

**Nyugat-Magyarországi Egyetem,  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar**

**Precíziós Növénytermesztési Módszerek Doktori Iskola  
Doktori Iskola vezetője: Dr. Kuroli Géza, D.Sc.**

**Mikroszervezetek a növény-talaj rendszerben Program  
Programvezető: Dr. Ördög Vince, C.Sc.**

**Növényi növekