroll	33,3	a	37,5	a	-	-	35,4	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A gyökeresedési arányok esetében a három év átlagát tekintve a 'Bogdány' fajtánál a korai BA kezelés statisztikailag alacsonyabb értéket mutatott a kontrollhoz képest, míg a többi kezelés és a kontroll között is adódtak különbségek (5.25. táblázat). Az IVS kezeléshez képest a Kelpak kezelést kapott dugványok gyökeresedési aránya szignifikánsan alacsonyabb volt. A Wuxal Ascofol, a Pentakeep-V, a Yeald Plus, valamint a később kijuttatott BA kezelések és az IVS kezelés között nem volt statisztikailag kimutatható számottevő különbség (5.25. táblázat).

A korai BA kezelést kapott 'Magyar' dugványok gyökeresedési aránya és a kontroll dugványok értéke szignifikánsan nem különböztek egyik évben sem, valamint az évek átlagában sem (5.25. táblázat). A 2011-es évben a korai és később kijuttatott BA, valamint az IVS bioregulátoros kezelések statisztikailag igazolható mértékben nem adtak eltérést a kontroll dugványokhoz képest. A Pentakeep-V biostimulátorral kezelt dugványok gyökeresedési aránya szignifikánsan magasabb a korai BA kezeléshez képest, azonban egyik említett kezelés sem különbözik sem a kontrolltól, sem a második kontrollnak tekintett IVS kezeléstől (5.25. táblázat). A Kelpak, Wuxal Ascofol és Yeald Plus biostimulátorok mutatták a legmagasabb gyökeresedési értéket, amely szignifikánsan magasabb a kontroll vagy az IVS értékeinél 'Magyar' fajtánál 2011-ben.

A 2012-es évben az összes kezelés magasabb gyökeresedési arányt adott a kontrollhoz képest, kivéve a már említett korai BA kezelést (5.25. táblázat). A Kelpak, Pentakeep-V és a később kijuttatott BA kezelések egymás értékeitől statisztikailag nem különböztek, szignifikánsan alacsonyabb gyökeresedést mutattak az IVS kezeléshez képest. A Wuxal Ascofol és a Yeald Plus kezelést kapott 'Magyar' dugványok az IVS kezelés dugványainak értékével azonos statisztikai csoportba voltak sorolhatók (5.25. táblázat). A 2014-es évben a 'Magyar' dugványok gyökeresedési aránya szignifikáns mértékben különbözött a kontroll dugványok értékétől (5.25. táblázat).

A három év átlagát tekintve a korai BA kezelés és a kontroll csoport értéke között nem volt statisztikai eltérés a 'Magyar' fajtánál, míg a többi kezelés dugványainak gyökeresedési értéke szignifikánsan magasabb volt. A később kijuttatott BA kezelés dugványainak gyökeresedési értéke szignifikánsan kevesebb, míg a Kelpak, Wuxal Ascofol és a Yeald Plus kezelések dugványainak gyökeresedési arányai statisztikailag igazolhatóan magasabbak voltak az IVS kezelés értékénél (5.25. táblázat). A Pentakeep-V kezelés értéke azonos statisztikai csoportba sorolható a három év átlagát tekintve, mint az IVS kezelés értéke.

Az 'SL 64' fajtánál 2011-ben az összes dugványkezelés szignifikánsan magasabb értéket adott a kontrollhoz viszonyítva, kivéve a korai időpontban kijuttatott BA kezelés értékét (5.25. táblázat). Az IVS kezelés értékéhez viszonyítva egyik kezelés sem mutatott szignifikáns eltérést, kivéve a kezdeti időpontban kijuttatott BA kezelés értékétől. A 2012-es évben az összes kezelés

statisztikailag kimutathatóan nagyobb gyökeresedési arányt adott, mint a kezeletlen dugványok értéke, kivéve a korai időpontban kijuttatott BA kezelés értékét. A Kelpakkal és Wuxal Ascofollal kezelt dugványok értéke szignifikánsan magasabb volt nemcsak a kontroll, hanem a kezdetben kijuttatott BA-nel és az IVS-sel kezelt dugványok értékéhez képest is (5.25. táblázat). A Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és későbbi időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványok gyökeresedési aránya, noha statisztikailag nem különült el sem a Wuxal Ascofollal, sem az IVS-sel kezelt dugványok értékétől, szignifikánsan nagyobb értéket adott a kontrollhoz és a korai BA kezeléshez képest. A két átlagát tekintve az 'SL 64' dugványok gyökeresedési arányának értéke szignifikánsan nagyobb volt az összes kezelés esetében a kontrollnál, kivéve a korai időpontban kijuttatott BA kezelést, amely a kontrollal azonos statisztikai csoportba tartozott (5.25. táblázat).

Az 'SM 11/4' dugványok gyökeresedési aránya 2011-ben statisztikailag igazolhatóan magasabb volt a Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és IVS-sel kezelt dugványok esetében nemcsak a kontrollhoz, hanem a kétféle időpontban kijuttatott BA kezelés értékéhez viszonyítva is (5.25. táblázat). A kezdetben kijuttatott BA kezelés dugványainak gyökeresedési aránya 2012-ben azonos statisztikai csoportba tartozott a kontroll dugványok értékével, amely a legalacsonyabb volt. A későbbi időpontban kijuttatott BA kezelés értéke elkülönült nemcsak a kontroll és korai BA kezelés statisztikai csoportjától, hanem a Kelpak, Wuxal Ascofol és Yeald Plus kezelést kapott dugványok értékéből álló, szignifikánsan nagyobb értéket adó csoportjától is (5.25. táblázat). A Pentakeep-V és IVS kezelést kapott dugványok egyik fent említett csoporttól sem voltak statisztikailag egyértelműen elkülöníthetők.

5.2.2. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt dugványok nyers- és száraztömegének alakulása

Az 5.26. táblázatban láthatóak a biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok nyerstömeg adatai. A 'Bogdány' fajtánál a Pentakeep-V-vel kezelt, gyökeres dugványok 2011-ben szignifikánsan magasabb értéket adtak a kontrollhoz képest. A többi kezelés nem mutatott statisztikailag igazolható eltérést sem egymáshoz, sem a kontrollhoz képest, noha a Pentakeep-V kezelést kapott dugványok értéke sem különbözött azoktól (5.26. táblázat). A 2012-es évben nem volt különbség sem a kezeléseik között, sem a kontrollhoz képest a 'Bogdány' fajtánál a gyökeres dugványok nyerstömegét tekintve.

A 2014-es évben a Kelpak kezelést kapott dugványok statisztikailag magasabb értéket adtak a kontrollhoz képest, azonban ez nem volt szignifikáns a többi kezeléshez viszonyítva (5.26. táblázat). A három év átlagában a Pentakeep-V kezelés értéke volt csak szignifikánsan magasabb a kontrollhoz és az IVS kezeléshez képest is. A Kelpak kezelés értéke tendenciájában jelez magasabb értéket, azonban a Pentakeep-V és a Kelpak kezelés a statisztikailag

kimutathatóan nagyobb értéket adtak a korai BA kezelés értékéhez képest. A többi kezelés között nem volt eltérés (5.26. táblázat).

5.26. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok nyerstömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	2,93	ab	3,56	a	4,77	b	3,75	bc
Wuxal Ascofol (0,2%)	3,44	ab	3,24	a	4,01	ab	3,56	ab
Pentakeep-V (0,05%)	3,69	b	3,28	a	4,54	ab	3,84	c
Yeald Plus (0,15%)	3,22	ab	3,28	a	4,27	ab	3,59	ab
korai BA (0,2%)	3,24	ab	3,28	a	-	-	3,26	a
későbbi BA (0,2%)	3,38	ab	2,98	a	3,81	a	3,39	ab
IVS (0,2%)	3,07	ab	3,53	a	4,12	ab	3,57	ab
kontroll	2,72	a	3,43	a	3,82	a	3,33	ab
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	3,07	ab	3,31	b	3,32	ab	3,24	bc
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,63	a	3,26	b	3,13	a	3,01	ab
Pentakeep-V (0,05%)	2,47	a	3,54	b	3,90	c	3,30	bc
Yeald Plus (0,15%)	3,50	b	3,42	b	3,92	c	3,61	c
korai BA (0,2%)	2,33	a	2,84	ab	-	-	2,59	a
későbbi BA (0,2%)	2,45	a	3,33	b	3,69	bc	3,15	bc
IVS (0,2%)	2,40	a	2,82	ab	3,22	ab	2,81	ab
kontroll	2,47	a	2,28	a	2,83	a	2,53	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	3,12	b	3,74	b	-	-	3,43	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,96	b	2,99	ab	-	-	2,98	ab
Pentakeep-V (0,05%)	2,91	b	3,21	ab	-	-	3,06	ab
Yeald Plus (0,15%)	2,98	b	3,55	b	-	-	3,27	b
korai BA (0,2%)	2,91	b	3,02	ab	-	-	2,97	ab
későbbi BA (0,2%)	3,06	b	3,40	ab	-	-	3,23	b
IVS (0,2%)	2,72	ab	3,61	b	-	-	3,16	ab
kontroll	2,21	a	2,71	a	-	-	2,58	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	3,50	bc	3,13	bcd	-	-	3,31	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	3,44	abc	3,41	cd	-	-	3,42	b
Pentakeep-V (0,05%)	3,24	ab	2,67	ab	-	-	2,96	ab
Yeald Plus (0,15%)	3,95	c	2,44	ab	-	-	3,20	b
korai BA (0,2%)	3,39	abc	3,33	cd	-	-	3,36	b
későbbi BA (0,2%)	2,97	ab	3,71	d	-	-	3,34	b
IVS (0,2%)	2,95	ab	3,38	cd	-	-	3,16	b
kontroll	2,82	a	2,29	a	-	-	2,55	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A Yeald Plus biostimulátorral kezelt, gyökeres 'Magyar' dugványok nyerstömege szignifikánsan magasabb volt a kontrollhoz és a többi kezeléshez képest 2011-ben (5.26. táblázat), kivéve a Kelpak kezelést kapott dugványok értékét, amely sem a kontrolltól, sem a

Yeald Plus kezelést kapott dugványok értékétől nem különbözött. A 2012-es évben a Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és a későbbi időpontban kijuttatott BA-nel kezelt, gyökeres dugványok nyerstömege szignifikánsan magasabb értéket mutatott a kontrollhoz viszonyítva (5.26. táblázat). Az IVS és a kezdetben kijuttatott BA kezelés értéke nem különbözött sem a fent említett kezelések, sem a kontroll értékétől 2012-ben.

A 2014-es értékeknél a Pentakeep-V, a Yeald Plus és a később kijuttatott BA kezelés szignifikánsan magasabb a kontrollhoz és a Wuxal Ascofolhoz képest (5.26. táblázat). A Kelpakkal, valamint a későbbi időpontban megkezdett BA-nel kezelt dugványok értéke statisztikai értelemben nem különbözött az IVS kezelés értékétől, ahogy a Wuxal Ascofollal kezelt dugványok és a kontroll értékétől sem.

A három év átlagát tekintve látható, hogy a Kelpak, Pentakeep-V, Yeald Plus és későbbi időpontban kijuttatott BA kezelést kapott, már gyökeres 'Magyar' dugványok szignifikánsan magasabb nyerstömeg értéket adtak a kontrollhoz képest, azonban a második kontrollnak tekintett IVS kezeléshez képest csak a Yeald Plus kezelés volt szignifikáns (5.26. táblázat).

Az 'SL 64' fajtánál 2011-ben mindegyik kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt a gyökeres kontroll dugványok nyerstömeg értékéhez viszonyítva (5.26. táblázat), kivéve az IVS kezelés dugványainak értékét, amely sem a többi kezeléstől, sem a kontrolltól nem tért el szignifikánsan. A Kelpakkal, Yeald Plus-szal és IVS-sel kezelt dugványok értékei számottevően magasabbak voltak a kezeletlen dugványok értékénél 2012-ben (5.26. táblázat), míg a Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel, és az eltérő időpontokban BA-nel kezelt dugványok nem különböztek szignifikánsan sem a korábban említett kezelésektől, sem a kontrolltól (5.26. táblázat). A két év átlagát tekintve a Kelpakkal, Yeald Plus-szal és később kijuttatott BA-nel kezelt, gyökeres dugványok nyerstömeg értékei szignifikánsan magasabbak voltak a kontroll értékénél, míg a Wuxal Ascofol, a Pentakeep-V, korai BA és IVS kezelések nem tértek el szignifikánsan sem a fent említett kezelések értékeitől, sem a kontrolltól (5.26. táblázat).

A Kelpakkal és a Yeald Plus-szal kezelt, gyökeres dugványok nyerstömeg értékei szignifikánsan magasabb értéket mutattak a kontrollhoz viszonyítva az 'SM 11/4'-nél 2011-ben (5.26. táblázat). A többi kezelés nem adott egyértelműen kimutatható statisztikai eltérést a kontroll értékéhez képest. A Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelést kapott dugványok értékei 2012-ben nem különböztek szignifikánsan a kontrolltól (5.26. táblázat), míg a Kelpak, Wuxal Ascofol, kétféle időpontban kijuttatott BA és az IVS kezelés szignifikáns különbséget mutatott a kontrollhoz képest. A második kontrollnak tekintett IVS kezeléstől egyik kezelés értéke sem különbözik statisztikailag. Az IVS kezelés értékével egy statisztikai csoportba volt sorolható a már említett Kelpak, Wuxal Ascofol és a kétféle időpontban kijuttatott BA kezelések értéke (5.26. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél a két év átlagát tekintve látható, hogy a Pentakeep-V-vel

kezelt dugványok értékét kivéve mindegyik kezelés szignifikánsan nagyobb értéket mutat a gyökeres dugványok nyerstömegében, noha a Pentakeep-V kezelés értéke sem a többi kezelés értékétől, sem a kontrolltól nem tér el statisztikailag (5.26. táblázat).

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömeg adatai az 5.27. táblázatban találhatók. A Pentakeep-V-vel kezelt 'Bogdány' dugványok hajtásrészének nyerstömege szignifikánsan nagyobb volt 2011-ben nemcsak a kontroll, hanem a Kelpak, valamint az IVS kezelés értékéhez viszonyítva is (5.27. táblázat). A Wuxal Ascofol, Pentakeep-V, Yeald Plus, a korai és a későbbi BA kezelések értékei nem különböztek statisztikailag sem a Pentakeep-V, sem a kontroll értékétől. Nem volt kimutatható statisztikai eltérés a kezelések és a kontroll, valamint az egyes kezelések értékei között 2012-ben.

A három év átlagát tekintve a biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres 'Bogdány' dugványok hajtásrészének nyerstömegében a Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt dugványok értékei statisztikailag kimutathatóan magasabbak voltak, mint a kontroll, azonban nem különböztek az IVS kezelés értékétől, ahogy a többi kezelésektől sem (5.27. táblázat).

A Yeald Plus kezelés értéke 2011-ben szignifikánsan nagyobb volt a gyökeres 'Magyar' dugványok hajtásrészének nyerstömegét tekintve a kontrollnál, míg a Kelpak kezelés értéke nem különbözött sem a Yeald Plus, sem a kontroll értékétől (5.27. táblázat). Míg 2012-ben a Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal, valamint a későbbi időpontban kijuttatott BA-nel kezelt, gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömeg értéke számottevően nagyobb volt a kontrollnál (5.27. táblázat). A kezdetben kijuttatott BA és IVS kezelések nem különböztek sem a fent említett kezelések értékétől, sem a kontrolltól.

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres 'Magyar' dugványok hajtásrészének nyerstömeg értéke szignifikánsan magasabb értékeket adott 2014-ben a Wuxal Ascofol kezelést kivételével mindegyik kezelésnél a kontrollhoz képest. Az IVS kezeléshez viszonyítva a Pentakeep-V-vel és a Yeald Plus-szal kezelt dugványok értékei voltak csak statisztikailag kimutatható mértékben magasabbak (5.27. táblázat). A három év átlagát tekintve elmondható, hogy a Kelpakkal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és a későbbi időpontban megkezdett BA-nel kezelt dugványok értéke statisztikailag igazoltan nagyobb, mint a kontroll, azonban a második kontrollnak tekintett IVS kezelés értékétől csak a Pentakeep-V-vel és a Yeald Plus-szal kezelt dugványok értéke tért el statisztikailag. A többi kezelés tendencia jelleggel különbözött a kontrolltól illetve az IVS kezelés értékétől (5.27. táblázat).

Az 'SL 64' fajtánál 2011-ben nem tudtunk statisztikai különbségeket megállapítani (5.27. táblázat). A 2012-es évben a Kelpak, a Yeald Plus, a későbbi BA és az IVS kezelés szignifikánsan nagyobb értéket adott a kontrollhoz viszonyítva, azonban ezeknek a kezeléseknak az értéke nem mutatott eltérést a második kontrollnak tekintett IVS kezeléshez képest. A két év

átlagát nézve a Kelpak kezelés értéke jelentős mértékben különbözött a kontroll értékétől (5.27. táblázat), míg a többi kezelés értékétől nem.

5.27. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok hajtásrész nyerstömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011 és 2012.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	2,39	a	2,81	a	4,14	b	3,12	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,76	ab	2,89	a	3,32	a	2,99	ab
Pentakeep-V (0,05%)	2,10	b	2,75	a	3,69	ab	3,18	b
Yeald Plus (0,15%)	2,54	ab	2,87	a	3,74	ab	3,05	ab
korai BA (0,2%)	2,90	ab	2,88	a	-	-	2,89	ab
későbbi BA (0,2%)	2,79	ab	2,55	a	3,25	a	2,86	ab
IVS (0,2%)	2,40	a	2,88	a	3,42	ab	2,90	ab
kontroll	2,34	a	2,60	a	3,05	a	2,66	a
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	2,81	ab	2,82	b	2,94	bcd	2,85	bcd
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,29	a	2,88	b	2,62	ab	2,60	ab
Pentakeep-V (0,05%)	2,30	a	3,03	b	3,49	e	2,94	cd
Yeald Plus (0,15%)	3,27	b	2,90	b	3,43	de	3,20	d
korai BA (0,2%)	2,30	a	2,55	ab	-	-	2,43	ab
későbbi BA (0,2%)	2,31	a	3,04	b	3,17	cde	2,84	bcd
IVS (0,2%)	2,18	a	2,46	ab	2,84	bc	2,50	ab
kontroll	2,35	a	1,89	a	2,31	a	2,18	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	2,55	a	3,19	c	-	-	2,87	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,62	a	2,39	ab	-	-	2,51	ab
Pentakeep-V (0,05%)	2,32	a	2,59	abc	-	-	2,46	ab
Yeald Plus (0,15%)	2,29	a	3,00	bc	-	-	2,64	ab
korai BA (0,2%)	2,55	a	2,42	ab	-	-	2,49	ab
későbbi BA (0,2%)	2,49	a	2,88	bc	-	-	2,68	ab
IVS (0,2%)	2,33	a	3,05	bc	-	-	2,69	ab
kontroll	2,02	a	2,08	a	-	-	2,14	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	2,77	ab	2,64	abcd	-	-	2,70	abc
Wuxal Ascofol (0,2%)	2,95	ab	2,94	cd	-	-	2,95	c
Pentakeep-V (0,05%)	2,44	a	2,35	abc	-	-	2,39	ab
Yeald Plus (0,15%)	3,18	b	2,08	ab	-	-	2,63	abc
korai BA (0,2%)	2,90	ab	2,82	cd	-	-	2,86	bc
későbbi BA (0,2%)	2,69	ab	3,13	d	-	-	2,91	c
IVS (0,2%)	2,59	ab	2,73	bcd	-	-	2,66	abc
kontroll	2,62	ab	1,96	a	-	-	2,29	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SM 11/4'-nél a 2011-es évben a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelések értéke között szignifikáns különbség volt tapasztalható, noha egyik kezelés sem különbözött a többi kezeléstől

vagy a kontrolltól (5.27. táblázat). A Wuxal Ascofol, a kezdetben és a később kijuttatott BA, valamint az IVS kezelések 2012-ben szignifikánsan nagyobb értéket mutatott az 'SM 11/4' gyökeres dugványainak hajtásrész nyerstömegében a kontrollhoz viszonyítva. A második kontrollnak tekintett IVS kezeléstől sem ezek, sem a többi kezelés értéke nem tért el statisztikailag (5.27. táblázat). A két év átlagában a Wuxal Ascofol, a kezdetben és a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelések dugványainak értéke volt szignifikánsan nagyobb a kontrollhoz képest. Ezek közül a Wuxal Ascofol és a később kijuttatott BA kezelés értéke a Pentakeep-V kezelés értékétől is különbözött statisztikailag. Azonban egyik kezelés értéke sem különült el statisztikailag a második kontrollnak tekintett IVS kezelés értékétől (5.27. táblázat).

Az 5.28. táblázat tartalmazza a biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok gyökér nyerstömegének adatait. Statisztikailag kimutatható különbség nem volt a 'Bogdány' dugványoknál 2011-ben. A 2012-es évben a 'Bogdány' dugványok gyökér nyerstömegében a Wuxal Ascofol, a Pentakeep-V, a Yeald Plus, a kezdetben és a későbbi időpontban kijuttatott BA, valamint az IVS kezelés értéke szignifikánsan alacsonyabb a kontroll értékéhez viszonyítva (5.28. táblázat). A Kelpak kezelés dugványainak gyökér nyerstömeg értéke azonos statisztikai csoportba sorolható a kontroll értékével, amelyek a legmagasabbak voltak.

A gyökér nyerstömeg értéknben 2014-ben 'Bogdány' fajtánál különbségek mutatkoztak. A Yeald Plus és a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelések értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak nemcsak a kontroll és IVS kezelések értékéhez, hanem a többi kezelés értékéhez képest is, kivétel ez alól a Kelpak kezelés értéke, amely sem az előbb, sem az utóbbi statisztikai csoporttól nem tért el (5.28. táblázat). A három év átlagában a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelés értéke szignifikánsan alacsonyabb volt nemcsak a kontroll, hanem a többi kezelés értékéhez viszonyítva is (5.28. táblázat).

A Pentakeep-V, a kezdetben és a később kijuttatott BA kezelést kapott 'Magyar' dugványok gyökér nyerstömege 2011-ben nem különbözött a kontroll értékétől (5.28. táblázat). Noha a Kelpakkal, Yeald Plus-szal és IVS-sel kezelt dugványoknak magasabb volt a gyökér nyerstömege, szintén nem volt kimutatható szignifikáns különbség a kontrollhoz, csak a korai BA kezeléshez képest. A Wuxal Ascofollal kezelt dugványok 2011-ben a 'Magyar' fajtánál szignifikánsan magasabb gyökér nyerstömeget adtak, mint a kontroll (5.28. táblázat). A Yeald Plus kezelést kapott dugványok 2012-ben számottevően nagyobb gyökér nyerstömeget adtak a kezdetben és a későbbi időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványok értékéhez viszonyítva, azonban ezek a kezelések nem különböztek szignifikáns mértékben sem a többi kezeléstől, sem a kontrolltól illetve IVS kezeléstől (5.28. táblázat).

Statisztikai értékelés alapján 2014-ben a 'Magyar' dugványok gyökér nyerstömeg értékeiben nem volt kimutatható eltérés. A három év átlagában a 2014-es évhez hasonlóan az összes kezelés és a kontroll értéke számottevően nagyobb a korai BA-nel kezelt dugványok értékéhez viszonyítva (5.28. táblázat). A többi kezelés között nincs statisztikailag kimutatható eltérés a 'Magyar' dugványok gyökér nyerstömeg értékében.

5.28. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok gyökér nyerstömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	0,53	a	0,74	cd	0,63	ab	0,63	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,68	a	0,35	a	0,69	b	0,57	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,58	a	0,53	ab	0,85	b	0,64	b
Yeald Plus (0,15%)	0,68	a	0,41	a	0,54	a	0,54	b
korai BA (0,2%)	0,34	a	0,41	a	-	-	0,37	a
későbbi BA (0,2%)	0,59	a	0,43	a	0,57	a	0,53	b
IVS (0,2%)	0,67	a	0,65	bc	0,70	b	0,67	b
kontroll	0,38	a	0,83	d	0,78	b	0,67	b
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	0,26	bc	0,49	ab	0,39	a	0,38	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,34	c	0,38	ab	0,51	a	0,41	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,17	ab	0,50	ab	0,41	a	0,36	b
Yeald Plus (0,15%)	0,23	bc	0,51	b	0,49	a	0,41	b
korai BA (0,2%)	0,03	a	0,29	a	-	-	0,16	a
későbbi BA (0,2%)	0,14	ab	0,29	a	0,52	a	0,32	b
IVS (0,2%)	0,22	bc	0,36	ab	0,39	a	0,32	b
kontroll	0,12	ab	0,39	ab	0,53	a	0,35	b
SL 64								
Kelpak (0,2%)	0,57	bc	0,55	a	-	-	0,56	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,34	a	0,61	a	-	-	0,47	a
Pentakeep-V (0,05%)	0,59	bc	0,62	a	-	-	0,60	a
Yeald Plus (0,15%)	0,69	c	0,55	a	-	-	0,62	a
korai BA (0,2%)	0,36	ab	0,60	a	-	-	0,48	a
későbbi BA (0,2%)	0,57	bc	0,52	a	-	-	0,55	a
IVS (0,2%)	0,39	ab	0,56	a	-	-	0,47	a
kontroll	0,18	a	0,63	a	-	-	0,45	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	0,73	c	0,48	ab	-	-	0,61	bc
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,49	b	0,46	ab	-	-	0,48	abc
Pentakeep-V (0,05%)	0,80	c	0,32	a	-	-	0,56	ab
Yeald Plus (0,15%)	0,78	c	0,36	a	-	-	0,57	c
korai BA (0,2%)	0,49	b	0,51	ab	-	-	0,50	abc
későbbi BA (0,2%)	0,28	a	0,58	b	-	-	0,43	ab
IVS (0,2%)	0,36	ab	0,65	b	-	-	0,50	ab
kontroll	0,20	a	0,33	a	-	-	0,26	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SL 64' fajtánál 2011-ben a Wuxal Ascofollal, korai BA-nel és IVS-sel kezelt dugványok gyökér nyerstömeg értéke nem különbözött a kontrolltól (5.28. táblázat, 5.3. ábra). A Kelpak, Pentakeep-V, Yeald Plus és későbbi BA kezelések értéke szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva, azonban a második kontrollnak tekintett IVS kezeléshez képest csak a Yeald Plus kezelés értéke mutatott szignifikáns eltérést (5.28. táblázat). A 2012-es év adataiban és a két év átlagában nem volt szignifikáns különbség az 'SL 64' fajtánál.

A gyökér nyerstömeg értékében 2011-ben a Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, Yeald Plus-szal és kezdetben kijuttatott BA-nel kezelt 'SM 11/4' dugványoknál szignifikánsan magasabb értéket kaptunk a kontrollhoz képest (5.28. táblázat), míg az IVS kezeléshez viszonyítva csak a Kelpak, Pentakeep-V és Yeald Plus kezelések értéke volt statisztikailag eltérő. A későbbi BA és IVS kezelés nem különbözött a kontrolltól. A Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és a kezdetben kijuttatott BA-nel kezelt dugványok 2012-ben statisztikai értelemben nem különböztek a kontrolltól (5.28. táblázat). A Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelést kapott dugványok gyökér nyerstömeg értéke azonos statisztikai csoportba tartozott, amely statisztikailag kimutatható mértékben alacsonyabb volt a később kijuttatott BA-nel és IVS-sel kezelt dugványok csoportjához képest (5.28. táblázat). A két év átlagát tekintve a Kelpak és Yeald Plus kezelést kapott dugványok szignifikánsan nagyobb gyökértömeget adtak, mint a kontroll dugványai (5.28. táblázat), amelyek közül a Yeald Plus kezelés értéke még az IVS kezelés értékénél is számottevően magasabb volt.

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok nyerstömeg növekményének adatait az 5.29. táblázat tartalmazza. Noha a Pentakeep-V kezelés értéke a 'Bogdány' fajtánál 2011-ben a kontrollhoz képest szignifikáns volt, az IVS kezeléshez képest nem. A többi kezelés sem a kontrolltól, sem a Pentakeep-V kezeléstől nem különbözött számottevően. A nyerstömeg növekmény 2012-ben nem mutatott semmilyen szignifikáns eltérést a 'Bogdány' fajtánál (5.29. táblázat). A Kelpak kezelést kapott dugványok értéke 2014-ben szignifikánsan magasabb volt nemcsak a kontroll, hanem a kezdetben kijuttatott BA kezelés értékéhez képest is. Az IVS kezeléshez viszonyítva azonban egyik kezelés sem különbözött statisztikai értelemben a másiktól (5.29. táblázat). 'Bogdány' dugványok nyerstömeg növekményének három évnyi átlagában a Kelpakkal és Pentakeep-V-vel kezelt dugványok értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll, azonban az IVS kezelés értékétől sem ezek, sem a többi kezelés nem különült el statisztikailag.

A 'Magyar' fajtánál a Yeald Plus kezelés mindhárom évben és a három év átlagát tekintve is szignifikánsan nagyobb nyerstömeg növekményt adott a kontrollhoz képest (5.29. táblázat). A 2011-es évben a többi kezelés nem mutatott szignifikáns különbséget a kontrollhoz viszonyítva. A nyerstömeg növekmény jelentősen nagyobb volt 2012-ben a Kelpakkal, Wuxal

Ascofollal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és a későbbi időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványoknál, mint a kontroll, azonban nem különböztek szignifikánsan sem az IVS, sem a korai BA kezelést kapott dugványok értékétől (5.29. táblázat).

5.29. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok
nyerstömeg növekményének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	0,12	ab	1,38	a	1,75	b	1,08	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,63	ab	1,06	a	0,99	ab	0,89	ab
Pentakeep-V (0,05%)	0,88	b	1,10	a	1,52	ab	1,17	b
Yeald Plus (0,15%)	0,41	ab	1,10	a	1,25	ab	0,92	ab
korai BA (0,2%)	0,43	ab	1,10	a	-	-	0,77	a
későbbi BA (0,2%)	0,57	ab	0,80	a	0,79	a	0,72	a
IVS (0,2%)	0,26	ab	1,35	a	1,10	ab	0,90	ab
kontroll	-0,09	a	1,25	a	0,80	a	0,66	a
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	0,55	ab	1,01	b	1,57	ab	1,05	cd
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,11	a	0,96	b	1,38	a	0,82	c
Pentakeep-V (0,05%)	-0,05	a	1,24	b	2,15	c	1,11	cd
Yeald Plus (0,15%)	0,98	b	1,12	b	2,17	c	1,42	d
korai BA (0,2%)	-0,19	a	0,54	ab	-	-	0,17	a
későbbi BA (0,2%)	-0,07	a	1,03	b	1,94	bc	0,96	cd
IVS (0,2%)	-0,12	a	0,52	ab	1,47	ab	0,62	ab
kontroll	-0,05	a	-0,02	a	1,08	a	0,34	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	0,61	b	1,56	b	-	-	1,08	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,45	b	0,81	ab	-	-	0,63	ab
Pentakeep-V (0,05%)	0,40	b	1,03	ab	-	-	0,71	ab
Yeald Plus (0,15%)	0,47	b	1,37	b	-	-	0,92	ab
korai BA (0,2%)	0,40	b	0,84	ab	-	-	0,62	ab
későbbi BA (0,2%)	0,55	b	1,22	ab	-	-	0,89	ab
IVS (0,2%)	0,21	ab	1,43	b	-	-	0,82	ab
kontroll	-0,30	a	0,53	a	-	-	0,30	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	1,04	bc	0,81	bcd	-	-	0,92	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,98	abc	1,09	cd	-	-	1,03	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,78	ab	0,35	abc	-	-	0,57	ab
Yeald Plus (0,15%)	1,49	c	0,12	ab	-	-	0,81	b
korai BA (0,2%)	0,93	abc	1,01	cd	-	-	0,97	b
későbbi BA (0,2%)	0,51	ab	1,39	d	-	-	0,95	b
IVS (0,2%)	0,49	ab	1,06	cd	-	-	0,77	b
kontroll	0,36	a	-0,03	a	-	-	0,16	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A Pentakeep-V, Yeald Plus, valamint a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt 2014-ben a kontrollhoz képest gyökeres 'Magyar' dugványok nyerstömeg növekményének értékében, azonban az IVS kezeléséhez hasonlítva csak a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelés értéke különbözik statisztikai értelemben (5.29. táblázat). A három év átlagát tekintve a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V, Yeald Plus és a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelést kapott dugványok nyerstömeg értéke volt statisztikailag igazolhatóan nagyobb a 'Magyar' fajtánál nemcsak a kontrollhoz képest, hanem az IVS kezelés értékéhez viszonyítva is (5.29. táblázat).

Az 'SL 64' fajtánál 2011-ben a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V, Yeald Plus és a kétféle BA kezelés szignifikánsan magasabb nyerstömeg növekmény értéket mutatott a kontrollhoz képest, azonban az IVS kezeléshez viszonyítva nem (5.29. táblázat, 5.3. ábra). A 2012-es évben a Kelpak, Yeald Plus és IVS kezelés dugványainak értéke azonos statisztikai csoportba sorolható, amely szignifikánsan magasabb a kontrollhoz viszonyítva. A Wuxal Ascofollal, Pentakeep-V-vel és a kétféle BA-nel kezelt dugványok statisztikai értelemben nem különböztek sem a fent említett kezelésektől, sem a kontrolltól (5.29. táblázat). Az 'SL 64' dugványok nyerstömeg növekményében a két év átlagát nézve a Kelpak kezelés szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest, azonban statisztikailag nem különbözött a többi kezeléstől.

Az 'SM 11/4'-nél a Kelpak és Yeald Plus kezelés 2011-ben számottevően nagyobb nyerstömeg növekményt mutatott, mint a kontroll. A két kezelés közül a Yeald Plus-szal kezelt dugványok értéke a második kontrollnak tekintett IVS kezelés értékéhez képest is szignifikáns volt (5.29. táblázat). A többi kezelés tendencia jelleggel különbözött a kontroll illetve az IVS kezelés értékétől 2011-ben. A 2012-es évben mindegyik kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt a kontroll értékéhez viszonyítva, kivéve a Pentakeep-V-vel és Yeald Plus-szal kezelt dugványokét, amelyek csak tendenciájukban mutattak eltérést. A második kontrollként használt IVS kezeléshez képest 2012-ben egyik kezelés sem adott statisztikailag egyértelműen igazolható különbséget az 'SM 11/4'-nél (5.29. táblázat). A két év átlagában mindegyik kezelés szignifikánsan nagyobb nyerstömeg értéket mutatott a kontrollhoz képest, kivéve a Pentakeep-V kezelés értékét, amely sem a fent említett kezelésektől, sem a kontrolltól nem különbözött statisztikai értelemben (5.29. táblázat).

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok száraztömeg értéke az 5.30. táblázatban látható. A 'Bogdány' fajtánál 2011-ben a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V és a kétféle BA kezelések értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll, azonban nem különböztek statisztikailag igazolható mértékben az IVS és Yeald Plus kezelések értékétől (5.30. táblázat). Ennél a fajtánál 2012-ben és 2014-ben sem volt statisztikailag kimutatható eltérés az egyes kezelések között és a kontrollhoz képest. A három év átlagában a

kontrollhoz viszonyítva a Kelpakkal, Wuxal Ascofolal, Pentakeep-V-vel és Yeald Plus-szal kezelt dugványok értéke volt szignifikánsan nagyobb, azonban ezek statisztikai értelemben nem különböztek sem az IVS kezelés értékétől, sem a többi kezeléstől (5.30. táblázat).

5.30. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok száraztömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	1,269	b	1,417	a	1,727	a	1,471	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,383	b	1,415	a	1,452	a	1,417	b
Pentakeep-V (0,05%)	1,488	b	1,305	a	1,650	a	1,481	b
Yeald Plus (0,15%)	1,215	ab	1,440	a	1,637	a	1,431	b
korai BA (0,2%)	1,340	b	1,380	a	-	-	1,360	ab
későbbi BA (0,2%)	1,350	b	1,253	a	1,399	a	1,334	ab
IVS (0,2%)	1,223	ab	1,401	a	1,537	a	1,387	ab
kontroll	0,983	a	1,384	a	1,418	a	1,262	a
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	1,278	bcd	1,264	bc	1,261	bc	1,258	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,026	abc	1,134	abc	1,149	ab	1,175	b
Pentakeep-V (0,05%)	1,012	abc	1,194	bc	1,483	c	1,351	c
Yeald Plus (0,15%)	1,388	d	1,322	c	1,450	c	1,343	c
korai BA (0,2%)	1,334	cd	1,248	bc	-	-	1,206	b
későbbi BA (0,2%)	0,919	a	1,114	abc	1,341	bc	1,255	bc
IVS (0,2%)	0,962	ab	1,047	ab	1,211	ab	1,130	b
kontroll	0,981	ab	0,934	a	1,018	a	0,947	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	1,252	b	1,599	c	-	-	1,425	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,340	b	1,225	ab	-	-	1,282	ab
Pentakeep-V (0,05%)	1,139	b	1,318	abc	-	-	1,228	ab
Yeald Plus (0,15%)	1,159	b	1,423	abc	-	-	1,291	ab
korai BA (0,2%)	1,160	b	1,230	ab	-	-	1,195	ab
későbbi BA (0,2%)	1,181	b	1,478	bc	-	-	1,329	b
IVS (0,2%)	1,149	b	1,512	bc	-	-	1,330	b
kontroll	0,900	a	1,081	a	-	-	1,050	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	1,309	a	1,289	bcd	-	-	1,299	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,332	a	1,417	cd	-	-	1,375	b
Pentakeep-V (0,05%)	1,180	a	1,153	abc	-	-	1,166	ab
Yeald Plus (0,15%)	1,362	a	1,017	ab	-	-	1,189	ab
korai BA (0,2%)	1,340	a	1,397	cd	-	-	1,369	b
későbbi BA (0,2%)	1,180	a	1,513	d	-	-	1,346	b
IVS (0,2%)	1,117	a	1,383	cd	-	-	1,250	ab
kontroll	1,180	a	0,950	a	-	-	1,065	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A 'Magyar' gyökeres dugványok száraztömeg értékeiben a Yeald Plus és a korai BA kezelés értékei szignifikánsan nagyobb száraztömeget adtak 2011-ben a kontroll, a későbbi

időpontban kijuttatott BA és az IVS kezelés értékéhez képest is (5.30. táblázat). A Kelpak, Wuxal Ascofol és Pentakeep-V kezelést kapott dugványok értéke tendencia jelleggel különbözött a kontroll illetve az IVS kezeléstől 2011-ben. A 2012-es évben a Kelpakkal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal, korai BA-nel kezelt dugványok száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll, azonban az IVS kezelés értékétől csak a Yeald Plus kezelés értéke különbözött.

A Kelpak, Pentakeep-V, Yeald Plus, valamint a későbbi időpontban megkezdett BA kezelés értéke 2014-ben statisztikailag kimutathatóan magasabb volt, mint a kontroll. Noha a második kontrollnak tekintett IVS kezelés értékéhez képest csak a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelések értéke adott szignifikánsan nagyobb értéket (5.30. táblázat). A három év átlagában a kontroll értékéhez képest, a Kelpak kezelést kivéve, mindegyik kezelés statisztikai értelemben is eltért. A Pentakeep-V-vel és Yeald Plus-szal kezelt dugványok értéke volt a legmagasabb, és szignifikánsan nagyobb száraztömeget mutatott az IVS kezelés értékéhez hasonlítva is.

Az összes kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt a gyökeres 'SL 64' dugványoknál 2011-ben a gyökeres dugványok száraztömegét tekintve. A Kelpakkal, később indított BA-nel és IVS-sel kezelt dugványok értékei számottevően nagyobbak voltak 2012-ben, mint a kontroll (5.30. táblázat). A kezelések csak tendencia jelleggel különböztek a második kontrollként használt IVS kezeléshez viszonyítva. A Kelpak, a későbbi időpontban kijuttatott BA és IVS kezelések statisztikailag kimutathatóan magasabb száraztömeg értéket mutattak a kontrollhoz képest a két év átlagában, azonban a többi kezeléstől nem különböznek egyértelműen.

Az 'SM 11/4'-nél 2011-ben nem volt statisztikailag igazolható eltérés a kezelések és a kontroll, valamint a kezeléseken belül sem (5.30. táblázat). Az összes kezelés szignifikánsan nagyobb száraztömeget adott 2012-ben a kontrollhoz képest, kivéve a Pentakeep-V-vel és a Yeald Plus-szal kezelt dugványokat, amelyek csak tendenciájukban különböznek. Az IVS kezeléshez viszonyítva a Yeald Plus kezelést kapott dugványok szignifikánsan kevesebb száraztömeget mutattak. A többi kezelés értéke csak tendenciaszerű eltérést mutat (5.30. táblázat).

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg adatai az 5.31. táblázatban láthatóak. A Pentakeep-V-vel kezelt, gyökeres 'Bogdány' dugványok hajtásrészének száraztömege 2011-ben szignifikánsan nagyobb volt nemcsak a kontrollnál, hanem az IVS és a Yeald Plus kezelést kapott dugványok értékénél is. A Wuxal Ascofollal és a kétféle időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványok értéke statisztikailag kimutatható mértékben nagyobb a kontrollnál, azonban nem különbözött az IVS kezelés értékétől (5.31. táblázat). A gyökeres 'Bogdány' dugványok hajtásrészének száraztömegében nem volt 2012-ben statisztikai eltérés.

A Kelpakkal kezelt, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt 2014-ben a kontrollhoz képest, azonban nem különbözött statisztikai értelemben az IVS kezelés értékétől (5.31. táblázat). A Wuxal Ascofol és a későbbi időpontban megkezdett BA kezelések értéke a kontroll csoport értékével azonos statisztikai csoportba sorolható. A három év átlagában a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V, Yeald Plus és a korai BA kezelések szignifikánsan magasabb értéket adtak a kontrollhoz viszonyítva, noha sem ezek, sem a későbbi BA kezelés nem különbözött statisztikai értelemben az IVS kezelés értékétől (5.31. táblázat).

A gyökeres 'Magyar' dugványok hajtásrészének száraztömegét tekintve 2011-ben a Yeald Plus kezelést kapott dugványok értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll vagy az IVS kezelés értéke (5.31. táblázat). A Kelpakkal és a kezdetben kijutatott BA-nel kezelt dugványok értéke nem különbözött statisztikailag sem a fent említett Yeald Plus-szal kezelt dugványok, sem a többi kezelés értékétől (5.31. táblázat). A 2012-es évben az összes kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll, kivéve az IVS kezelés értékét, amely statisztikai értelemben nem különbözött sem a többi kezeléstől, sem a kontrolltól.

A Kelpakkal, Pentakeep-V-vel, Yeald Plus-szal és későbbi időpontban megkezdett BA-nel kezelt 'Magyar' dugványok hajtásrészének száraztömege szignifikánsan magasabb volt a kontroll értékéhez képest, azonban csak a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelés értéke különbözött statisztikailag az IVS kezeléstől is (5.31. táblázat). A három év átlagát nézve elmondható, hogy a Yeald Plus-szal kezelt, gyökeres 'Magyar' dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke szignifikánsan nagyobb volt, mind a kontroll, mind az IVS kezelést kapott dugványok értékéhez képest (5.31. táblázat). A Kelpakkal, Pentakeep-V-vel és a kétféle időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke szignifikánsan különbözött ugyan a kontrolltól, azonban az IVS kezelés értékétől csak tendenciájában. A Wuxal Ascofol kezelés sem a kontrolltól, sem az IVS kezelés értékétől nem különbözött (5.31. táblázat).

Az 'SL 64' fajtánál a Kelpakkal, Wuxal Ascofollal és kezdetben kijuttatott BA-nel kezelt dugványok hajtásrészének száraztömege 2011-ben számottevően nagyobb volt, mint a kontrollé, azonban sem ezeknek a kezeléseknak, sem a többi kezelésnek az értéke nem különbözött az IVS kezelésétől (5.31. táblázat). A 2012-es évben a Kelpak kezelést kapott dugványok értéke nemcsak a kontrollhoz, hanem a Wuxal Ascofollal kezelt dugványok értékéhez képest is szignifikánsan magasabb volt az 'SL 64' fajtánál, míg az IVS kezelés értékétől nem különbözött. A két év átlagát tekintve a Kelpak kezelés statisztikailag igazolhatóan nagyobb értéket mutatott, mint a kontroll, azonban a többi kezelés értékétől nem igazolható ez az eltérés. A többi kezelés a kontroll értékétől sem különbözött az 'SL 64' fajtánál (5.31. táblázat).

5.31. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok hajtásrész száraztömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	1,145	abc	1,270	a	1,653	b	1,356	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,268	bc	1,354	a	1,360	a	1,327	b
Pentakeep-V (0,05%)	1,392	c	1,218	a	1,527	ab	1,379	b
Yeald Plus (0,15%)	1,081	ab	1,362	a	1,545	ab	1,330	b
korai BA (0,2%)	1,278	bc	1,314	a	-	-	1,296	b
későbbi BA (0,2%)	1,241	bc	1,172	a	1,303	a	1,239	ab
IVS (0,2%)	1,112	ab	1,297	a	1,437	ab	1,282	ab
kontroll	0,904	a	1,237	a	1,285	a	1,142	a
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	1,219	ab	1,131	b	1,192	bc	1,181	bc
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,961	a	1,155	b	1,054	ab	1,056	ab
Pentakeep-V (0,05%)	0,974	a	1,269	b	1,388	c	1,210	bc
Yeald Plus (0,15%)	1,345	b	1,151	b	1,369	c	1,288	c
korai BA (0,2%)	1,236	ab	1,104	b	-	-	1,170	bc
későbbi BA (0,2%)	0,895	a	1,238	b	1,247	bc	1,127	bc
IVS (0,2%)	0,921	a	1,051	ab	1,132	ab	1,034	ab
kontroll	0,957	a	0,816	a	0,934	a	0,902	a
Kelpak (0,2%)	1,139	b	1,468	c	-	-	1,303	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,270	b	1,089	ab	-	-	1,179	ab
Pentakeep-V (0,05%)	1,033	ab	1,160	abc	-	-	1,096	ab
Yeald Plus (0,15%)	1,059	ab	1,290	abc	-	-	1,175	ab
korai BA (0,2%)	1,109	b	1,092	ab	-	-	1,101	ab
későbbi BA (0,2%)	1,074	ab	1,341	bc	-	-	1,207	ab
IVS (0,2%)	1,079	ab	1,391	bc	-	-	1,235	ab
kontroll	0,857	a	0,966	a	-	-	0,964	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	1,187	a	1,178	abc	-	-	1,183	abc
Wuxal Ascofol (0,2%)	1,246	a	1,307	bc	-	-	1,276	c
Pentakeep-V (0,05%)	1,046	a	1,060	ab	-	-	1,053	ab
Yeald Plus (0,15%)	1,232	a	0,927	a	-	-	1,079	abc
korai BA (0,2%)	1,272	a	1,298	bc	-	-	1,285	c
későbbi BA (0,2%)	1,130	a	1,378	c	-	-	1,254	bc
IVS (0,2%)	1,054	a	1,232	bc	-	-	1,143	abc
kontroll	1,151	a	0,884	a	-	-	1,017	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SM 11/4'-nél 2011-ben sem a kezelések és a kontroll, sem az egyes kezeléseken belül nem volt statisztikailag kimutatható különbség (5.31. táblázat). A Yeald Plus és a Pentakeep-V, valamint a Kelpak kezelést kapott, gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömeg értéke nem különbözött 2012-ben a kontroll értékétől, noha a Kelpak kezelés a többi kezeléstől sem (5.31. táblázat). A későbbi időpontban megkezdett BA kezelés értéke

szignifikánsan magasabb volt ebben az évben, mint a kontroll, Yeald Plus és a Pentakeep-V kezelés értéke, míg az IVS kezelésétől nem különbözött. A Wuxal Ascofol és korai BA kezelések értéke az IVS kezelés értékével azonos statisztikai csoportba volt sorolható (5.31. táblázat). A két év átlagában a Wuxal Ascofol és a kétféle időpontban kezdett BA kezelések értéke szignifikánsan magasabb volt a kontrollhoz viszonyítva, azonban egyik kezelés sem különbözött statisztikai értelemben az IVS kezelés értékétől (5.31. táblázat).

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok gyökér száraztömeg értékeit az 5.32. táblázat tartalmazza. A korai BA kezelés értéke szignifikánsan alacsonyabb volt 2011-ben a 'Bogdány' fajtánál a Kelpak és a Yeald Plus kezelések értékéhez viszonyítva, míg a kontroll illetve IVS kezelés értékétől egyik kezelés sem mutatott határozott különbséget. A 2012-es évben a 'Bogdány' fajtánál a Wuxal Ascofol, Pentakeep-V, Yeald Plus, kétféle BA és IVS kezelések gyökér száraztömeg értéke szignifikánsan kevesebb volt, mint a Kelpak kezelés és a kontroll (5.32. táblázat). A Wuxal Ascofollal és korai időpontban kijuttatott BA-nel kezelt dugványok gyökér száraztömeg értéke az IVS-sel kezelt dugványok értékeinél is alacsonyabbak voltak. A Kelpakkal kezelt dugványok értéke azonos statisztikai csoportba tartozott a kontrollal, amelyek értéke a legmagasabb volt 2012-ben.

Gyökeres 'Bogdány' dugványok gyökér száraztömegét tekintve 2014-ben is a kontroll értéke volt a legmagasabb. Ezzel egy statisztikai csoportba csak a Pentakeep-V tartozott, míg a többi kezelés értéke szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott (5.32. táblázat). A három év átlagában a korai BA kezelés értéke szignifikánsan alacsonyabb volt az összes kezelés, valamint a kontroll értékénél (5.32. táblázat). A többi kezelés közül a Wuxal Ascofol kezelés értéke különbözött szignifikánsan a kontrolltól, míg az IVS kezelésétől egyik kezelés sem tért el statisztikai értelemben.

A korai BA kezelés gyökeres 'Magyar' dugványainak gyökér száraztömeg értéke 2011-ben szignifikánsan magasabb volt nemcsak a kontroll illetve IVS kezelés értékénél, hanem a Pentakeep-V, Yeald Plus és későbbi időpontban kijuttatott BA kezelések értékénél is (5.32. táblázat). A Kelpakkal és Wuxal Ascofollal kezelt dugványok értéke statisztikai értelemben nem különbözött sem a fent említett kezelésektől, sem a kontroll illetve IVS kezelés értékétől. A korai BA kezelés értéke 2012-ben szignifikánsan alacsonyabb volt a Kelpakkal, Pentakeep-V-vel és Yeald Plus-szal kezelt dugványok gyökér száraztömeg értékéhez viszonyítva (5.32. táblázat). A 2014-es évet és a három év átlagát tekintve statisztikailag kimutatható eltérés nem mutatkozott (5.32. táblázat).

5.32. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok gyökér száraztömegének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	0,124	b	0,147	c	0,074	a	0,115	c
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,115	ab	0,061	a	0,092	ab	0,089	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,096	ab	0,087	ab	0,123	bc	0,102	bc
Yeald Plus (0,15%)	0,133	b	0,078	ab	0,092	ab	0,101	bc
korai BA (0,2%)	0,062	a	0,066	a	-	-	0,064	a
későbbi BA (0,2%)	0,109	ab	0,081	ab	0,095	ab	0,095	bc
IVS (0,2%)	0,111	ab	0,104	b	0,100	ab	0,106	bc
kontroll	0,079	ab	0,147	c	0,133	c	0,120	c
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	0,060	ab	0,118	c	0,069	a	0,082	a
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,065	ab	0,088	abc	0,096	a	0,083	a
Pentakeep-V (0,05%)	0,038	a	0,107	bc	0,095	a	0,080	a
Yeald Plus (0,15%)	0,043	a	0,105	bc	0,081	a	0,076	a
korai BA (0,2%)	0,098	b	0,059	a	-	-	0,079	a
későbbi BA (0,2%)	0,024	a	0,072	ab	0,094	a	0,063	a
IVS (0,2%)	0,041	a	0,082	abc	0,079	a	0,067	a
kontroll	0,024	a	0,073	abc	0,084	a	0,060	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	0,113	b	0,131	a	-	-	0,122	ab
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,070	ab	0,136	a	-	-	0,103	ab
Pentakeep-V (0,05%)	0,106	b	0,158	a	-	-	0,132	b
Yeald Plus (0,15%)	0,100	ab	0,132	a	-	-	0,116	ab
korai BA (0,2%)	0,051	a	0,138	a	-	-	0,094	ab
későbbi BA (0,2%)	0,107	b	0,137	a	-	-	0,122	ab
IVS (0,2%)	0,069	ab	0,121	a	-	-	0,095	ab
kontroll	0,044	a	0,116	a	-	-	0,086	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	0,122	cd	0,111	bc	-	-	0,117	c
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,086	bc	0,110	bc	-	-	0,098	bc
Pentakeep-V (0,05%)	0,134	d	0,093	ab	-	-	0,114	c
Yeald Plus (0,15%)	0,134	d	0,090	ab	-	-	0,110	bc
korai BA (0,2%)	0,086	ab	0,100	abc	-	-	0,084	b
későbbi BA (0,2%)	0,050	ab	0,135	cd	-	-	0,092	bc
IVS (0,2%)	0,063	ab	0,152	d	-	-	0,107	bc
kontroll	0,029	a	0,066	a	-	-	0,048	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

Az 'SL 64' fajtánál a Kelpak, Pentakeep-V és a később kijuttatott BA kezelések 2011-ben szignifikánsan nagyobb gyökér száraztömeg értéket adtak a kontrollhoz viszonyítva, noha a második kontrollnak tekintett IVS kezeléshez képest sem az egyik, sem a másik statisztikai csoport értékei nem térnek el (5.32. táblázat). Egyik kezelés értéke sem különbözött 2012-ben az 'SL 64' fajtánál. A két év átlagában a Pentakeep-V kezelés értéke statisztikailag igazolhatóan

nagyobb gyökér száraztömeget mutatott a kontrollhoz képest, azonban ez sem az IVS kezeléstől, sem a többi kezeléstől nem különbözik statisztikai értelemben (5.32. táblázat).

Az 'SM 11/4' dugványok gyökér száraztömegében 2011-ben a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelések szignifikánsan nagyobb értéket adtak, nemcsak a kontroll illetve IVS kezelés értékéhez viszonyítva, hanem a kétféle időpontban kijuttatott BA kezelések értékéhez képest is (5.32. táblázat). A Kelpakkal, Wuxal Ascofollal, későbbi időpontban megkezdett BA-nel és IVS-sel kezelt dugványok gyökér száraztömeg értéke statisztikailag kimutatható mértékben magasabbak voltak a kontrollhoz képest. Az IVS kezelés a Kelpak és Wuxal Ascofol kezelések értékénél is szignifikánsan magasabb volt (5.32. táblázat). A két év átlagában az összes kezelés értéke határozottan nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva, azonban egyik sem különbözött az IVS kezelés értékétől (5.32. táblázat).

A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok száraztömeg növekményének adatai az 5.33. táblázatban láthatóak. A gyökeres 'Bogdány' dugványoknál 2011-ben a Kelpak, Wuxal Ascofol, Pentakeep-V és a kétféle időpontban kijuttatott BA kezelések értéke szignifikánsan nagyobb értéket adott, mint a kontroll, azonban ezeknek a kezeléseknek egyike sem különbözött statisztikai értelemben az IVS kezelés értékétől (5.33. táblázat). A száraztömeg növekményben a 'Bogdány' fajtánál 2012-ben és 2014-ben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés. A három év átlagában a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelés értékét kivéve mindegyik kezelés szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva.

A 'Magyar' fajtánál a Yeald Plus és a korai BA kezelések értéke szignifikánsan magasabb volt 2011-ben, mint a kontroll, IVS valamint a későbbi időpontban kijuttatott BA kezelések értéke (5.33. táblázat), míg a Kelpakkal kezelt dugványok értékétől nem különbözött statisztikailag. A Yeald Plus-szal kezelt dugványok száraztömeg növekménye volt a legnagyobb 2011-ben, így nemcsak a fent említett kezelésektől és a kontrolltól különbözött, hanem a Wuxal Ascofollal és Pentakeep-V-vel kezelt dugványok értékétől is (5.33. táblázat). A 2012-es évben az összes kezelés szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest, kivéve az IVS kezelés értékét, amely sem a többi kezeléstől, sem a kontrolltól nem volt statisztikailag elkülöníthető.

A Kelpak, Pentakeep-V, Yeald Plus és későbbi időpontban megkezdett BA kezelések értéke szignifikánsan magasabb volt 2014-ben a kontroll értékéhez képest. Az IVS kezelés értékével összehasonlítva azonban csak a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelések értéke különbözött statisztikailag (5.33. táblázat). A három év átlagát tekintve az IVS-sel kezelt dugványok értékétől eltekintve az összes kezelés értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll, azonban az IVS kezelés értékétől csak a Yeald Plus értéke különült el a 'Magyar' fajtánál (5.33. táblázat).

5.33. táblázat. A biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt, gyökeres dugványok száraztömeg növekményének (g) alakulása. Helvécia, 2011, 2012 és 2014.

Kezelések	2011		2012		2014		átlag	
BOGDÁNY								
Kelpak (0,2%)	0,325	b	0,674	a	0,863	a	0,621	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,439	b	0,672	a	0,588	a	0,566	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,544	bc	0,562	a	0,786	a	0,631	b
Yeald Plus (0,15%)	0,271	ab	0,697	a	0,773	a	0,581	b
korai BA (0,2%)	0,396	b	0,637	a	-	-	0,516	b
későbbi BA (0,2%)	0,406	b	0,510	a	0,535	a	0,483	ab
IVS (0,2%)	0,279	ab	0,658	a	0,673	a	0,537	b
kontroll	0,039	a	0,641	a	0,554	a	0,411	a
MAGYAR								
Kelpak (0,2%)	0,495	bcd	0,495	b	0,406	b	0,465	bc
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,243	abc	0,489	b	0,294	ab	0,342	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,229	abc	0,623	b	0,628	c	0,493	bc
Yeald Plus (0,15%)	0,605	d	0,502	b	0,595	c	0,568	c
korai BA (0,2%)	0,551	cd	0,409	b	-	-	0,480	bc
későbbi BA (0,2%)	0,136	a	0,556	b	0,486	bc	0,392	b
IVS (0,2%)	0,179	ab	0,379	ab	0,356	ab	0,305	ab
kontroll	0,198	ab	0,135	a	0,162	a	0,165	a
SL 64								
Kelpak (0,2%)	0,376	b	0,952	c	-	-	0,664	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,464	b	0,578	ab	-	-	0,521	ab
Pentakeep-V (0,05%)	0,263	b	0,671	abc	-	-	0,467	ab
Yeald Plus (0,15%)	0,283	b	0,776	abc	-	-	0,529	ab
korai BA (0,2%)	0,284	b	0,583	ab	-	-	0,434	ab
későbbi BA (0,2%)	0,305	b	0,831	bc	-	-	0,568	ab
IVS (0,2%)	0,273	b	0,865	bc	-	-	0,569	ab
kontroll	0,024	a	0,434	a	-	-	0,334	a
SM 11/4								
Kelpak (0,2%)	0,533	a	0,431	bcd	-	-	0,482	b
Wuxal Ascofol (0,2%)	0,556	a	0,559	cd	-	-	0,558	b
Pentakeep-V (0,05%)	0,404	a	0,295	abc	-	-	0,349	ab
Yeald Plus (0,15%)	0,586	a	0,159	ab	-	-	0,372	ab
korai BA (0,2%)	0,564	a	0,539	cd	-	-	0,552	b
későbbi BA (0,2%)	0,404	a	0,655	d	-	-	0,529	b
IVS (0,2%)	0,341	a	0,525	cd	-	-	0,433	ab
kontroll	0,404	a	0,092	a	-	-	0,248	a

Az azonos oszlopokban lévő eltérő betűjelzések szignifikáns különbséget jelölnek a Duncan-teszt alapján ($\alpha = 0,05$).

A gyökeres 'SL 64' dugványok száraztömeg növekményénél az összes kezelés értéke 2011-ben statisztikailag igazolható mértékben nagyobb a kontrollhoz viszonyítva (5.33. táblázat). A 2012-es évben a Kelpak, a későbbi időpontban kijuttatott BA, valamint az IVS kezelések értéke szignifikánsan magasabb a kontrollhoz képest. A Kelpak kezelés értéke a Wuxal Ascofol kezelés értékénél igazolhatóan magasabb volt (5.33. táblázat). A két év átlagát

tekintve a Kelpakkal kezelt dugványok szignifikánsan nagyobb száraztömeg növekmény értéket adtak a kontrollhoz viszonyítva, míg a többi kezelés sem a Kelpak kezeléstől, sem a kontrolltól nem volt statisztikailag elkülöníthető (5.33. táblázat).

Az gyökeres 'SM 11/4' dugványok száraztömeg növekményének értékeit tekintve 2011-ben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés sem a kezelések és a kontroll, sem a kezeléseken belül (5.33. táblázat). A Kelpak, a Wuxal Ascofol, a kétféle időpontban kijuttatott BA és az IVS kezelések értéke szignifikánsan nagyobb volt 2012-ben, mint a kontroll vagy a Yeald Plus kezelés értéke. A későbbi időpontban kijuttatott BA kezelés értéke volt a legmagasabb, amellyel a Wuxal Ascofol, korai BA és IVS kezelések értéke azonos statisztikai csoportba tartozott 2012-ben (5.33. táblázat). Kelpak, Wuxal Ascofol és a kétféle időpontban kijuttatott BA kezelések értéke a két év átlagában szignifikánsan nagyobb volt a kontrollnál, azonban sem ezek, sem a többi kezelés statisztikailag nem különbözött az IVS kezelés értékétől (5.33. táblázat).



5.3. ábra. Biostimulátorokkal és bioregulátorokkal kezelt 'SL 64' gyökeres dugványai tömegméréshez előkészítve. Felső sor balról jobbra: korai BA, későbbi BA, IVS, kontroll.

Alsó sor balról jobbra: Pentakeep-V, Yeald Plus, Wuxal Ascofol, Kelpak.

(Fotó: Szabó Veronika, Helvécia)

6. KÖVETKEZTETÉSEK

6.1. Anyanövények kezelésének hatása azok növekedésére, éves hajtáshozamára és a dugványok minőségére

6.1.1. A kezelések hatása az anyanövények törzskörméretére és magasságára

A kísérletben szereplő anyanövényeket 2009 tavaszán telepítettük el Soroksáron, szabadföldön. Az adatok felvételezését 2010-ben kezdtük meg. Jól látható, hogy az anyanövények törzskörméretei közel azonosak voltak (5.1. táblázat), tehát a kísérlet kezdetén a kezeléseket homogén növényállományon végeztük, vagyis a 2012-es évben jelentkező különbségek már a kezelésekből adódhattak. A famagasságnál ugyan 2010-ben is mutatkoztak eltérések a 'Bogdány' fajtánál, azonban ezek nem voltak jelentősek, valamint 2011-ben már határozottan jelentkezett a kezelések hatása, amely 2012-ben és az évek átlagában is megmutatkozik (5.2. táblázat).

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kezelések a 'Bogdány' fajtánál hatással voltak az anyanövények törzskörméretére és magasságukra, amely megerősíti a Kelpak, a Wuxal Ascofol és a Pentakeep-V biostimulátorok zöldtömeget növelő hatását (Alexander 2008, Colapietra and Alexander 2006, Belz and Pfeiffer 2004, Hotta et al. 1997; Babik and Dysko 2008; Dwonikiewicz 2008, Jenkins and Mahmood 2003; Magyar et al. 2008, Szabó 2009). A többi fajtánál az anyanövényeken csak tendencia jellegű növekedési különbségek jelentkeztek.

6.1.2. A kezelések hatása az anyanövények hajtás- és dugványhozamára

A dugványok gyökeresedésének eredményessége az anyanövények kondíciójánál kezdődik, mivel az anyanövényről lemetezett hajtásrészből készült dugvány elsősorban a benne lévő vizet, szerves vegyületeket és hormonokat használja fel az új gyökerek képződéséhez (Leakey and Storeton-West 1992, Hartmann et al. 1997, Hrotkó 1999, Leakey 2004). Az anyanövények fiziológiai állapota összefüggésben áll a gyökeresedési hajlammal (Mesén et al. 1997, 2001), az anyanövények prekondicionálásának épp ezért nagy a jelentősége. Növekedésszabályozó anyagok használata már elterjedt (Read and Yang 1989, Leakey 2004, Szabó et al. 2011), a hormonos kezeléseké kevésbé (Stoutemeyr et al. 1961, Sadhu 1989, Leakey 1992).

Az anyanövények hajtáshozamát az összes zöldtömegnek, az összes hajtás tövenkénti számának, az alkalmas hajtások számának és azok nyerstömegének eredményei alapján határoztuk meg. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a fajták eltérően reagáltak a kezelésekre, és ezek a reakciók az egyes években is különbözőek lehetnek.

A Kelpak kezelés hatására a 'Bogdány' és a 'Magyar' anyanövények növelték az összes zöldtömeget, és a kezelések hatása megmutatkozott az összes hajtás tövenkénti számában és a dugványozásra alkalmas hajtások számában. Ezek az eredmények összhangban vannak a zöldtömeg növekedéssel kapcsolatos szakirodalmi véleményekkel (Alexander 2008, Colapietra and Alexander 2006, Basak et al. 2008, Belz and Pfeiffer 2004, Dwornikiewicz 2008, Jankowski and Dubis 2008, Matysiak et al 2008, Csihon et al. 2013). Újdonság viszont, hogy a dugvány-anyanövényeken érvényesülő sajátos hatás, a dugványozásra alkalmas hajtások számában is érvényesül. Ezzel szemben az 'SL 64' (5.5. táblázat) és az 'SM 11/4' (5.6 táblázat) klón anyanövényeken elmaradt az összes nyerstömeg növekedés, viszont az összes hajtások száma növekedett, ami oda vezetett, hogy az 'SM 11/4'-nél a kezelés kifejezetten csökkentette a hajtások egyedi tömegét. Ezen túlmenően az anyanövényeken alkalmazott Kelpak kezelés a 'Bogdány' és az 'SL 64' sajmeggy alanyok esetében szignifikánsan növelte a hajtásokból készített dugványok kiindulási egyedi nyerstömegét.

A dugványok gyökeresedés előtti nyers- és száraztömegének a jelentőségére Leakey (2004) és Mesén et al. (2001) mutattak rá, hiszen a gyökértelen dugvány a regenerációs folyamatok alatt a kiindulási anyagmennyiségre és a gyökeresedés alatti asszimilációs teljesítményre van utalva. Mivel sajmeggy anyanövények kezelésére vonatkozóan erre a készítményre nem ismert szakirodalmi ajánlás, következtetésünk tehát, hogy a Kelpak kezelés fajtaspecifikusan alkalmazható sajmeggy anyanövények dugványhozamának növelésére.

A Wuxal Ascofol kezelések hasonlóképpen növelték az összes zöldtömeget a 'Bogdány' és a 'Magyar' fajták esetében. 'Bogdány'-nál ez nemcsak az összes zöldtömeg növekedést (5.3. táblázat), hanem az alkalmas hajtások számának növekedését is jelentette, míg a 'Magyar' fajta esetében csak ez utóbbira volt hatással (5.4. táblázat). Az eredmények megerősítik a szakirodalmi adatokra alapozott várakozásokat (Belz and Pfeiffer 2004, Colapietra and Alexander 2006, Dickmann et al. 2007, Magyar et al. 2008) a zöldtömeghozam tekintetében, de itt is hangsúlyozottan jelentkezik a fajtaspecifikus hatás.

A Pentakeep-V kezelésnek az anyanövények zöldtömegére gyakorolt, szakirodalmi adatok alapján várt (Hotta et al. 1997; Babik and Dysko 2008; Dwornikiewicz 2008), hatása elmaradt. Kivétel ez alól a 'Bogdány', ahol ez a kezelés az anyanövények zöldtömegét növelte az évek átlagában, amely az alkalmas hajtások számának növekedésében is megmutatkozott (5.3. táblázat).

Az anyanövények előkezelésének eredményei részben alátámasztják a különböző növekedésszabályozó anyagok zöldtömeget növelő hatását (Alexander 2008, Colapietra and Alexander 2006, Basak et al. 2008, Belz and Pfeiffer 2004, Dwornikiewicz 2008, Jankowski and Dubis 2008, Matysiak et al 2008, Csihon et al. 2013). Ezt igazolja elsősorban a 'Bogdány' és a

'Magyar' fajta anyanövényeinek erőteljesebb zöldtömeg-növekedése, amely több hajtást, azon belül több, dugványozásra alkalmas hajtást jelentett. Ezzel igazolhatóak a szakirodalom eredményei, amelyek szerint a Kelpak (Jenkins and Mahmood 2003, Magyar et al. 2008, Szabó 2009) és a Wuxal Ascofol (Magyar et al. 2008, Szabó 2009) jó hatással van a hajtásképződésre, és a produktum minőségére (Belz and Pfeiffer 2004, Colapietra and Alexander 2006, Alexander 2008). A Pentakeep-V zöldtömegre gyakorolt hatását, amelyet a szakirodalom ismertet (Hotta et al. 1997; Babik and Dysko 2008; Dwonikiewicz 2008), sajmeggy hajtásdugvány-anyanövényeknél a négyhetes kezelés után nem tudtuk igazolni. Ennek oka lehet a más mezőgazdasági termékekhez viszonyítva rövid (négy hetes) rendelkezésre álló idő, de a kezeléshez alkalmazkodott optimális koncentráció jövőbeni vizsgálata is indokolt lehet.

Szabó (2009) és Hajdú (2010) megfigyelése, miszerint a Wuxal Ascofol készítmény használata növény-egészségügyi kockázattal is jár (az anyanövények fogékonyabbak bizonyos betegségekre, kártevőkre), a sajmeggy fajtákkal kapott eredményekkel is alátámasztható. Az 'SM 11/4' anyanövényeknél 2012-ben a Wuxal Ascofol kezelés után erős levéltetű fertőzés jelentkezett. A 2012-es év adatainál jól látszik (5.6. táblázat), hogy az erős levéltetű fertőzés visszavetette az összes zöldtömeget, a hajtásszámot, az alkalmas hajtások számát és össztömegét is. Ez a növény-egészségügyi probléma csak a Wuxal Ascofollal kezelt 'SM 11/4' anyanövényeken jelentkezett, így feltételezhető, hogy ennek a kezelésnek a hatására következett be a fertőzés. Dickmann et al. (2007) és Hajdú (2010) hasonló kezelésű tölgygagyonokon lisztharmatfertőzést figyeltek meg.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Kelpak kezelés hatékonyan növelte a 'Bogdány' és a 'Magyar' anyanövények hajtásainak tömegét (5.1 és 5.3. táblázat), ez a hatása a 'Bogdány' és az 'SL 64' dugványok kiindulási nyerstömegére is pozitív hatással volt, azonban a szárazanyag-tartalomban eredményeinkben már nem mutatkozott meg (5.20. táblázat). Ez azt jelenti, hogy a kontrollhoz viszonyítva a 'Bogdány', a 'Magyar' és az 'SL 64' dugványok közel azonos kiindulási száraztömeggel rendelkeztek, vagyis későbbi gyarapodásukban az eltérő kiinduló száraztömeg közvetlenül nem játszhatott szerepet.

Megállapítható a szakirodalommal egybevágó eredmények alapján, hogy ez a kezelés alkalmas az anyanövények prekondicionálására, hiszen alapvetően minden kezelés arra irányul, hogy megnöveljék a szénhidráttartalmat (Hartmann et al. 1997, Dick et al. 2004, Leahey 2004).

6.1.3. Az anyanövény kezelések hatása a levelek pigment tartalmára

Az anyanövény előkezelések a klorofill tartalomra csekély hatással voltak, noha az egyes években és fajtánként változóan találtunk kisebb különbségeket. Ennek oka lehet, hogy a kezelések mindössze négy hétig tartottak, amely idő kevésnek bizonyulhat a klorofill tartalom

megváltoztatására, valamint a szabadföldi anyanövény kezeléseik miatt a folyton változó környezeti feltételek nagyobb befolyással lehetnek az anyanövényekre, mint a kezeléseik. Eredményeinkből az is következik, hogy a kezeléseik hatására az anyanövények fotoszintetikus aktivitásában mért különbségek, valamint a kezelt anyanövényekről szedett dugványok gyökeresedés alatti szárazanyag-termelésében mért különbségeket nem okozhatták a levelek pigment tartalmában mért különbségek. Mesén et al. (2001) megállapítása szerint az anyanövények klorofill tartalma nem vagy kevésbé áll összefüggésben a dugványok későbbi gyökeresedésével, sokkal inkább a leválasztás pillanatában jelenlévő szénhidrátok mennyiségével. A nagyobb zöldtömeget termelő anyanövények jobban árnyékolják egymást, így a természetes etiolálás, halványítás hatására a levelekben akár csökkenhet is a klorofill-koncentráció (Leakey 2004).

Ami még inkább figyelemre méltó, hogy a Pentakeep-V kezelést kapott anyanövények leveleinek klorofill tartalom eredménye nem igazolta a Pentakeep-V-vel kezelt növényeken mért megnövekedett klorofill tartalmat (Beale 1990, Hotta et al. 1997, Mihalovits 2010), sőt a 'Magyar' fajtánál kifejezetten csökkentette az összes pigment tartalmat (5.8. táblázat). Ennek lehetséges okait tovább érdemes vizsgálni, mert a Pentakeep-V egyébként ígéretes, pozitív hatású biostimulátor lehet.

6.1.4. A fotoszintetikus aktivitás alakulása a kezeléseik hatására 'Bogdány' anyanövényeken

Az anyanövények zöldtömeg-termelését meghatározza a beépülő CO₂ mennyiség, amelyet a fotoszintetikus aktivitás mérésével lehet leginkább számszerűen meghatározni. A 2011-es mérések alapján igazolható a Kelpak és a Wuxal Ascofol hatása a fotoszintézisre (5.1. ábra). A Wuxal Ascofol kezelés hatására a 'Bogdány' anyanövények CO₂ beépülése már a reggeli órákban (8-10 h) magasabb volt a kontrollhoz viszonyítva, amelyet a déli órákban (12-14 h) is megőriztek. A Kelpak kezelés leginkább a déli órákban (12-14 h) javította a CO₂ beépülésének hatékonyságát. Noha a Pentakeep-V a déli órákban (12-14 h) sokkal gyengébb volt a CO₂ megkötésében, az esti órákra (16-18 h) javított annak hatékonyságán. A beépült CO₂ napi halmozott összegében a Kelpak és Wuxal Ascofol kezeléseik hatékonyak voltak, vagyis szignifikánsan növelték a fotoszintetikus aktivitást. Ennek hatása megmutatkozik a Kelpak kezelésnél elsősorban a hajtások tömegében, míg a Wuxal Ascofol kezelésnél a hajtásszámok növekedésében (5.1. táblázat).

A szakirodalomban nem találtunk a Kelpak és a Wuxal Ascofol készítményeknek a fotoszintézisre gyakorolt hatásáról eredményeket. A Pentakeep-V szakirodalma (Beale 1990, Hotta et al. 1997, Mihalovits 2010) alapján várható megnövekedett fotoszintetikus aktivitás eredményeink egyik évben sem támasztják alá.

6.1.5. Az anyanövény kezelések hatása az anyanövények hajtáscsúcsában és az egyhetes dugványok alapi részén mért IES-tartalomra

Az anyanövények előkezelésének célja a dugványok eredményesebb gyökeresedése. A Kelpak és Wuxal Ascofol készítmények fő összetevője az auxin hangsúlyos moszat kivonat, amely eltérő mértékben növelte meg a fajták természetes auxin tartalmát a hajtáscsúcsban. Ez a hatás alátámasztja a hormonok anyanövényekre gyakorolt prekondicionáló hatását (Stoutemeyer et al. 1961, Sadhu 1989, Leakey 1992).

A hajtáscsúcs által termelt auxin lesz a későbbiekben a hajtásokból vágott dugványok fő auxinforrása, amely befolyásolja a szénhidrátok mobilizálhatóságát és a primordiumok fejlődését (Altman and Wareing 1975, Haissig 1986, Husen and Pal 2007, Agulló-Antón et al. 2011). Ebből adódóan fontos a dugványozás kezdetén a dugványokban jelenlévő természetes indolécetsav tartalom.

Az anyanövények hajtáscsúcsában mért IES-tartalom az évek során eltérően alakult, amely arra enged következtetni, hogy az évjáráthatás is érvényesül a kezelések hatása mellett. A Wuxal Ascofol kezelés azonban több esetben is jelentősen csökkentette a hajtáscsúcsban mért természetes auxint (5.9.-5.12. táblázat), amely a 'Magyar' fajtánál a dugványokban mért auxintartalmat is csökkentette minden évben. A többi fajta esetében a dugványok hormontartalmát viszont annak ellenére növelte ez a kezelés, hogy az anyanövények hajtáscsúcsában alacsonyan tartotta az IES-t.

Az évjáráthatások mellett megfigyelhető, hogy a Kelpak és Pentakeep-V kezeléseknél a hajtáscsúcsokban mért IES-tartalom az évek során csökkenő tendenciát mutat. Ez azzal magyarázható, hogy az anyanövények hajtásszáma ez idő alatt megnövekedett, amely az egyes hajtások csúcsában csökkenthette az auxin tartalmát. A Pentakeep-V kezelésre az egyes fajták nagyon eltérően reagáltak. A 'Bogdány' és az 'SL 64' esetében csökkentette a hormontartalmat a dugványokban, míg a 'Magyar' és 'SM 11/4' dugványaiban megnövelték az auxin mennyiségét. Ebből kifolyólag ennek a szernek az auxin tartalomra gyakorolt hatásáról nem vonható le egyértelmű következtetés, további vizsgálatok szükségesek.

A természetes auxint is tartalmazó Kelpak és a Wuxal Ascofol készítmények hatására a dugványok alapi részén mért IES-tartalom a fajtáknál eltérő mértékben növekedett, így elmondható, hogy a fajták eltérően reagálnak az auxin tartalmú biostimulátorokra. Ugyanakkor az eredmények alapján a dugványok hormontartalmára erőteljesebben hatottak a kezelések. Ez arra enged következtetni, hogy a hajtásokra kipróbált biostimulátor készítményeknek időre van szüksége az IES-tartalom megnöveléséhez. Das et al (1997) megállapítására támaszkodva, miszerint az auxin kezelés serkenti a cukrok, tápanyagok bazipetális áramlását, továbbfűzhető ez a gondolatmenet. Így nemcsak a hormontartalom, hanem a tápanyagok is hatékonyabban

halmozódhatnak fel az auxin tartalmú biostimulátorok hatására. Tehát az eredmények alapján megerősítést nyerhet, hogy az anyanövények kezelése később, a dugványozás során fejti ki ténylegesen a hatását.

6.1.6. Az anyanövény kezelések hatása a dugványok gyökeresedésére, nyers- és száraztömegének alakulására

A négy sajmeggy fajta dugványainak gyökeresedési aránya a szakirodalmi adatoknak (Hrotkó 1982) megfelelően alakult, a legmagasabb gyökeresedési arányt az 'SM 11/4' asta (90-95%), ezt követte az 'SL 64' (85-95%), a 'Bogdány' (85-88%), majd végül a 'Magyar' (55-65%) adta a leggyengébb gyökeresedést.

A különböző biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről származó dugványok gyökeresedési arányára (%) az előkezelések nem voltak hatással, kivéve a 'Magyar' fajta dugványait 2012-ben, amikor a Kelpak és a Pentakeep-V előkezelést kapott dugványok magasabb gyökeresedési arányt mutattak a kontrollhoz viszonyítva. Ezeket az eredményeket úgy értékeljük, hogy a biostimulátorokkal kezelt anyanövényekről nagyobb számban megszedhető, dugványozásra alkalmas hajtások gyökeresedési aránya egyik kezelés esetében sem romlott, sem nem javult a kontrollhoz viszonyítva, viszont az egységnyi területen nevelt azonos számú anyanövényeknek a szaporítási rátája növelhető, fajtánként és kezelésként különböző mértékben, 20-30%-kal.

Noha eredményeink alapján az anyanövények biostimulátorokkal történő kezelésének nincs jelentős hatása a gyökeresedésre, a dugványok minőségét meghatározó nyers- és száraztömeget, valamint a gyökeresedés alatti száraz-produkciót egyes években és fajtáknál befolyásolták. Ebben a vonatkozásban az egyes fajták az egyes években eltérő válaszreakciót adtak a különböző anyanövény kezelésekre.

A dugványok kiindulási nyerstömegére az anyanövények biostimulátoros kezelései hatásossal voltak, azonban a fajták itt is nagyon eltérő válaszokat adtak a kezelésekre (5.14. táblázat). A 'Bogdány' anyanövényeket Kelpakkal kezelve nemcsak a hajtások tömege (5.3. táblázat) növekedett a kezelés hatására, hanem a dugványok nyerstömege is (5.14. táblázat). Az 'SL 64' anyanövények hajtásainak össztömege ugyan nem emelkedett a Kelpak hatására, a kiindulási egyedi dugványtömeg viszont jól láthatóan mutatta a készítmény hatását (Magyar et al. 2008, Szabó 2009, Szabó et al. 2011). Ezzel szemben a 'Magyar' fajtánál a Wuxal Ascofol, míg az 'SM 11/4' esetében az összes kezelés csökkentette a kiindulási nyerstömeget a kontrollhoz viszonyítva.

A dugványok kiindulási száraztömegének vonatkozásában az előzőekhez hasonlóan a 'Bogdány' és a 'Magyar' fajtáknál az anyanövény kezelések nem eredményeztek szignifikáns

különbséget a kontrollhoz viszonyítva, míg az 'SM 11/4' esetében a Kelpakkal és a Wuxal Ascofollal kezelt anyanövények dugványai kisebb kiindulási száraztömeget mutattak (5.19. táblázat).

Noha a gyökeresedési arányt (%) nem befolyásolták jelentősen ezek a kezelések, Leakey (2004) gondolatmenetéből kiindulva, miszerint javítja a dugványok túlélési esélyét a gyökértelen időszak alatt a bennük lévő tápanyagtartalom, amelyet az anyanövényről történő leválasztás előtt halmoznak fel, jelentősége lehet ezeknek a hatásoknak a dugvány minőségére és a gyökeresedést követő növekedésre.

A különböző módon kezelt anyanövények meggyökeresedett dugványainak nyerstömege kiegyenlítetten alakult (5.15. táblázat), a kontrollhoz viszonyítva számottevő különbség nem mutatkozott az 'SM 11/4' kivételével, ahol a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványainak mintegy 20%-kal kisebb volt a nyerstömege. Ezzel szemben a dugványok száraztömegében jelentős különbségek mutatkoztak, fajtánként eltérő módon. A 'Bogdány' fajtánál a Pentakeep-V kezelés eredményezett 21%-kal magasabb száraztömegű dugványokat, míg a 'Magyar' fajtánál a Kelpakkal kezelt anyanövények dugványai adtak 15%-kal nagyobb száraztömegű gyökeres dugványt. Az 'SM 11/4' esetében szintén a Kelpak eredményezett alacsonyabb száraztömegű gyökeres dugványokat a kontrollhoz képest. A gyökeresedési folyamat alatt mért nyerstömeg növekményben az egyes kezelések nem eredményeztek különbséget a kontrollhoz viszonyítva (5.18. táblázat), míg a száraztömeg növekmény a kontrollhoz viszonyítva magasabb volt a Pentakeep-V kezelést kapott 'Bogdány' anyanövények dugványainál (5.23. táblázat).

Ezek az eredmények azt támasztják alá, hogy a kezelt anyanövényekről nagyobb számban szedett dugványok a gyökeresedés alatt a kontrollhoz hasonló nyers- és száraztömeg növekményt produkáltak, vagyis a nagyobb tömegű hajtás- és dugványprodukciónak nem befolyásolta hátrányosan a gyökeres dugványok minőségét, sőt a 'Bogdány' dugványoknál a Pentakeep-V kezelés 49%-kal magasabb száraztömeg-produkciót eredményezett. Elfogadva Leakey (2004) koncepcióját, ez a magasabb száraztömeg-produkciónak csakis a levelek intenzívebb fotoszintetikus aktivitásából származhatnak. Eredményeink arra utalnak, hogy az anyanövényen történt kezelések hatása utólagosan, még a gyökeresedési folyamat alatt is érvényesül a Pentakeep-V esetében. Ugyanez mondható el a 'Magyar' és az 'SL 64' fajtáknál a Kelpak és a Wuxal Ascofol összehasonlításában, ahol mintegy 60-66% szárazanyag-produkciónak különbség mutatkozott a Kelpak javára.

Figyelemre méltóak az egyes fajtáknál a dugványok száraztömegének eloszlásai a hajtás és a gyökér között. A 'Bogdány'-nál a Pentakeep-V kezelés, a 'Magyar'-nál a Kelpak kezelés eredményezett nagyobb száraztömeget a hajtásrész esetében, míg a többi fajtánál nem voltak számottevők a különbségek. Ezzel szemben a gyökér száraztömegében egyedül a Kelpak

kezelés adott magasabb száraztömeget a kontrollhoz viszonyítva a 'Bogdány' fajtánál, míg a másik három sajmeggynél kiegyenlített volt a gyökér száraztömeg-produkció (5.22. táblázat).

Többször kitértem rá, hogy az egyes fajták különböző módon reagáltak a kezelésekre. Itt szükséges kiemelni az 'SM 11/4'-et, amely a Kelpak kezelésre rendre tömegcsökkenéssel reagált. Az anyanövények hajtás- és dugványhozamánál is említettem, hogy az 'SM 11/4' anyanövények alkalmas hajtásainak tömege minden évben alacsonyabb volt nemcsak a többi kezeléshez, de a kontrollhoz képest is (5.4. táblázat). A dugványok tömeg eredményeinél még szembetűnőbb a Kelpak kezelés utóhatása. Már a kiindulási dugványtömeg (5.14. táblázat) is határozottan alacsonyabb, amely megmutatkozott a későbbiekben is a gyökeres dugványok nyerstömegében (5.15. táblázat), elsősorban a dugványok hajtásrészének nyerstömeg alakulásában (5.16. táblázat). Ugyanígy a dugványok száraztömegeit is csökkentette az anyanövényeken használt Kelpak kezelés (5.20., 5.21., 5.22. és 5.23. táblázat). Az 'SM 11/4'-nél a többi kezelés hatására is csökkentek a dugványtömegek a kezeletlen dugványokhoz képest is.

Ennek oka lehet, hogy az 'SM 11/4' kezelések nélkül is kiválóan gyökeresedik (90% felett), amely feltételezi, hogy elsősorban az auxin hangsúlyos Kelpak készítmény megzavarja ennek a folyamatnak a fiziológiai rendszerét. Ez nem is annyira a gyökeresedési folyamatot rontotta, hiszen a gyökeresedési potenciálja magas volt (5.13. táblázat), hanem a tápanyagok beépülési folyamatának hatékonyságát csökkenthette. Ennek pontos meghatározására további vizsgálatok lennének szükségesek.

6.2. A dugványkezelések hatásai

6.2.1. A különböző dugványkezelések hatása a gyökeresedési arányra

A kezeletlen anyanövényekről származó dugványoknak a gyökeresedés folyamán történő kezelése minden fajtánál és minden évben szignifikáns különbségeket eredményezett a dugványok gyökeresedési arányában a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. Mivel a biostimulátorokat és a bioregulátorokat IVS alapkezelést kapott dugványokra juttattuk ki, a helyes összehasonlítás alapja az IVS kezelt dugványok gyökeresedési aránya. Ebben az összehasonlításban megállapítható, hogy a korai BA kezelések gyökeresedési aránya nem különbözik a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, vagyis ez a kezelés az IVS alkalmazás ellenére visszavetette a dugványok gyökeresedési arányát minden fajtánál.

Másrészt viszont az IVS alapkezeléshez viszonyítva a biostimulátorok a 'Magyar' fajta kivételével nem eredményeztek szignifikáns javulást a gyökeresedési arányban, mivel az IVS alapkezelést kapott dugványok gyökeresedési aránya eleve magas (62-75%), és ehhez viszonyítva a 10-15%-os eltérések nem bizonyultak szignifikánsnak. A 'Magyar' sajmeggy fajtánál a Kelpak, a Wuxal Ascofol és a Yeald Plus kezelések viszont 27-37%-os növekedést

eredményeztek a gyengébb (60,4%) gyökeresedési arányhoz képest, amit a statisztikai értékelés is szignifikáns különbségként igazolt (5.25. táblázat). Ebből arra következtetünk, hogy a gyökeresedő dugványokon alkalmazott kezelések csak olyan fajtáknál eredményeznek szignifikáns javulást a gyökeresedési arányban, amelyek gyengébben gyökeresednek (Németh 2011).

A Yeald Plus cinkhangsúlyos levéltrágya minden esetben jelentősen javította a gyökeresedési arányt, amely eredmény alátámasztja a korábbi, faiskolai tapasztalatokat (Magyar et al. 2008, Szabó 2009, Hajdú 2010, Németh 2011). Ez a hatás feltehetően a készítmény fő hatóanyagának, a cink-ammónium-acetát vegyületként jelenlévő cinknek köszönhető, amely az auxin-szintézist is stimulálja (Kwizda Agro 2009).

A gyökeresedési arányt javították az auxin hangsúlyos összetételű Kelpak és Wuxal Ascofol biostimulátorok. Ezek az eredmények alátámasztják oltványokon végzett kísérletek megállapításait (Dickmann et al. 2007, Magyar et al. 2008, Szabó 2009), miszerint javították a gyökerek minőségét, valamint Jenkins and Mahmood (2003) eredményeit. Saját eredményeinkben a Pentakeep-V kezelésnek a gyökeresedésre gyakorolt pozitív hatását is igazoltuk. Németh (2011) eredményei szerint 'Egervár' sajmeggy alanyfajta dugványainál a legjobb gyökeresedést Kelpak dugványkezeléskor kapta, amelyet a Wuxal Ascofol, Pentakeep-V és Yeald Plus kezelések gyökeresedési aránya követett. Eredményeink alapján (5.25. táblázat) a 'Bogdány' fajtánál számolt gyökeresedési arányok igazolják Németh (2011) eredményeit, amelyek szerint a Pentakeep-V és a Yeald Plus kezelések a legjobbak, valamint a Wuxal Ascofol is kiemelkedő gyökeresedést adott ennél a fajtánál.

Az eredményeink alapján nem elhanyagolható az IVS kezelés hatása sem a gyökeresedésre. A statisztikai elemzések ugyan nem minden esetben igazolták a különbséget, a fent kiemelt készítmények legalább 10-10%-kal magasabb gyökeresedési arányt adtak a három év átlagában, természetesen fajtánként eltérő, mely szerek bizonyultak a legeredményesebbnek (5.25. táblázat). 'Bogdány' fajtánál a Pentakeep-V és a Yeald Plus, 'Magyar'-nál a Wuxal Ascofol és a Yeald Plus, 'SL 64' fajtánál a Wuxal Ascofol és a Pentakeep-V, míg 'SM 11/4'-nél a Kelpak és a Yeald Plus volt a legeredményesebb kezelés a két vagy három év átlagát tekintve a gyökeresedési arányban.

A dugványozás kezdetén elkezdett BA kezelések mindegyik fajtánál egyértelműen rontották a gyökeresedést (5.25. táblázat). Ez igazolja Eriksen (1974) megállapítását, miszerint a citokinines kezelés hátrányos lehet a gyökeresedésre. A citokininek az általános tápanyag-mobilizálás (Pethő 2002), valamint a *sink-source* folyamatokból a tápanyagfelvétel serkentése (Mothes et al. 1961, Mothes and Engelbrecht 1963, Werner et al. 2008) mellett aktiválják azokat az enzimgyományokat, amelyek a nitrát-, ammónium-, szulfát-, foszfát- és vas-felvételhez

szükségesek (Sakakibara 2006, Séguéla et al. 2008). Így a dugványozás első napjától kijuttatott BA kezelések hatására a dugványok a gyökérindukció helyett feltehetőleg az enzintermeléshez használták fel a magukban tárolt fehérjét, amely levélhulláshoz és a tartalék tápanyagok elvesztéséhez, majd rothadáshoz vezetett. A későbbi időpontban (esetünkben a dugványozást követő 4. héten) megkezdett citokinines kezelés alapvetően nem javított a gyökeresedésen, de nem is rontotta jelentősen. További vizsgálattal megállapítható lenne, hogy a még későbbi időpontban, akár a 6. vagy 8. héten megkezdett BA kezeléssel növelhető lenne-e a gyökeresedési arány.

6.2.2. A kezelések hatása a dugványok nyers- és száraztömegének alakulására

A három év átlagát tekintve a gyökeres dugványok nyerstömegében az IVS alapkezelést kapott dugványokhoz viszonyítva csak a 'Bogdány' és a 'Magyar' fajtánál jelentkezett szignifikáns hatás. Az előbbinél a Pentakeep-V biostimulátor, míg utóbbinál a Yeald Plus cink hangsúlyos levéltrágya a három év átlagában jelentősen növelte a gyökeres dugványok nyerstömegét (5.26. táblázat), a nyerstömegnek a gyökeresedési folyamat alatt mért növekményét (5.29. táblázat), valamint 'Magyar' fajtánál a száraztömeg növekményét (5.33. táblázat).

A BA kezelések is több esetben növelték a gyökeres dugványok nyerstömegét (5.26. táblázat), ez a későbbi időpontban kijuttatott citokinines kezelésnél magyarázható a kezelés hatására megjelenő új hajtások többlettömegével. A gyökeresedés kezdetén kijuttatott BA alapvetően káros hatású volt a még gyökértelen dugványokra, ezt igazolja a nagyon gyenge gyökeresedési arány minden fajtánál, amely eredmény igazolja Eriksen (1974) azon megállapítását, miszerint a citokinines kezelés hátrányos lehet a dugványok gyökeresedésére. A gyökeres dugványok tömegének növekedése azonban magyarázható azzal a ténnyel, hogy a citokinin alapvetően serkenti a tápanyagok mobilizálását (Pethő 2002), a *sink* folyamatok felerősödését (Mothes et al. 1961, Mothes and Engelbrecht 1963, Werner et al. 2008). Így azok a dugványok, amelyek a kezdeti időszak víz- és tápanyaghiányos állapotát túlélték, meggyökeresedtek, a citokinin hatására felgyorsult tápanyag-mobilizálás miatt növelni tudták a nyerstömegüket. A gyökeres dugványok nyerstömeg-növekedése részben a dugványok hajtásrészében zajló tápanyag felhasználástól, részben az új gyökerek tömegétől függ. Ezek a változások a szárazanyag-beépülés során is megjelentkezhetnek. A gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömegére a különböző kezelések fajtánként eltérően hatottak (5.27. táblázat). A Yeald Plus levéltrágya készítmény a 'Magyar' fajtánál nemcsak a hajtásrésznek, hanem a gyökérnek is megnövelte a nyerstömegét, amelynek a szárazanyag beépülése csak a hajtásrészben volt jelentős.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Biostimulátorokkal kezelt anyanövények és azokról származó dugványokkal, valamint kezeletlen anyanövényekről származó, biostimulátorokkal kezelt dugványokkal végzett kísérleteink eredményei alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatóak meg.

1. Megállapítottuk, hogy a biostimulátorok kedvezően hatnak a 'Bogdány', a 'Magyar' és az 'SL 64' sajmeggy anyanövények zöldtömeg-, hajtás- és dugványhozamára. Hatásuk sajátosan érvényesül, kedvezően hatnak a hajtások nyerstömegére és az azokból vágott dugványok kiindulási nyerstömegére. Az 'SM 11/4' esetében a kezelések hatására a hajtásszám növekedett, de a dugványok nyerstömege csökkent.
2. A 'Bogdány' anyanövényeken a Kelpak és a Wuxal Ascofol kezelések hatására a fotoszintetikus aktivitás megnövekszik, ez azonban nem minden évben érvényesül a szabadföldön nevelt anyanövényeken.
3. Az 'SM 11/4' anyanövényeken a kezelések ugyan megnövelték a hajtás- és dugványhozamot, de a dugványok kiindulási nyerstömege nem növekedett, a Kelpak kezelések hatására pedig kifejezetten csökkent. A Kelpak kezelés a későbbiekben is kedvezőtlen hatással volt a gyökeres dugványok nyers- és száraztömegére, így ennél a fajtánál a kezelések használata nem javasolható.
4. A kezeletlen anyanövényekről származó, gyökeresedő dugványokra kijuttatott biostimulátorok és bioregulátorok közül a Kelpak, a Wuxal Ascofol és a Yeald Plus a gyengébben gyökeresedő 'Magyar' dugványok esetében javította a gyökeresedési arányt (27-37%-kal). Az egyébként magas gyökeresedési arányt adó 'Bogdány', 'SL 64' és 'SM 11/4' esetében kezelt dugványok gyökeresedési arányában számottevő javulást a kezelések nem eredményeztek (10-15%).
5. A kezeletlen anyanövényekről származó gyökeresedő dugványokra kijuttatott biostimulátorok és bioregulátorok közül a Yeald Plus a 'Magyar' dugványok esetében növelte a gyökeres dugványok nyers- és száraztömegét, valamint a gyökeresedés folyamán elért nyers- és száraztömeg növekményt.
6. Eredményeink alapján gyakorlati alkalmazásra ajánlhatjuk az anyanövények hajtáshozamának növelésére a Kelpak biostimulátort, a dugványok gyökeresedési arányának javítására a Kelpak, a Wuxal Ascofol és a Yeald Plus készítményeket, a gyökeres dugványok tömeggyarapodásának elősegítésére pedig a Yeald Plus-t.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A hajtásdugványozás során a szaporítandó növényi résznek a leválasztás után kell regenerálódnia. Ebből adódóan a járulékos gyökér regenerálódásához szükséges idő alatt a hajtásdugványozáshoz használt, leveles hajtásrészt, rajta a levelekkel életben kell tartani. Az ehhez szükséges optimális környezeti tényezők biztosítása elengedhetetlen. A legtöbb növény szaporítható dugványozással. A hajtásdugványozás drágább eljárás, ugyanakkor a nehezebben gyökeresedő fajok és fajták magasabb eredési arányt mutatnak, köszönhető ez a technológia fejlődésének (anyanövények kialakítása, serkentőszerek használata, ködpermetezéssel ellátott szaporítóházak), amelyekkel védik a leveles hajtásokat a szaporítás során (Hartmann et al. 1997).

Mind nagyobb hangsúlyt kapnak a természetes eredetű vagy a környezetet kevésbé terhelő növekedésszabályozó, elsősorban az élettani folyamatokat serkentő anyagoknak a használata. Ezek a bioregulátorok, biostimulátorok a természetes folyamatokat erősítik, így növelve a növényi produkciót. A gyakorlatban való alkalmasságukat bizonyítja, hogy az elmúlt néhány évben több, a témában rendezett tudományos konferenciát szerveztek Európában (2007-ben Prágában, 2008-ban Varsóban). Szántóföldi növények termesztésében már megalapozott a használatuk (Beckett és van Staden 1989, Bingshan et al. 1998, Hotta et al. 1997, 1998, Jenkins és Mahmood 2003, Kositorna és Smolinski 2008), azonban kertészeti kultúráknál (North és Wooldridge 2003, Tillyné et al. 2010), főleg faiskolai vonatkozásban még kevés ismerettel rendelkezünk ezeknek a természetes növekedésszabályozóknak a hatásáról (Magyar et al. 2008, Hajdú 2010, Szabó 2009).

A hajtásdugványozással történő szaporítás technológiájának fejlesztésében új lehetőséget nyújtanak a biostimulátorok. Munkám fő célja a sajmeggy alanyok hajtásdugványozásának technológiai fejlesztése biostimulátorok használatával. A hazai kereskedelmi forgalomban kapható vagy bevezetésre kerülő természetes eredetű növekedésszabályozó anyagokat elsőként használva a sajmeggy alanyfajtákon vizsgáltam az anyanövényekre gyakorolt hatásukat azok hajtás- és dugványprodukcójában. A prekondicionált hajtásokból készült dugványok gyökeresedését figyelemmel kísértem, annak érdekében, hogy ismereteket szerezzek ennek a prekondicionálási módnak a gyökeresedésre és a dugványok minőségére gyakorolt hatásáról.

A biostimulátorok a szakirodalomból eddig ismert hatásaik alapján alkalmasak lehetnek a dugványozás eredményességének javítására, kijuttatva azokat a gyökeresedő dugványra. Ebben a formában nem ismert a készítmények hatása, sem a gyökeresedésre, sem pedig a dugványok minőségére. Ezért tűztem ki célul a biostimulátorok hatásának vizsgálatát a kezeletlen anyanövényekről származó dugványokon.

A kísérleteket a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karának Kísérleti Üzemében, Soroksáron, szabadföldön és Helvéción, Müller Jenő kertészetében, négy sajmeggy

klónon végeztem el ('Bogdány', 'Magyar', 'SL 64' és 'SM 11/4'), mivel a magyar cseresznyetermesztésben ezeknek a vegetatíván szaporított alanyfajtáknak a használata terjedőben van (Hrotkó 2004).

Az anyanövények kezelésekor három biostimulátort használtunk fel a gyártó ajánlása szerinti koncentrációban: Kelpak (0,2%), Wuxal Ascofol (0,2%) és Pentakeep-V (0,05%). A kontroll növényeket csapvízzel permeteztük. Az első kezelés a hajtások első lombleveles állapotában, május első-második hetében került kipermetezésre. A kezeléseket heti rendszerességgel, összesen négy alkalommal végeztük. A dugványvágás során egy hajtásból egy dugvány készült, méretük egységes volt. A dugványok alapi részét 0,2% IVS-sel kezeltük.

Az előző kísérlettel párhuzamosan kezeletlen anyanövényekről is szedtünk dugványokat a levéltrágyák, biostimulátorok és bioregulátorok hatását vizsgálni, amikor közvetlenül a dugványokra történik a kijuttatásuk. Ebben a kísérletben 8 kezeléscsoportot különítettünk el: Kelpak (0,2%), Wuxal Ascofol (0,2%), Pentakeep-V (0,05%) és 0,5 ml/l Tween 20 tapadásfokozó, Yeald Plus (0,15%), korai BA (0,2%) és Tween 20 0,5 ml/l koncentrációban, kései BA (0,2%) és Tween 20 0,5 ml/l koncentrációban – a dugványok tűzdelésétől számított 4. héttől, IVS (0,2%) és kontroll = csapvizet permetezés. Az első kezelést a dugványok tűzdelésekor végeztük, összesen négy alkalommal, hetente. A kontroll csoportot kivéve, mindegyik csoport kapott 0,2%-os IVS-kezelést a tűzdelést megelőzően.

Az anyanövények kezelésének eredményeiből jól látható, hogy az anyanövények kiinduló méretei alapján, a kísérlet kezdetén a kezeléseket homogén növényállományon végeztük, vagyis a 2012-es évben jelentkező különbségek már a kezelésekből adódhattak. Az anyanövények hajtáshozamát az összes zöldtömegnek, az összes hajtás tövenkénti számának, az alkalmas hajtások számának és azok nyerstömegének eredményei alapján határoztuk meg. Összefoglalóan megállapítható, hogy a Kelpak kezelés hatékonyan növelte a 'Bogdány' és a 'Magyar' anyanövények hajtásainak tömegét, ez a hatása a 'Bogdány' és az 'SL 64' dugványok kiindulási nyerstömegére is pozitív hatással volt, azonban a szárazanyag-tartalomban eredményeinkben már nem mutatkozott meg. Megállapítható a szakirodalommal egybevágó eredmények alapján, hogy ez a kezelés alkalmas az anyanövények prekondicionálására, hiszen alapvetően minden kezelés arra irányul, hogy megnöveljék a szénhidráttartalmat (Hartmann et al. 1997, Dick et al. 2004, Leakey 2004).

Az anyanövények zöldtömeg-produkcióját meghatározza a beépülő CO₂ mennyiség, amelyet a fotoszintetikus aktivitás mérésével lehet leginkább számszerűen meghatározni. A Kelpak és a Wuxal Ascofol hatása a fotoszintézisre igazolható. A szakirodalomban nem találtunk a Kelpak és a Wuxal Ascofol készítményeknek a fotoszintézisre gyakorolt hatásáról eredményeket. A Pentakeep-V szakirodalma (Beale 1990, Hotta et al. 1997, Mihalovits 2010)

alapján várható megnövekedett fotoszintetikus aktivitás eredményeink egyik évben sem támasztják alá.

A négy sajmeggy fajta dugványainak gyökeresedési aránya a szakirodalmi adatoknak (Hrotkó 1982) megfelelően alakult, a legmagasabb gyökeresedési arányt az 'SM 11/4' adta (90-95%), ezt követte az 'SL 64' (85-95%), a 'Bogdány' (85-88%), majd végül a 'Magyar' (55-65%) adta a leggyengébb gyökeresedést. Az eredmények azt támasztják alá, hogy a nagyobb tömegű hajtás- és dugványprodukciónak nem befolyásolta hátrányosan a gyökeres dugványok minőségét. Elfogadva Leakey (2004) koncepcióját, ez a magasabb száraztömeg-produkciónak csakis a levelek intenzívebb fotoszintetikus aktivitásából származhatnak. Eredményeink arra utalnak, hogy az anyanövényen történt kezelések hatása utólagosan, még a gyökeresedési folyamat alatt is érvényesül a Pentakeep-V esetében 'Bogdány'-nál, és Kelpak esetében a 'Magyar' fajtánál.

A kezeletlen anyanövényekről származó dugványoknak a gyökeresedés folyamán történő kezelése során a biostimulátorokat és a bioregulátorokat IVS alapkezelést kapott dugványokra juttattuk ki, így a helyes összehasonlítás alapja az IVS kezelt dugványok gyökeresedési aránya. A korai BA kezelések gyökeresedési aránya nem különbözik a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, vagyis ez a kezelés az IVS alkalmazás ellenére visszavetette a dugványok gyökeresedési arányát minden fajtánál. A 'Magyar' fajtánál a Kelpak, a Wuxal Ascofol és a Yeald Plus kezelések viszont 27-37%-os növekedést eredményeztek a gyengébb (54,9%) gyökeresedési arányhoz képest. Ebből arra következtetünk, hogy a gyökeresedő dugványokon alkalmazott kezelések csak olyan fajtáknál eredményeznek javulást a gyökeresedési arányban, amelyek gyengébben gyökeresednek (Németh 2011). A Yeald Plus cinkhangsúlyos levéltrágya minden esetben jelentősen javította a gyökeresedési arányt, amely eredmény alátámasztja a korábbi faiskolai tapasztalatokat (Magyar et al. 2008, Szabó 2009, Hajdú 2010, Németh 2011). Ez a hatás feltehetően a készítmény fő hatóanyagának, a cink-ammónium-acetát vegyületként jelenlévő cinknek köszönhető, amely az auxin-szintézist is stimulálja (Kwizda Agro 2009).

A gyökeres dugványok nyerstömeg-növekedése részben a dugványok hajtásrészében zajló tápanyag felhasználástól, részben az új gyökerek tömegétől függ. Ezek a változások a szárazanyag-beépülés során is megjelenhetnek. A gyökeres dugványok hajtásrészének nyerstömegére a különböző kezelések fajtánként eltérően hatottak. A Yeald Plus levéltrágya készítmény a 'Magyar' fajtánál nemcsak a hajtásrésznek, hanem a gyökérnek is megnövelte a nyerstömegét.

A kísérletsorozatok során felhasznált készítmények gazdasági hasznáról további szempontokat és számításokat a 11.2. számú melléklet tartalmaz.

9. SUMMARY

The plant propagation by cuttings is an important process for commercial production of many horticultural crops. Keeping leaves alive under rooting period and adventitious root formation is necessary to successful cutting propagation. These facts require optimal environmental conditions under rooting period.

Plant growth regulators, such as hormones and biostimulators have got more and more important roles in horticultural practices. These substances improve plant production through enhancing the natural physiological activities in plants. In last years, more workshops were organized in Europe (Prague 2007, Warsaw 2008). These substances are frequently used in agriculture (Beckett és van Staden 1989, Bingshan et al. 1998, Hotta et al. 1997, 1998, Jenkins és Mahmood 2003, Kositorna és Smolinski 2008), but rarely in horticulture ((North és Wooldridge 2003, Tillyné et al. 2010), such as nursery propagation management ((Magyar et al. 2008, Hajdú 2010, Szabó 2009).

Biostimulátors can improve the propagation technology of cuttings. The main aim of our reseach was to improve the propagation by cuttings through using biostimulators on stockplants and to learn more about their effects on cutting and on its rooting percentage. Biostimulators increase the fresh mass through improving photosynthetic activity, so we were monitoring it with auxin hormonal level, chlorophyll content in leaves and dry mass production in stockplant and their cuttings.

In other hands, we studied the effects of these substances spraying on untreated cuttings under rooting period. Biostimulators and bioregulators can increase the effectiveness of cutting propagation through improving physiological activities in plants. We would like to learn more about these substances effecting on mahaleb cuttings.

In the Hungarian cherry fruit growing, mahaleb clonal rootstocks are spreading because of their good conformation to our environmental conditions (Hrotkó 2004). The motherplants trial was set up in the experimental orchard of Corvinus University Budapest. In the trial we examined the clonal mahaleb motherplants, such as 'Bogdány', 'Magyar', 'SL 64' and 'SM 11/4'.

Three biostimulators were used to spray motherplants with referenced concentration: Kelpak (0.2%), Wuxal Ascofol (0.2%) and Pentakeep-V (0.05%). Control plants were sprayed by tap water. First treatement was spraying in first week in May, when shoot were starting to grow. Treatments were used weekly, four times. After motherplants treatments, the cuttings were cut in uniform size, treated with IBA (0.2%) and fungicide.

In line with motherplant treatments, cuttings were cut from untreated motherplants to learn more directly effect of biostimulators and bioregulators on rooting cuttings. These

treatments were the following: Kelpak (0.2%), Wuxal Ascofol (0.2%), Pentakeep-V (0.05%) with cohesive substance, Yeald Plus (0.15%), BA (0.2%) from the beginning and BA (0.2%) from the fourth week and IBA (0.2%). Untreated control was spraying only with tap water. All groups were treated with IBA (0.2%) except to control. Spraying started from the beginning.

Our results concerning starting motherplants size was the same, so uniform plants were treated from the beginning. The given differences in year 2012 came from the effects of treatments.

The motherplants shoot productivity was determined on total fresh mass of plants, number of all shoots and appropriate shoots for cuttings and their fresh mass. Based on our results Kelpak treatment improved effectively the shoot weight on 'Bogdány' and 'Magyar' motherplants. This substance was effective on cuttings weight of 'Bogdány' and 'SL 64', too, but dry mass production could not show this effect of Kelpak. Based on our results lined with references we can say that Kelpak treatment is right for precondition of motherplants, especially as all treatments aim to improve carbohydrate content in shoots and cuttings (Hartmann et al. 1997, Dick et al. 2004, Leakey 2004).

Fresh mass productivity of motherplants is determined by the consumed CO₂ volume, what was defined by photosynthetic activity. Kelpak and Wuxal Ascofol treatments had positive effect on photosynthesis based on results from year 2011. In literature we had not found any results about effects of these substances on photosynthesis. The improved photosynthetic activity of Pentakeep-V, noted by Beale 1990, Hotta et al. 1997 and Mihalovits 2010, was failed in our results.

The rooting rate of four clonal mahaleb cuttings was in line with Hrotkó (1982) results. The highest rooting percentage gave by 'SM 11/4' (90-90%), followed by 'SL 64' (85-95%), 'Bogdány' (85-88%) and 'Magyar' (55-65%). Our results confirm that more volume of shoot and cuttings productivity did not effect on quality of cuttings. Accepted Leakey (2004) conception, this higher dry mass production can come from the more intensive activity of leaves photosynthesis. Based on our results, additional effects of Pentakeep-V treatments on 'Bogdány' and Kelpak treatments on 'Magyar' show up under the rooting period.

In the second, cutting treatment trial, all groups of cutting were treated by IBA (0.2%), except to control, that is why the IBA treated cuttings were basic for comparison. The rooting rate of early BA treatments did not differ by the value of IBA treatment cuttings. This treatment had negatively effect on rooting rate. The Kelpak, Wuxal Ascofol and Yeald Plus treatments resulted 27-37% growth of rooting rate at clonal mahaleb 'Magyar' compared to weak rooting capacity (54.9%). We can conclude based on this results, that treatments used directly on rooting cuttings are effective only in that case, where cultivars have got low rooting affinity

(Németh 2011). The leaf fertilizer, Yeald Plus with main substance of zinc, what stimulates auxin-synthesis (Kwizda Agro 2009), improved the rooting rate in all case in line with other results in nursery (Magyar et al. 2008, Szabó 2009, Hajdú 2010, Németh 2011).

The growth of rooted cutting weight depends on partly the consumed nutrients in cutting shoot part and partly weight of new roots. These changes can appear in dry mass utilization. The different treatments on cultivars had got different effects on fresh weight of cutting shoot. The Yeald Plus leaf fertilizer improved fresh weight of cutting shoots and roots at cultivar 'Magyar', too.

10. IRODALOMJEGYZÉK

1. Adams, D.O. and Yang, S. F. 1979. Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 76(1):170-174. PMID: PMC382898.
2. Agulló-Antón M.A., Sánchez-Bravo J., Acosta M., Druege U. 2011. Auxins or sugars: what makes the difference in the adventitious rooting of stored carnation cuttings? *J. Plant Growth Regul.* 30:100–113. <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-010-9174-8>.
3. Ahkami, A.H., Melzer, M., Ghaffari, M.R., Pollmann, S., Javid, M.G., Shahinnia, F., Hajirezaei, M.R. and Druege, U. 2013. Distribution of indole-3-acetic acid in *Petunia hybrida* shoot tip cuttings and relationship between auxin transport, carbohydrate metabolism and adventitious root formation. *Planta*. 238:499-517. <http://dx.doi.org/10.1007/s00425-013-1907-z>.
4. Alexander A. 2008 Wuxal Ascofol increases yield and quality of hops in official field experiment. Aglukon News Information. www.aglukon.com/1_company/profile
5. Altman A., Wareing P.F. 1975. Effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of C14-labeled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. *Physiol. Plant.* 33:32–38. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1975.tb03760.x>.
6. Andreae, W.A. and Collet, G., 1968. The effect of phenolic substances on the growth activity of indoleacetic acid applied to pea root or stem sections. In: F. Wightman and G. Setterfield (Editors), *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*. Runge Press, Ottawa, Ont., Canada, pp. 70-85.
7. Arnon D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1–15. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.24.1.1>
8. Babik I., Babik J. and Dysko J. 2008. Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA) from Pentakeep fertilisers on yield and quality of vegetables grown in the field and under cover. *Biostimulators in modern agriculture*. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 156.
9. Bakshi M., Husen A. 2002. Net photosynthesis in leafy nodal cuttings of *Eucalyptus hybrid* under intermittent mist as influenced by the auxin application. *Ind. For.* 128(1):65–69.
10. Balestri, E., Vallerini, F., Castelli, A., Lardicci, C. 2012. Application of plant growth regulators, a simple technique for improving the establishment success of plant cuttings in coastal dune restoration. *Eustarine, Coastal and Shelf Science* 99:74-84. ISSN: 02727714. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2011.12.017>
11. Bandurski, R.S., Schulze, A., Cohen, J.D. 1977. Photo-regulation of the ratio of ester to free indole-3-acetic acid. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 79(4):1219-1223. ISSN: 0006291X. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-291X\(77\)91136-6](http://dx.doi.org/10.1016/0006-291X(77)91136-6)
12. Baraldi R., Bertazza G., Bregoli A.M., Fasolo F., Rotondi A., Predieri D., Serafini-Fracassini D., Slovin J.P., Cohen J.D. 1995. Auxins and polyamines in relation to differential in vitro root induction on microcuttings of two pear cultivars. *J. Plant Growth Regul.* 14(1):49–59. ISSN: 07217595. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00212646>
13. Basak A. 2008. Biostimulators – definitions, classification and legislation. In: *Biostimulators in Modern Agriculture. General Aspects*. Gawrońska H. (ed.). Warsaw. p. 7-17.

14. Basak A., Mikos-Bielak M. and Podymniak A. 2008. Use of some biostimulators on apple and pear trees. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 124.
15. Bassuk N., Miske D. and Manynard B. 1984. Stock plant etiolation for improved rooting of cuttings. *Com. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 34:543-550.
16. Baxter, I., Hosmani, P.S., Rus, A., Lahner, B., Borevitz, J.O., Muthukumar, B., Mickelbart, M.V., Schreiber, L., Franke, R.B. and Salt, D.E. 2009. Root Suberin Forms an Extracellular Barrier that Affects Water Relations and Mineral Nutrition in Arabidopsis. *PLoS. Genet.* 5(5): e1000492. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pgen.1000492>.
17. Beakbane A. B. 1961. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature.* 192(4806):954-955. ISSN: 00280836. <http://dx.doi.org/10.1038/192954a0>
18. Beale S. I. 1990. Biosynthesis of the Tetrapyrrole Pigment Precursor, δ -Aminolevulinic Acid, from Glutamate. *Plant Physiology.* 93:1273-1279.
19. Beckett, R.P. and van Staden, J. 1989. The effect of seaweed concentrate on growth and yield of potassium stressed wheat. *Plant and Soil.* 116(1):29-36.
20. Belz, J. and Pfeiffer B. 2004. Results from a research project about fertilizers in organic fruit-growing. 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. Proceedings. p.150-156.
21. Beveridge C.A., Murfet I.C., Kerhoas L., Sotta B., Miginiac E., Rameau C. 1997. The shoot controls zeatin riboside export from pea roots. Evidence from the branching mutant *rms4*. *Plant J.* 11(2):339-345. ISSN: 09607412. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3113X.1997.11020339.x>
22. Bid N. N. and Mukherjee S. K. 1972. Studies into the effects of forced shoot elongation and different media on the rootage of *Mangifera indica* L- cuttings. *Acta Hort.* 24:77-81.
23. Bingshan, L., Hotta, Y., Yinglan, Q., Jinsong, Z., Tanaka, T., Takeuchi, Y., Konnai, M. 1998. Effects of 5-Aminolevulinic Acid on the Growth and Ripening of Wheat. *J. Pesticide Sci.* 23:300-303.
24. Biran, I. and Halevy, A. H. 1973. Stock plant shading and rooting of dahlia cuttings. *Scientia Hortic.* 1(2):125-131. ISSN: 03044238. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(73\)90023-X](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(73)90023-X)
25. Blazich F.A. and Heuser C. W. 1979. A histological study of adventitious root initiation in mung bean cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(1):63-67.
26. Bollmark, M., Eliasson, L., 1986. Effects of exogenous cytokinins on root formation in pea cuttings. *Physiologia Plantarum* 68(4):662-666. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1986.tb03414.x>
27. Bon, M.C., Gendraud, M. and Franclet, A., 1988. Role of phenolic compounds on micropropagation of juvenile and mature clones of *Sequoiadendron giganteum*: influence of activated charcoal. *Sci. Hortic.*, 34(3-4): 283-291. ISSN: 03044238. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90101-X](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(88)90101-X)
28. Bonga J. M. 1982. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. Chapter 13. In: Tissue culture of forest trees. Bonga J. M. and Durzan D. J. (eds.) Elsevier. Amsterdam. pp. 249-271. ISBN: 9789048182725. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-3538-4_13

29. Borowski E., Hagen P. and Moe R. 1981. Stock Plant Irradiation and Rooting of *Chrysanthemum* Cuttings in Light or Dark. *Sci. Hort.* 15:245-253.
30. Breen P.J. and Muraoka T. 1973. Effect of indole-butyric acid on distribution of ¹⁴C photosynthate in softwood cuttings of Marianna 2624 plum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98(5):436-439.
31. Cahlahjan M.N., Nekrasova T.V. 1962. The dormant period in peach plants and the ability of cuttings from dormant plants to form shoots and roots. *Dokl Akad Nauk SSSR.* 142:226–229.
32. Cahlahjan M.N., Nekrasova T.V. 1964. Polarity and organ formation in peach cuttings. *Dokl Akad Nauk SSSR.* 159:934–937.
33. Carlson M.C. 1929. Origin of adventitious roots in *Coleus* cuttings. *Bot.Gaz.* 87:119-126. <http://dx.doi.org/10.1086/333927>
34. Carson R. 1962. Néma tavasz. Katalizátor Könyvkiadó. p.268.
35. Cheniany M., Ebrahimzadeh H., Masoudi-nejad A., Vahdati K. and Leslie C. 2010. Effect of endogenous phenols and some antioxidant enzyme activities on rooting of Persian walnut (*Juglans regia* L.). *African Journal of Plant Science.* 4(12):479-487.
36. Chin, T-Y., Meyer, M.M., Beevers, L. 1969. Absciscic-Acid-Stimulated Rooting of Stem Cuttings. *Planta.* 88:192-196.
37. Christensen J., Bauw G., Welinder K., Montagu M. and Boerjan W. 1998. Purification and characterization of peroxidases correlated with lignifications in poplar xylem. *Plant Physiol.* 118(1):125-135. ISSN: 15322548. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.118.1.125>
38. Christensen, M. V., Eriksen, E. N. and Andersen, A. S. 1980. Interaction of stock plant irradiance and auxin in the propagation of apple rootstocks by cuttings. *Scientia Hort.* 12(1):11-17. ISSN: 03044238. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(80\)90033-3](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(80)90033-3)
39. Clark D.G., Gubrium E.K., Barrett J.E., Nell T.A., Klee H.J. 1999. Root formation in ethylene-insensitive plants. *Plant Physiol.* 121(1):53–60. ISSN: 15322548. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.121.1.53>
40. Colapietra M. and Alexander A. 2006. Effect of foliar fertilization on yield and quality of table grapes. *Acta Horticulturae* 721: 213-218
41. Cooper W. C. 1935. Hormones in relation to root formation on stem cuttings. *Plant Physiology.* 10(4):789-794. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.10.4.789>
42. Corbesier L., Prinsen E., Jacquard A., Lejeune P., Van Onckelen H., Périlleux C., Bernier G. 2003. Cytokinin levels in leaves, leaf exudate and shoot apical meristem of *Arabidopsis thaliana* during floral transition. *J. Exp. Bot.* 54(392):2511–2517. ISSN: 14602431. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erg276>
43. Cristofori V., Rouphael Y., Rugini E. 2010. Collection time, cutting age, IBA and putrescine effects on root formation in *Corylus avellana* L. cuttings. *Sci Hort.* 124(2):189–194. ISSN: 03044238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.034>
44. Crow W. D., Nicholls W. and Sterns M. 1971. Root inhibitor in *Eucalyptus grandis*: Naturally occurring derivatives of the 2,3-dioxabicyclo (4,4,0) decane system. *Tetrahedron Letters.* 18. London. Pergamon Press. pp. 1353-1356.
45. Curir P., Sulis, S., Mariani, F., van Sumere C.F., Marchesini, A. and Dolci, M. 1993. Influence of endogenous phenols on rootability of *Chamaelaucium uncinatum* Schauer stem cuttings. *Sci. Hort.* 55(3-4):303-314. ISSN: 03044238. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(93\)90041-N](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(93)90041-N)

46. Curtis O.F. 1918. Stimulation of root growth in cuttings by treatment with chemical compounds. Cornell University Agricultural Experiment Station. p. 69–138. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.57587>
47. Csihon Á., Illés A., Szabó A. és Bicskei D. K. 2013. Biostimulátor készítmények összehasonlító vizsgálata intenzív almaültetvényben. *Kertgazd.* 45(4):20-27.
48. Das P., Basak U.C. and Das A.B. 1997. Metabolic changes during rooting in pre-girdled stem cuttings and air-layers of *Heritiera*. *Botanical Bulletin of Academia Sinica (Taipei)*. 38:91-95.
49. Davies T.D., Haissig B.E. 1990. Chemical control of adventitious root formation in cuttings. *Plant Growth Regulator Society of America Quarterly* 18:1–17.
50. Davies T.D., Haissig B.E. 1994. *Biology of Adventitious Root Formation*. New York: Plenum Press, p 343. ISBN: 9781475794946. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-9492-2>
51. Davis T. D. and Potter J. R. 1981. Current photosynthate as a limiting factor in adventitious root formation in leafy pea cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:278-282.
52. De Klerk G.J., van der Krieken W. and de Jong J. 1999 Review the formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. *In Vitro Cell Develop. Biol. Plant* 35(3):189–199. ISSN: 10545476. <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-999-0076-z>
53. De Klerk, G.J., Keppel, M., Brugge, J.T., Meekes, H., 1995. Timing of the phases in adventitious root formation in apple microcuttings. *Journal Experimental of Botany* 46:965-972.
54. De Smet I., Vanneste S., Inzé D., Beeckman T. 2006. Lateral root initiation or the birth of a new meristem. *Plant Mol Biol* 60(6):871–887. ISSN: 01674412. <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-005-4547-2>
55. Deanaxa, N-K., Vemmos, S.N. and Roussos, P.A. 2012. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings on an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europea* L.). *Sci.Hort.* 143:19-28.
56. Denaxa, N-K., Roussos, P.A., Vemmos, S.N. 2013. The Possible Role of Polyamines to the Recalcitrance of „Kalamat” Olive Leafy Cuttings to Root. *J. Plant Growth Regul.* <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-013-9407-8>.
57. Dick J. McP., Leakey R. R. B., McBeath C., Harvey F., Smith R. I. and Woods C. 2004. Influence of nutrient application rate on growth and rooting potential of the West African hardwood *Triplochiton scleroxylon*. *Tree Physiology*. 24(1):35-44. ISSN: 0829318X. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/24.1.35>
58. Dickmann A., Gyeviki M., Magyar L., Hrotkó K. 2007. Természetes növekedésszabályozó készítmények hatása a csemeték minőségére magiskolában. Erdészeti Tudományos Konferencia. Sopron. p.60.
59. Dore J. 1965. Physiology of regeneration in cormophytes. Chapter 41. In: Differentiation and Development. Lang A. (ed.) Springer Verlag. Berlin. *Encyclopedia of Plant Physiology*. 15(2):1648-1738. ISBN: 9783642500909. online ISBN: 978-3-642-50088-6. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-50088-6_41
60. Druart, P. 1998 Advancement in the selection of New Dwarfing Cherry Rootstocks in the Progeny of Damil® (GM 61/1). *Acta Horticulturae* 468. 315-320.
61. Druege, U. 2009. Involvement of carbohydrates in survival and adventitious root formation of cuttings within the scope of global horticulture. In: Niemi K, Scagel C (eds) *Adventitious root formation of forest trees and horticultural plants—from genes to applications*. Research Signpost, Kerala, p. 187–208.

62. Dwornikiewicz J. 2008. Effects of 5-aminolevulinic acid, contained in liquid Pentakeep fertilisers on the yield and quality of hop cones. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 82.
63. Englert J. M. Maynard B. K. and Bassuk N. 1991. Correlation of phenolics with etiolated and light-grown shoots of *Carpinus betulus* stock plants. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 41:290-295.
64. Eremin V. and Eremin G. 2002. The perspective of clonal rootstocks for Prunus at Krymsk Breeding Station, Russia. First International Symposium for Deciduous Fruit Tree Species, Zaragosa (Spain), June 10-14. 2002., Abstract, S5-5.
65. Eriksen E.N. 1974. Root formation in pea cuttings. II: The influence of indole-3-acetic acid at different development stages. *Physiol Plant*, 30(2):158-162. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1974.tb05010.x>
66. Evans H. 1952. Physiological aspects of the propagation of caco from cuttings. *Proc. 13th Inter. Hort. Cong.* 2:1179-1190.
67. Fabijan, D., Taylor, J.S., Reid, D.M., 1981. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings II. Action of gibberellins, cytokinins, auxins and ethylene. *Physiologia Plantarum* 53(4):589-597. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1981.tb02755.x>
68. Fadl M. S. and Hartmann T. 1967. Isolation, Purification and Characterization of an Endogenous Root-promoting Factor Obtained from Basal Sections of Pear Hardwood Cuttings. *Plant Physiol.* 42(4):541-549. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.42.4.541>
69. Fodor F. és Zsoldos F. 2007. A növények ásványos táplálkozása. in: Láng Ferenc (szerk.) Növényélettan. A növényi anyagcsere I. ELTE Eötvös Kiadó. Budapest.
70. Friedman R., Altman A., Bachrach U. 1983. Polyamines and root formation in mung bean hypocotyl cuttings. 1. Effects of exogenous compounds and changes in endogenous polyamine content. *Plant Physiol.* 70(3):844–848. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.70.3.844>
71. Friend A. L., Coleman M. D. and Isebrands J. G. 1994. Carbon allocation to root and shoot systems of woody plants. Chapter 18. In: Davis T. D. and Haissig B. E. editors. Biology of Adventitious Root Formation. London and New York: Plenum Press. ISBN: 9781475794946. p. 343. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-9492-2_18
72. Frolich E. F. 1961. Etiolation and the rooting of cuttings. *Proc. Inter. Plant Prop. Soc.* 11:277-283.
73. Fukaki, H. and Tasaka, M. 2009. Hormone interactions during lateral root formation. *Plant Mol. Biol.* 69(4):437-449. ISSN: 01674412. <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-008-9417-2>
74. Galston A.W., Flores H.E. 1991. Polyamines in plant morphogenesis. In: Slocum R.D. and Flores H.E. (editors). Biochemistry and Physiology of Polyamines in Plants. London: CRC Press Inc. p 175–186.
75. Galuszka P., Frebort I., Sebela M., Sauer P., Jacobsen S., Pec P. 2001. Cytokinin oxidase or dehydrogenase? Mechanism of cytokinin degradation in cereals. *Eur. J. Biochem.* 268:450–461.

76. Gan S., Amasino R.M. 1995. Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinin. *Science* 270(5244):1986–1988. ISSN: 00368075. <http://dx.doi.org/10.1126/science.270.5244.1986>
77. Garrido G., Guerrero J.R., Cano E.A., Acosta M., Sanchez-Bravo J. 2002. Origin and basipetal transport of the IAA responsible for rooting of carnation cuttings. *Physiol. Plant.* 114(2):303–312. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3054.2002.1140217.x>
78. Gaspar T., Kevers C., Hausman J-F. 1997. Indissociable chief factors in the inductive phase of adventitious rooting. Chapter 9. In: Altman A., Waisel Y. (editors). *Biology of Root Formation and Development*. New York and London. Plenum Press. ISBN: 9781461374671. p. 55–64. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5403-5_9
79. Gąstoł M. 2008. Growth and feathering of maiden pear trees as affected by different bioregulators. *Biostimulators in modern agriculture*. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 144.
80. Geny L., Dalmasso R. and Broquedis M. 2002. Polyamines and adventitious root formation in *Vitis vinifera* L. *J. Int. Sci. Vignes Vin.* 36:97–102.
81. Górnik K. and Grzesik M. 2008. Improvement of rooting of grapevine cuttings by Asahi SL, Biochikol 020 Pc, Tytanit, Citrosept and Biosept. *Biostimulators in modern agriculture*. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 146.
82. Gulen H., Erbil Y. and Eris A. 2004. Improved Rooting of Gisela-5 Softwood Cuttings following Banding and IBA Application. *Hort. Science.* 39(6):1403-1405.
83. Gyeviki M. 2011. Cseresznye oltványok produktivitásának egyes tényezői. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. Kertészettudományi Doktori Iskola. p. 149.
84. Haagen-Smit AJ, Leech WD and WR Bergren. 1942. The estimation, isolation and identification of auxins in plant materials. *Amer. J. Bot.* 29: 500–506.
85. Haissig B.E. 1974. Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. *New Zeal. J. For. Sci.* 4:324–337.
86. Haissig B.E. 1986. Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. Chapter 5. In: Jackson M.B. (ed.) *New root formation in plants and cuttings*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p. 141–189. ISBN: 9789401084383. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-4358-2_5
87. Haissig B.E., Riemenschneider D.E. 1988. Genetic effects on adventitious rooting. In: Davis T.D., Haissig B.E., Sankhla N. (editors). *Adventitious root formation by cuttings*. Dioscorides Press, Portland, pp 47–60.
88. Hajdú K. 2010. Természetes növekedésszabályozó készítmények hatásai kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) magoncok növekedésére. Szakdolgozat. BCE. Kertészettudományi Kar. Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék. p. 43.
89. Hale W. G., Margham J. P. and Saunders V. A. 1997. *Biológia - értelmező szótár*. Panem-McGraw-Hill. Panem Kft. ISBN: 963-545-091-5. 718. o.
90. Hall, R.H. and de Ropp, R.S. 1955. Formation of 6-Furfurylaminopurine from DNA breakdown products. *J. Am. Chem. Soc.* 77(23):6400. ISSN: 00027863. <http://dx.doi.org/10.1021/ja01628a115>

91. Hamann A. 1998. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. *Trees*. 12(3):175-180. ISSN: 09311890. <http://dx.doi.org/10.1007/PL00009707>
92. Hamar B. 2006. *Magnolia* L. fajták dugványozásának egyes biológiai és technológiai összefüggései. Doktori értekezés. Kertészettudományi Doktori Iskola. BCE. p.103.
93. Hansen J., Strömquist L.-H. and Ericsson A. 1978. Influence of the Irradiance on Carbohydrate Content and Rooting of Cuttings of Pine Seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Physiol.* 61:975-979.
94. Harbage, J.F. and Stimart, D.P. 1996. Ethylene does not promote adventitious root initiation on apple microcuttings. *J. Amer. Hort. Sci.* 121(5):880-885.
95. Harka L. 2012. Növekedést serkentő biostimulátorok használata magcsemeték nevelésében. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék. p. 34.
96. Harris, G.P., Hart, E.M.H., 1964. Regeneration from leaf square of *Peperomia sandersii* A., D.C: a relationship between rooting and budding. *Annals of Botany* 28:509-526.
97. Harrison-Murray R. S. 1981. Etiolation of stock plants for the improved rooting of cuttings: 1. Opportunities suggested by work with apple. *Proc. Inter. Plant Prop. Soc.* 31:386-392.
98. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. és Geneve, R.L. (1997). Plant propagation. Principles and practices. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632. p.770.
99. Hausman J.F., Evers D., Kevers C., Gaspar T. 1997. Internal controls of root induction in poplar shoots raised in vitro. *Angew. Bot.* 71: 104–107.
100. Herman D.E. and Hess C.E. 1963. The effect of etiolation upon rooting of cuttings. *Proc. Plant Propag. Soc.* 13:42-62.
101. Hess C. E. 1962. Characterization of the rooting cofactors extracted from *Hedera helix* L. and *Hibiscus rosa-sinensis* L. *Proc. 16th Inter. Hort. Cong.* pp. 382-388.
102. Hirose N., Takei K., Kuroda T., Kamada-Nobusada T., Hayashi H., Sakakibara H. 2008. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentalization and translocation. *J. Exp. Bot.* 59(1):75–83. ISSN: 00220957. e-ISSN: 1460-2431. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erm157>
103. Hoad S. P. and Leakey R. R. B. 1994. Effects of light quality on gas exchange and dry matter partitioning in *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Forest Ecology and Management* 70(1-3):265-273. ISSN: 03781127. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90092-2](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(94)90092-2)
104. Ho L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.* 39(1):355–378. ISSN: 10402519. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.39.060188.002035>
105. Hołubowicz T. 2008. Role of biostimulators in alleviating the effects of spring frost damage in fruit plants. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 34.
106. Hotta Y., Tanaka T., Takaoka H., Takeuchi Y. and Konnai M. 1997. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops. *Plant Growth Regulation*. 22:109-114.
107. Hotta Y., Tanaka T., Bingshan L., Takeuchi Y. and Konnai M. 1998. Improvement of Cold Resistance in Rice Seedlings by 5-Aminolevulinic Acid. *J. Pesticide Sci.* 23:29-33.
108. Howard B. H. 1994. Manipulating Rooting Potential in Stockplants before Collecting Cuttings. Chapter 10. In: Biology of Adventitious Root Formation. T. D. Davies and B. E.

- Haissig (eds.) Springer Science+Business Media. New York. ISBN: 9781475794946. p.123-142. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-9492-2_10
109. Howard B. H. and Ridout M. S. 1992. A mechanism to explain increased rooting in leafy cuttings of *Syringa vulgaris* 'Madame Lemoine' following dark-treatment of stockplant. *J. Hort. Sci.* 59:131-139.
 110. Howard, B. H. 1968. Effects of bud removal and wounding on rooting of hardwood cuttings. *Nature*. 220(5164):262-264. ISSN: 00280836. <http://dx.doi.org/10.1038/220262a0>
 111. Hrotkó K. 1977. Csonthéjas alanyok zölddugványainak gyökeresedése. Diplomaterv. KÉE Kertészeti Kar. p.75.
 112. Hrotkó K. 1982. Sajmeggy alanyklónok szaporítása zölddugványozással. *Kertgazdaság*. 4:45-50.
 113. Hrotkó K. (szerk.) 1999. Gyümölcsfaiskola. Mezőgazda Kiadó. ISBN: 9632862325. p.550.
 114. Hrotkó K. 2003. A cseresznye és a meggy alanyai. In: Cseresznye és meggy. Hrotkó K. (szerk.). Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 119-145.
 115. Hrotkó K. 2004. Cherry rootstock breeding at the department of Fruit Science, Budapest. *Acta Hort.* 658. 491-495.
 116. Hrotkó, K. and Cai, Y.L. 2014. Development in intensive cherry orchard systems in Hungary and China. COST FA 1104 Meeting: Sustainable production of high-quality cherries. Bordeaux, 13-15. October 2014. Book of Abstracts, page 10.
 117. Hrotkó, K. and Magyar, L. 2004. Rootstocks for cherries from Department of Fruit Science. Budapest. *International Journal of Horticultural Science* 10.3. 63-66.
 118. Hrotkó K., Magyar L. és Őri B. 1999. Improved Feathering on One-Year-Old 'Germersdorfi FL 45' Sweet Cherry Trees in the Nursery. *Gartenbauwissenschaft*. 64(2):75-78.
 119. Huang, A-X., She, X-P., Huang, C. and Song, T-S. 2007. The dynamic distribution of NO and NADPH-diaphorase activity during IBA-induced adventitious root formation. *Physiologia Plantarum*. 130(2):240-249. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.00897.x>
 120. Husen A. 2004. Clonal propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb. by softwood nodal cuttings: effects of genotypes, application of IBA and position of cuttings on shoots. *Silvae Genet.* 53:50-55.
 121. Husen A. 2008. Stock-plant etiolation causes drifts in total soluble sugars and anthraquinones, and promotes adventitious root formation in teak (*Tectona grandis* L. f.) coppice shoots. *Plant Growth Regulation*. 54(1):13-21. ISSN: 01676903. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-007-9222-y>
 122. Husen A., Pal M. 2003. Effect of serial bud grafting and etiolation on rejuvenation and rooting cuttings of mature trees of *Tectona grandis* Linn. f. *Silvae Genet* 52:84-87.
 123. Husen A., Pal M. 2007. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New Forest* 33(3):309-323. ISSN: 01694286. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-006-9030-7>
 124. Ivanchenko M.G., Muday G.K., Dubrovsky J.G. 2008. Ethylene-auxin interactions regulate lateral root initiation and emergence in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 55:335-347. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03528.x>

125. Jackson M.B. 1986. New root formation in plants and cuttings. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht. 98-248.p. ISBN: 9789401084383. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-4358-2>
126. Jankowski K. and Dubis B. 2008. Biostimulators for field crops. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 24.
127. Jenkins P.D. and Mahmood S. 2003. Dry matter production and partitioning in potato plants subjected to combined deficiencies of nitrogen, phosphorus and potassium. Wales UK. *Annals of Applied Biology*. 143(2):215-229. ISSN: 00034746. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.2003.tb00288.x>
128. Joubert J.-M- and Lefranc G. 2008. Sea weed phytostimulants in agriculture: recent studies on mode of action two types of products from algae: growth and nutrition stimulants and stimulants of plant defense reactions. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 16.
129. Kester D. E. 1976. The relationship of juvenility to plant propagation. *Proc. Inter. Plant. Prop. Soc.* 26:71-84.
130. Kevers C., Hausman J.F., Faivre-Rampant O., Evers D., Gaspar T. 1997. Hormonal control of adventitious rooting: progress and questions. *Angew Bot.* 71:71-79.
131. Kling, G.J. and Meyer, M.M., 1983. Effects of phenolic compounds and indoleacetic acid on adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. *HortScience*. 18: 352-354.
132. Koch, J.L., Tamas, I., Oberlander, R.M., Germain, J.L., Sherma-Ammondson, D.B. 1982. Chlorophyll-sensitized photooxidation of plant growth substances. Singlet oxygen participation in IAA photooxidation. *Plant Physiol.* 69:151.
133. Koermendy, A. and Fuente, D.R.K. 1981. The mechanism of mesocotyl growth inhibition by light. *Biophys.* 29:339-343.
134. Kositorna J., Smoliński M. 2008. Biostimulators can protect sugar beet from stress caused by herbicides. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 26.
135. Kossak K. 2008. Effects of biostimulators on the glasshouse 'Alboney F₁' tomato plants. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 152.
136. Kögl F and AJ Haagen-Smit. 1931. Über die Chemie des Wuchsstoffs. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*. 34:1411-1416.
137. Kögl F, AJ Haagen-Smit and H Erxleben. 1933. Über ein Phytohormon der Zell-streckung. Reindarstellung des Auxins aus menschlichen Harn. IV. Mitteilung. *Z. physiol. Chem.* 214:241-261.
138. Kraus E. J. and Kraybill H. R. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to tomato. *Oreg. Agr. Exp. Sta. Bul.* 149.

139. Kudo T., Kiba T., Sakakibara H. 2010. Metabolism and Long-distance Translocation of Cytokinins. *Journal of Integrative Plant Biology* 52(1):53-60. ISSN: 16729072. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7909.2010.00898.x>
140. Lang G., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. 1987. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *Hort.Sci.* 22:371–377.
141. Leakey R. R. B. 1992. Enhancement of rooting ability in *Triplochiton scleroxylon* by injecting stockplants with auxins. *Forest Ecology and Management* 54(1-4):305-313. ISSN: 03781127. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(92\)90019-6](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(92)90019-6)
142. Leakey R. R. B. and Storeton-West R. 1992. The rooting ability of *Triplochiton scleroxylon* cuttings: the interactions between stockplant irradiance, light quality and nutrients. *Forest Ecology and Management.* 49(1-2):133-150. ISSN: 03781127. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(92\)90166-7](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(92)90166-7)
143. Leakey R. R. B., Mesén J. F., Tchoundjeu Z., Longman K. A., Dick J. McP., Newton A., Grace J, Munro R. C. and Muthoka P. N. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonw. For. Rev.* 69(3):247-257.
144. Leakey, R.R.B. 2004. Physiology of vegetative reproduction. Encyclopedia of Forest Sciences. p. 1655-1668. ISBN: 9780121451608. <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00108-3>
145. Letham D.S., Palni L.M.S. 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 34(1):163–197. ISSN: 00664294. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.34.060183.001115>
146. Lewis, N.G. and Yamamoto, E., 1990. Lignin: occurrence, biogenesis and biodegradation. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 41(1): 455-496. ISSN: 10402519. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.41.060190.002323>
147. Liu H.J., Reid D.M. 1992. Auxin and ethylene-stimulated adventitious rooting in relation to tissue sensitivity to auxin and ethylene production in sunflower hypocotyls. *J. Exp. Bot.* 43:1191–1198.
148. Loach K. and Gay A. P. 1979. The light requirement for propagating hardy ornamental species from leafy cuttings. *Sci. Hort.* 10(3):217-230. ISSN: 03044238. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(79\)90077-3](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(79)90077-3)
149. Lowell, P.H. and White, J. 1986. Anatomical changes during adventitious root formation. In: New root formation in plants and cuttings. Jackson, M.B. (ed.) Development in plant and soil sciences series 20. Dordrecht. Martinus Nijhoff Publishers. ISBN: 90-247-3260-3. p.111-141.
150. Ma, J.H., Yao, J.L., Cohen, D. and Morris, B. 1998. Ethylene inhibitors enhance in vitro root formation from apple shoot cultures. *Plant Cell Reports.* 17(3):211-214. ISSN: 07217714. <http://dx.doi.org/10.1007/s002990050380>
151. Magyar L. 2003. A cseresznye és meggy szaporítása és faiskolai nevelése. in Hrotkó K. (szerk.). Cseresznye és meggy. Mezőgazda Kiadó. 146-151. o.
152. Magyar L., Barancsi Z. and Hrotkó K. 2008. Improved feathiring by combined application of BA and biostimulators. International Workshop on Sustainable Fruit Growing. Pitesti, Romania. (CD) Page 67-70.
153. Magyar L., Barancsi Zs. és Hrotkó K. 2008. A benziladenin és biostimulátorok hatása almaoltványok elágazódására a faiskolában. *Kertgazdaság* 40(3):32-37.

154. Magyar L. and Hrotkó K. 2005. Effect of BA (6-benzyladenine) and GA 4+7 on feathering of sweet cherry cultivars in the nursery. *Acta Horticulturae* 667:417-422.
155. Major T. 2014. szóbeli közlés.
156. Matyjaszczyk E., Śliwa B. and Sobczak J. 2008. Qualification of biostimulators for use in ecological farming. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 44.
157. Matysiak K., Kaczmarek S. and Adamczewski K. 2008. Benefits of using bioregulator Kelpak in crops. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 64.
158. Maynard B. and Bassuk N. 1985. Etiolation as a tool for rooting cuttings of difficult-to-root woody plants. *Com. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 35:488-494.
159. Maynard B. K. and Bassuk N. 1991. Stock plant etiolation and stem banding effect on the auxin dose-response of rooting in stem cuttings of *Carpinus betulus* L. 'Fastigiata'. *J. Plant Growth Regul.* 10(4):305-311. ISSN: 01676903. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00024590>
160. Maynard B. K. and Bassuk N. 1992. Stock plant etiolation, shading and banding effects on cutting propagation of *Carpinus betulus*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:740-744.
161. McCown, B.H., 1988. Adventitious rooting of tissue cultured plants. In: Davis, T.D., Hassig, B.E., Sankhla, N. (Eds.), *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Dioscorides Press, Portland, Oregon, p. 289-302.
162. Mesén F., Leakey R. R. B. and Newton A. C. 2001. The influence of stockplant environment on morphology, physiology and rooting of leafy stem cuttings of *Albizia guachapele*. *New Forests*. 22:213-227.
163. Mesén, F., Newton, A.C. and Leakey, R.R.B. 1997. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. *Forest Ecology and Management*. 92(1-3):45-54. ISSN: 03781127. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03960-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03960-6)
164. Mihalovits V. 2010. A Pentakeep-V növényi biostimulátor hatása alma és cseresznye oltványok növekedésére. Szakdolgozat. BCE. Kertészettudományi Kar. Dísnövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék. p. 37.
165. Mishra B. S., Singh M., Aggrawal P. and Laxmi A. 2009. Glucose and Auxin Signaling Interaction in Controlling *Arabidopsis thaliana* Seedlings Root Growth and Development. *PloS ONE*. 4(2): e4502. ISSN: 19326203. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0004502>
166. Miyawaki K., Matsumoto-Kitano M., Kakimoto T. 2004. Expression of cytokinin biosynthetic isopentenyltransferase genes in *Arabidopsis*: tissue specificity and regulation by auxin, cytokinin, and nitrate. *Plant J.* 37:128–138.
167. Mok D.W., Mok M.C. 2001. Cytokinin metabolism and action. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52:89–118.
168. Mothes K. and Engelbrecht L. 1963. On the activity of a kinetin-like root factor. *Life Sciences* 2(11):852–857. ISSN:00243205. [http://dx.doi.org/10.1016/0024-3205\(63\)90098-5](http://dx.doi.org/10.1016/0024-3205(63)90098-5)
169. Mothes K., Engelbrecht L., Schütte H.R. 1961. Über die Akkumulation von α-Aminoisobuttersäure im Blattgewebe unter dem Einfluss von Kinetin. *Physiol. Plant.* 14(1):72–75. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1961.tb08139.x>

170. Mudge K.W. 1988. Effect of ethylene on rooting. In: T.D. Davis, Haissig B.E. and Sankhla N.: Adventitious root formation in cuttings. Portland, Oregon.
171. Nag S., Paul A. and Choudhuri M. A. 2013. Changes In Peroxidase Activity During Adventitious Root Formation At The Base Of Mung Bean Cuttings. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 2(5):171-177. ISSN 2277-8616.
172. Nag S., Saha K., Choudhuri M.A. 2001. Role of auxin and polyamines in adventitious root formation in relation to changes in compounds involved in rooting. *J. Plant Growth Regul.* 20(2):182–194. ISSN: 07217595. <http://dx.doi.org/10.1007/s003440010016>
173. Negi S., Ivanchenko M.G., Muday G.K. 2008. Ethylene regulates lateral root formation and auxin transport in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 55:175–187. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03495.x>
174. Németh Zs. 2011. Különböző növekedésserkentő anyagok hatása *Prunus* dugványok gyökeresedésére. OTDK. p.34.
175. Nishihara E., Kondo K., Parvez M. M., Takahashi K., Watanabe K., Tanaka K. 2002. Role of 5-aminolevulinic acid (ALA) on active oxygen-scavenging system in NaCl-treated spinach (*Spinacia oleracea*). *Journal of Plant Physiology*. 160:1085-1091.
176. Nordström A.C., Eliasson L. 1991. Levels of endogenous indole-3-acetic acid and indole-3-acetylaspatic acid during adventitious root formation in pea cuttings. *Physiol Plant* 82(4):599–605. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1991.tb02953.x>
177. North, M. and Wooldridge, J. 2003. Number and concentration of calcium nitrate plus Kelpak® sprays for control of bitter pit in 'Braeburn' apple fruit. *South African Journal of Plant and Soil*, 20(3):141-145.
178. Nyujtó F. 1987. Az alanykutatás hazai eredményei. *Kertgazdaság* 19 (5):9-34.
179. Paton D. M., Willing R. R., Nichols W. and Pryor L. D. 1970. Rooting of stem cuttings of eucalyptus: A rooting inhibitor in addult tissue. *Austral. J. Bot.* 18(2):175-183. ISSN: 00671924. <http://dx.doi.org/10.1071/BT9700175>
180. Pécsváradi A. 2004. Citokininek. In: Erdei L. (szerk.). *Növényélettan. Növekedés- és fejlődéstudományok*. JATE Press. Szeged. 207-240. o.
181. Péret B., de Rybel B., Casimiro I., Benkova I., Swarup R., Laplace L., Beeckman T. and Bennett M.J. 2009. *Arabidopsis* lateral root development: an emerging story. *Trends in Plant Science*. 14(7):399–408. ISSN: 13601385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2009.05.002>
182. Peterson, R.L. 1975. The initiation and development of root buds. In: Torrey, J.G. and Clarkson, D.T. (eds.). *The development and function of roots*. Academic Press. London. p. 125-161.
183. Pethő M. 2002. Bioregulátorok. In: Pethő M. *Mezőgazdasági növények élettana*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 268-329. o.
184. Pierik, R.L.M., 1987. In Vitro Culture of Higher Plants. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands. p. 203-209.
185. Pilet, P.E. and Dubois, J. 1968a. Composés sulfhydrylés, auxines et activité auxineoxydasique de tissus cultivés in vitro. *Physiol. Vég.* 6:269-278.
186. Pilet, P.E. and Dubois, J. 1968b. Variations du taux en composés sulfhydryliés acidodissolubles de tissus cultivés in vitro. *Physiol. Plant.* 21:445-454.

187. Poulsen A. and Andersen A. S. 2006. Propagation of *Hedera helix*: Influence of irradiance to stock plants, length of internode and topophysis of cutting. *Physiologia Plantarum*. 49(4):359-365. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1980.tb03317.x>
188. Pounders C.T., Foster G.S. 1992. Multiple propagation effects on genetic estimates of rooting for western Hemlock. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117:651–655.
189. Priestley J.H. 1926. Problems of vegetative propagation. *J. roy. hort. Soc.* 51:1-16.
190. Priestley J.H. and Swingle C. F. 1929. Vegetative propagation from the standpoint of plant anatomy. *USDA Tech. Bul.* 151.
191. Probocskai E. 1969. Faiskola. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
192. Przybysz A., Szalacha E., Wrochna M., Małecka-Przybysz M. and Gawrońska H. 2008. Efficiency of photosynthetic apparatus in field grown oil seed rape plants as affected by biostimulators Asahi SL. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 58.
193. Rademacher W. 1993. PGRs - present situation and outlook. *Acta Hort.* 329:296-302.
194. Rademacher W. and Bucci T. 2002. New Plant Growth Regulators: High Risk Investment? *Hort.Technology*. 12(1):64-67.
195. Rajagopal V., Anderson A.S. 1980.a Water stress and root formation in pea cuttings. I. Influence of the degree and duration of water stress on stock plants grown under two levels of irradiance. *Physiol. Plant* 48(1):144-149. ISSN: 00319317. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1980.tb03234.x>
196. Rajagopal V., Anderson A.S. 1980.b Water stress and root formation in pea cuttings. III. Changes in the endogenous level of abscisic acid and ethylene production in the stock plants under two levels of irradiance. *Physiol. Plant* 48(1):155–160.
197. Read P.E., Yang G. 1989. Influencing propagation by stock plant PGR treatments. *Acta Hort.* 251:121-127.
198. Remeshree, A.B., Hariharan, M., Unnikrishnan, K., 1994. Micropropagation and callus induction of *Aristolochia bracteolata* Lam. - a medicinal plant. *Phytomorphology* 44:247-252.
199. Reuveni O. and Raviv M. 1981. Importance of leaf retention to rooting avocado cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:127-130.
200. Roberts A.N. and Fuchigami L.H. 1973. Seasonal changes in auxin effect on rooting of Douglas-fir stem cuttings as related to bud activity. *Physiol. Plant.* 28:215-221.
201. Rugini E., Di Francesco G., Muganu S., Astolfi S., Caricato G. 1997. The effects of polyamines and hydrogen peroxide on root formation in olive and the role of polyamines as an early marker for rooting ability. Chapter 10. In: Altman A., Waisel Y. (editors). *Biology of Root Formation and Development*. New York: Plenum Press. ISBN: 9781461374671. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5403-5_10
202. Sachs T., Thimann K.V. 1967. The role of auxin and cytokinins in the release of buds from dominance. *Amer. J. Bot.* 54(1):134–144. ISSN: 00029122. <http://dx.doi.org/10.2307/2440896>
203. Sadhu M.K. 1989. *Plant Propagation*. Wiley Eastern Limited. New Delhi. India.
204. Sakakibara H. 2006. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57(1):431–449. ISSN: 15435008. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231>

205. Samuelson M.E., Eliasson L., Larsson C.M. 1992. Nitrate-regulated growth and cytokinin responses in seminal roots of barley. *Plant Physiol.* 98(1):309–315. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.98.1.309>
206. Sankhla N., Upadhyaya A. 1988. Polyamines and adventitious root formation. In: Davis T.D., Haissig B.E., Sankhla N. (editors). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Portland, OR: Dioscorides Press.
207. Sas-paszt L., Żurawicz E., Masny A., Filipczak J., Pluta S. and Basak A. 2008. Biostimulators for small fruits. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 32.
208. Sándor G. 2011. A gyökeresedési zóna auxintartalmának alakulása szilvaalany fásdugványoknál. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. p. 141.
209. Schmidt G. 1996. Díszfaiskolai szaporítás – Ivartalan szaporítás. In: Díszfaiskola (szerk.: Schmidt G és Tóth I.) Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 154-242.
210. Schmidt G. 2002. Juvenilitás-prekondicionálás-regenerációs képesség honosítás és nemesítésre épülő vizsgálatai fásszárú dísznövényeknél. MTA doktori értekezés. 222 o.
211. Schmülling T., Werner T., Riefler M., Krupková E., Manns I.B. 2003. Structure and function of cytokinin oxidase/dehydrogenase genes of maize, rice, *Arabidopsis* and other species. *J. Plant Res.* 116(3):241–252. ISSN: 09189440. <http://dx.doi.org/10.1007/s10265-003-0096-4>
212. Sebastiani, L. and Tognetti, R. 2004. Growing season and hydrogen peroxide effects on root induction and development in *Olea europea* L. (cvs 'Frantoio' and 'Gentile di Larino') cuttings. *Sci.Hort.* 100:75-82.
213. Séguéla M., Briat J.F., Vert G., Curie C. 2008 Cytokinins negatively regulate the root iron uptake machinery in *Arabidopsis* through a growth-dependent pathway. *Plant J.* 55(2):289–300. ISSN: 09607412. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03502.x>
214. Shepherd H. R., Howard B. H. and Harrison-Murray R. S. 1980. Pre-etiolation of *Tillia* spp. and other ornamental trees and shrubs. *Rep. E. Malling Res. Stn.* pp.69-72.
215. Shimizu-Sato S., Tanaka M., Mori H. 2009. Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching. *Plant Mol. Biol.* 69(4):429–435. ISSN: 01674412. <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-008-9416-3>
216. Simon G. 2003. Növényi biostimulátorok alkalmazása a cseresznye- és meggyültetvényekben. In: Cseresznye és meggy. Hrotkó K. (szerk.). Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 215-220.
217. Singh S., Bhandari A. S. and Ansari S. A. 2006. Stockplant management for optimized rhizogenesis in *Tectona grandis* stem cuttings. *New Forests.* 31(1):91-96. ISSN: 01694286. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-004-7361-9>
218. Sircar P.K. and Chatterjee S.K. 1973. Physiological and biochemical control of meristematic and adventitious root formation in *Vigna* hypocotyl cuttings. *Plant Propagator.* 19(1):1.
219. Smart, D.R., Kocsis L., Walker M.A., Stockert C. 2003. Dormant Buds and Adventitious Root Formation by *Vitis* and Other Woody Plants. *J. Plant Growth Regul.* 21(4):296-314. ISSN: 07217595. <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-003-0001-3>

220. Smith N.G., Wareing P.F. 1972. Rooting of hardwood cuttings in relation to bud dormancy and the auxin content of the excised stems. *New Phytologist* 71(1):63–80. ISSN: 0028646X. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1972.tb04811.x>
221. Smith, D.R. and Thorpe, T.A. 1975a. Root initiation in cuttings of *Pinus radiata* seedlings. I. Developmental sequence. *J. Exp. Bot.* 26:184-192.
222. Smith, D.R. and Thorpe, T.A. 1975b. Root initiation in cuttings of *Pinus radiata* seedlings. II. Growth regulator interactions. *J. Exp. Bot.* 26:193-202.
223. Spiegel P. 1954. Auxins and inhibitor sin canes if *Vitis*. *Bul. Res. Coun. Israel.* 4:176-183.
224. Starck Z. 2005. Stosowanie regulatorów wzrostu oraz biostymulatorów w uprawie roślin. Rolnik Dzierżawca. Luty.74-76.
225. Stefanovits P. 1999. A talajok osztályozása. Főtípusok, típusok és altípusok. In. Stefanovits P., Filep Gy. és Fülek Gy. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. p. 239-321.
226. Stębowska A. 2008. Biostimulators for Sweet Pepper under Cover. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p.36.
227. Steiner M. Magyar L. és Hrotkó K. 2011. Fiatal cseresznyefák elágazódásának fokozása gyümölcsösben. *Kertgazd.* 43(1): 28-33.
228. Stenlid G. 1976. Effects of substituents in the A-ring on the physiological activity of flavones. *Phytochemistry.* 15(6): 911-912. ISSN: 00319422. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84368-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84368-X)
229. Stonier, T. and Yang, H.M. 1973. Studies on Auxin Protectors. XI. Inhibition of peroxidase-catalyzed oxidation of glutathione by auxin protectors and o-dihydroxyphenols. *Plant Physiol.* 51(2):391-395. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.51.2.391>
230. Stoutemyer V. T., Britt O. K. and Goodin J. R. 1961. The influence of chemical treatments, understocks and environment on growth of *Hedera canariensis*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:552-557.
231. Subramani K. K., Vujayakumar N., Farooqi A. A. and Ramu B. S. 1996. Influence of season in the biochemical composition and rooting in pre-conditioned stem cuttings of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Crop Research (Hisar).* 11:347-352.
232. Surányi D. 2003. A cseresznye és a meggy, valamint a rokon fajok botanikai leírása. In: Hrotkó K. (szerk.) Cseresznye és meggy. Gazdakönyvtár. ISBN 963 9358 65 7. p. 27-37.
233. Sütő D. 2011. Biostimulátorok hatása különböző alanyú körteoltványok minőségére. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem. Dísnövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék. p. 42.
234. Szabó M. 2004a. Auxinok. In: Edrei L. (szerk.). Növényélettan. Növekedés- és fejlődésélettan. JATE Press. Szeged. 105-174. o.
235. Szabó M. 2004b. Abszcizinsav. In: Erdei L. (szerk.). Növényélettan. Növekedés- és fejlődésélettan. JATE Press. Szeged. 241-260. o.
236. Szabó P. 2009. A természetes és mesterséges növekedés-szabályzó szerek hatása az oltványok kondíciójára a faiskolában. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem Dísnövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék. p. 48.
237. Szabó V. 2008. Amúri galagonyafajták és szaporításuk. BCE Gyümölcsstermő növények Tanszék. Diplomamunka. p.55.

238. Szabó V., Magyar L., Mándy A. and Hrotkó K. 2012. Germination of *Prunus mahaleb* L. Seeds by Gibberellic Acid (GA) Treatments in Different Seed Age. *Europ. J. Hort. Sci.* 77(5):199-203. ISSN: 1611-4426.
239. Szabó V., Magyar L., Végvári Gy., Sándor G. és Hrotkó K. 2008. Az amúri galagonya (*Crataegus pinnatifida* Bunge) gyümölcsvizsgálata és hajtásdugványozása. *Kertgazdaság.* 40(2):31-38.
240. Szabó V., Sárvári A. and Hrotkó K. 2011. Treatment of stockplants with biostimulators and their effects on cutting propagation of *Prunus mariana* 'GF 8-1'. *Acta Hort.* 923:277-282.
241. Szecskó V. 2004. A fásdugványok gyökeresedőképességének fiziológiai összefüggései szilvaalanyoknál. Doktori értekezés. Szent István Egyetem. Multidiszciplináris Agrártudományok Doktori Iskola. Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok. 121.o.
242. Tafuri, F., Businelli, M. and Scarpini, L. 1972. Effect of caffeic and p-coumaric acids on indole-3-acetic acid catabolism. *J. Sci. Fd. Agric.* 23:1417-1423.
243. Takei K., Sakakibara H., Taniguchi M., Sugiyama T. 2001. Nitrogen dependent accumulation of cytokinins in root and the translocation to leaf: implication of cytokinin species that induces gene expression of maize response regulator. *Plant Cell Physiol.* 42:85-93.
244. Takei K., Ueda N., Aoki K., Kuromori T., Hirayama T., Shinozaki K., Yamaya T., Sakakibara H. 2004. *AtIPT3* is a key determinant of nitrate-dependent cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.* 45(8):1053-1062. ISSN: 14719053. <http://dx.doi.org/10.1093/pcp/pch119>
245. Tanaka M., Takei K., Kojima M., Sakakibara H., Mori H. 2006. Auxin controls local cytokinin biosynthesis in the nodal stem in apical dominance. *Plant J.* 45(6):1028-1036. ISSN: 09607412. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02656.x>
246. Taraszenko M. T. 1971. Novaja tyehnologija ziljonaja cserenkovanyija. *Izv. Tyimirjazev. Szél. hoz. Akad.* 4:119-129.
247. Tari I. 2004. Az etilén. In: Erdei L. (szerk.). Növényélettan. Növekedés- és fejlődésélettan. JATE Press. Szeged. 261-282. o.
248. Tchoundjeu Z. and Leakey R. R. B. 1996. Vegetative propagation of African Mahogany: effects of auxin node position, leaf area and cutting length. *New Forests.* 11(2):125-136. ISSN: 01694286. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00033408>
249. Tchoundjeu Z., Avana M. L., Leakey R. R. B., Simons A. J., Asaah E., Duguma B. and Bell. L. M. 2002. Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentration and leaf area. *Agroforestry System.* 54:183-192.
250. Terpó A. 1968. A sajmeggy (*Cerasus mahaleb* L. Mill) taxonómiai problémái és a gyakorlat. Szőlő- és gyümölcsstermesztés. Budapest. 4:103-131.
251. Thimann KV. 1935. On the plant growth hormone produced by *Rhizopus suinus*. *J. Biol. Chem.* 109: 279-291.
252. Tillyné M. A., Honfi P., Stefanovicsné B. É., Köbli V., Mosonyi I. D., Hrotkó K. 2010. A Pentakeep-V hatása a *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. fejlődésére. *Kertgazdaság.* 42(3-4):112-118.
253. Tomala K. and Woźniak M. 2008. Improving apple quality by use of biostimulators. Biostimulators in modern agriculture. Book of abstracts. Laboratory of Basic Research in Horticulture. Faculty of Horticulture and Landscape Architecture. Warsaw University of Life Sciences. ISBN 83-89503-50-6. p. 30.

254. Tonon G., Kevers C., Gaspar T. 2001. Changes in polyamines, auxins and peroxidase activity during in vitro rooting of *Fraxinus angustifolia* shoots: an auxin-independent rooting model. *Tree Physiol.* 21(10):655–663. ISSN: 0829318X. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/21.10.655>
255. Tóth I. 2012. Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. p. 448-449.
256. Tsipouridis C., Thomidis, T., Bladenopoulou, S. 2006. Rhizogenesis of GF677, Early Crest, May Crest and Arm King stem cuttings during year in relation to carbohydrate and natural hormone content. *Sci.Hort.* 108:200-204.
257. Uribe M. E., Materán M. E., Canal M. J. and Rodríguez R. 2008. Specific polyamine ratios indicators of *Pinus caribaea* microshoot rooting phases. *Plant Biosystems.* 142(3):446-453.
258. Váci E. (szerk.) 1999. Növényismeret. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészettudományi Kar jegyzete. p. 138.
259. van Staden, J., Harty, A.R., 1988. Cytokinins and adventitious root formation. In: Davies, T.D., Haissig, B.E., Sankla, N. (Eds.), *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Advances in Plant Sciences Series, vol. 2. Dioscorides Press, Portland, OR, p. 185-201.
260. Veierskov B. 1988. Relation between carbohydrates and adventitious root formation in cuttings. In: Davis T.D., Haissig B.E., Sankhla N., editors. *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Portland: Dioscorides Press.
261. Vieitez J. Kingston D. G. I., Ballester A. and Vieitez E. 1987. Identification of two compounds correlated with lack of rooting capacity of chestnut cuttings. *Tree Physiol.* 3(3):247-255. ISSN: 0829318X. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/3.3.247>
262. Vincent, K., Mathew, K.M., Hariharan, M., 1992. Micropropagation of *Kaempferia galanga* L., a medicinal plant. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 28(2):229-230. ISSN: 01676857. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00055522>
263. Wagner A. M., Fisher J. T. and Fancher G. A. 1989. Vegetative Propagation of 10-Year-Old Blue Spruce by Stem Cuttings. In: Landis T. D. (tech. coordinator). *Proceedings of Intermountain Forest Nursery Association*. Bismarck, ND. General Technical Report RM-184. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 70-75. Available at: <http://www.fcnanet.org/proceedings/1989/wagner.pdf>
264. Walton, J. and Ray, P.M. 1980. Effect of red light on auxin binding in mesocotyl of maize. *Plant Physiol.* 65:157.
265. Watanabe K., Tanaka T., Hotta Y., Kuramochi H., Takeuchi Y. 2000. Improving salt tolerance of cotton seedlings with 5-aminolevulinic acid. *Plant Growing Regulation.* 32:99-103.
266. Went F. W. 1938. Specific factors other than auxin affecting growth and root formation. *Plant Physiology.* 13(1):55-80. ISSN: 00320889. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.13.1.55>
267. Werner T., Holst K., Pörs Y., Guivaréh A., Mustroph A., Chriqui D., Grimm B., Schmölling T. 2008. Cytokinin deficiency causes distinct changes of sink and source parameters in tobacco shoots and roots. *J. Exp. Bot.* 59(10):2659–2672. ISSN: 00220957. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ern134>

268. Wilkerson E.G., Gates R. S., Zolnier S., Kester S. T. and Geneve R. L. 2005. Transpiration Capacity in Poinsettia Cuttings at Different Rooting Stages and Development of a Cutting Coefficient for Scheduling Mist. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130(3):295-301.
269. Wilson P. J., van Staden J. 1990. Rhizocaline, rooting co-factors and the concept of promoters and inhibitors of adventitious rooting – a review. *Annals Bot.* 66:476-490.
270. Winkler A.J. 1927. Some factors influencing the rooting of vine cuttings. *Hilgardia*. 2(8):329–349. ISSN: 00732230. <http://dx.doi.org/10.3733/hilg.v02n08p329>
271. Woodward A.W., Bartel B. 2005. Auxin: regulation, action, and interaction. *Ann. Bot.* 95(5):707–735. ISSN: 03057364. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mci083>
272. Zimmermann, P.W. and Hitchcock, A.E. 1933. Initiation and stimulation of adventitious roots caused by unsaturated hydrocarbon gases. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 5:351-369.
273. Zimmermann, P.W. and Wilcoxon, F. 1935. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 7:209-229.

11. MELLÉKLET

11.1. melléklet - fogalommeghatározások

11.1. táblázat. A kísérletekben használt mérési fogalmak és meghatározásuk.

fogalom megnevezése	meghatározása	mértékegysége
összes zöldtömeg	dugványszedés során az összes hajtás anyanövényekről történő eltávolítása után mért tömeg	kg
összes hajtás száma tövenként	dugványszedést követően anyanövényenként lemért összes zöldtömeget alkotó hajtások számolásából kapott szám	db
alkalmas hajtások száma	azoknak az egyenes hajtásoknak a száma, amelyek 3-6 mm alapi átmérővel rendelkeztek, így dugványozásra alkalmasak	db
alkalmas hajtások átlagtömege	az alkalmas hajtások össztömegének és számának hányadosa	g
kiindulási dugványok nyerstömege	a dugványok megvágását követően azonnal lemért tömeg, amely 5 ismételtsben 3-3 db dugvány átlagtömegét jelenti	g
kiindulási dugványok száraztömege	a dugványok tömegállandóig szárított száraztömege, amely 5 ismételtsben 3-3 db dugvány átlagtömegét jelenti	g
pigmenttartalom	az anyanövények leveleiben lévő színanyagtartalom, amelynek mennyiségét az Anyag és módszer fejezetben ismertetett eljárással határoztuk meg; a táblázatokban külön ismertettük a klorofill a és b, valamint a karotinoidok mennyiségét, továbbá ezek összegét	µg/ g friss levél- tömegre vonatkoz-tatva
(napi) nettó CO ₂ asszimilációs ráta	gázanalizátor (LCi) készülék által, adott pillanatban meghatározott, beépülő CO ₂ mennyisége egy m ² levélfelületre vetítve; ahol külön nincs jelezve, ott jelen dolgozatban közölt adatok 2 órás időintervallumra vonatkoznak	g/m ²
gyökeresedési arány	a 8 hét gyökeresedési idő alatt meggyökeresedett dugványcsemetek számának és a kezelésenként eltelepített dugványok számának hányadosa, megszorozva százszal	%
gyökeres dugványok nyerstömege	a 8 hét után meggyökeresedett dugványok friss tömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok hajtásrész nyerstömege	a 8 hét után meggyökeresedett dugványok gyökér nélküli friss tömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok gyökér nyerstömege	a 8 hét után meggyökeresedett dugványokról leválasztott gyökerek friss tömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok nyerstömeg növekménye	a 8 hét után meggyökeresedett dugványok nyerstömegének és a kiindulási dugványok nyerstömegének különbsége	g
gyökeres dugványok száraztömege	a 8 hét után meggyökeresedett, tömegállandóig szárított dugványok száraztömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok hajtásrészének száraztömege	a 8 hét után meggyökeresedett, tömegállandóig szárított dugványok gyökér nélküli száraztömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok gyökér száraztömege	a 8 hét után meggyökeresedett dugványokról leválasztott, tömegállandóig szárított gyökér száraztömegének ötször három ismételtsben mért átlaga	g
gyökeres dugványok száraztömeg növekménye	a 8 hét után meggyökeresedett, tömegállandóig szárított dugványok száraztömegének és a kiindulási dugvány száraztömegének különbsége	g

11.2. melléklet – az egyes készítmények gazdasági haszna

A hajtásdugvány anyatelep sor- és tőtávolságából kiindulva, amely 2,5 m sortávot és 0,6 m tőtávot jelent, egy hektárra 6667 anyató jut. Fél hektár anyatelep-méretet alapul véve realisabbnak képet kaphatunk. Ezzel a területtel és növény mennyiséggel (kb. 3330 anyanövény), és kezelésként átlagosan 1,5 l hatóanyaggal számolva kezelésként 6000 Ft, négy kezelést tartva 24000 Ft ráfordítást jelentene egy fél hektáros anyanövénytelep kezelése, amennyiben a kereskedelmi forgalomban is kapható Wuxal Ascofol bruttó 4000 Ft-os literenkénti árával számolunk. A Kelpak illetve Pentakeep-V készítmények még nem jelentek meg kereskedelmi forgalomban, így azok költségeiről nem tudok pontos információt.

Ennek megtérülését úgy lehetne meghatározni, hogy a kontroll anyanövényekhez képest a kezelt anyanövényeken tövenként 25-40 %-kal több dugványozásra alkalmas hajtás volt. Ha a kezeletlen anyanövények átlagosan 60 alkalmas hajtást adnak tövenként egy fél hektáros területen, akkor nagyjából 200 000 db dugványvágásra alkalmas hajtást jelent. Amennyiben a kezelt anyanövényekről átlagosan 80 db dugványozásra alkalmas hajtást tudunk letermelni, akkor 66 640 darabbal több hajtásból tudunk dugványt vágni, hajtásonként egy dugvánnyal számolva. A sajmeggy fajták átlagát tekintve 80%-os gyökeresedési aránnyal számolva ez a kezeletlen anyanövényeknél kb. 160 000 gyökeres dugványt, míg kezelt anyanövényeknél nagyjából 213 000 db gyökeres dugványt jelent fél hektáros területről. Ez kb. 30%-kal nagyobb mennyiség nemcsak a dugványok számát, hanem a bevételt tekintve is.

Ez a számítás a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság területén lévő anyatelep növényeinek jelenlegi, kb. 140-150 cm magas törzses sövény alakú anyanövényeiről származó adatok alapján készült, amelyek eltérőek lehetnek más fajok esetén vagy más kialakítási és telepítési körülmények között.

A gyökeresedő dugványok kezelése során 1-1 liter permetlé elegendő volt 320 db dugványra. A dugványkezeléshez használt Yeald Plus jelenleg kereskedelmi forgalomban nagyjából bruttó 7000 Ft. Ennek ajánlott koncentrációját használva (0,15%), a kísérletben szerzett tapasztalatok szerint éppen kb. 213 000 db dugványra elegendő 1 liter hatóanyag. A nagyobb koncentrációban használt Wuxal Ascofol (0,2%) pedig 160 000 db dugványra elegendő. A gyengébb gyökeresedési potenciállal rendelkező 'Magyar' fajtánál a kezelések 27-37%-os növekedést eredményeztek adataink alapján a csak IVS-kezelést kapott dugványokhoz képest. Tehát a fent említett dugványmennyiség nagyjából fele (106 500 db) gyökeresedik meg, amennyiben csak IVS-sel kezeljük a dugványokat, míg – a példánál maradva – ugyanekkora mennyiségből kiindulva Yeald Plus-szal kezelve kb. 80%-ából kaphatunk dugványcsemetét. Ez a szám 170 400 gyökeres csemetét jelent, amely 63 900 db-bal több. Ez, még ha csak 100 Ft-os dugványcsemete árral számolunk is, 6 390 000 Ft-tal több az alapkezelésnél. A számítások szerint tehát a 24 - 30 ezer Ft közötti ráfordítás (munkabért is hozzászámítva) több mint 6 milliós többletbevételt eredményezhet.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik közvetlenül vagy közvetve segítettek a doktori képzésem és kutatásaimat. Így elsőként köszönettel tartozom konzulensemnek, **Dr. Hrotkó Károlynak**, aki megteremtette a lehetőségeket a kutatásaimhoz, és megmutatta a megfelelő utat a rengeteg adat és információ között. Valamint külön köszönöm, hogy rámutatott arra, hogy többet bírok, mint gondoltam.

Magyar Lajos kollégámnak köszönöm a gyakorlati kivitelezésben nyújtott rengeteg segítséget, a közös utazásokat és a bátorítást. A kivitelezésben és szervezésben nyújtott segítségüket köszönöm a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Dísznövénytermesztési Ágazat vezetőjének, **Dr. Fekete Szabolcsnak**, és munkatársainak, **Áginak**, **Andinak**, **Atillának** (egy t-vel és két l-lel), **Bélának** és az azóta tragikus körülmények között elhunyt **Zsoltinak**. Mindig mellém álltak, ha segítséget kértem. **Rácz-Szabó Róbertnek** és **kollégáinak** köszönöm a sajmeggy anyatelep fenntartási munkálatait. Valamint szakirányos hallgatóimnak, **Sárvári Annának**, **Németh Zsuzsannának**, **Taskovics Balázsnak** és **Szemán Csabának** a dugványvágások és a mérések során nyújtott segítségüket.

Köszönettel tartozom **Müller Jenőnek** a kertészetében biztosított helyért, Helvcián, és **Major Tamásnak**, a telepvezetőnek, valamint **Évikének** segítőkészségükért, figyelmességükért és munkájukért. Bár a dolgozatba nem kerültek bele azok az adatok, amelyeket a Speciálmix Kft. gödöllői telepén gyűjtöttem, mégis sok segítséget és szervezési tanácsot kaptam **Király Andreától**, a faiskola vezetőjétől. Köszönöm.

A HPLC-mérések megvalósításáért köszönöm **Dr. Végvári György** segítségét. **Dr. Mosonyi Istvánnak** köszönöm a laborban biztosított eszközöket, mérési protokollokat, és jótanácsait a dolgozat összeállításához. Köszönettel tartozom **Dr. Gyevisi Mártának** is, hogy kitaposta előttem az utat, és biztos támpontot jelentett a doktori értekezése. Köszönöm továbbá a **Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék munkatársainak** is a támogatásukat, kedves, biztató szavaikat.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni a **Családomnak**, **Édesapámnak**, **Szabó Péternek** és **Édesanyámnak**, **Tóth Katalinnak**, valamint **Bátyámnak**, **Szabó Dánielnek**, hogy támogattak szóval és tettel, valamint köszönöm páromnak, **Nagy Tibornak** szerető gondoskodását és végtelen türelmét. Köszönöm.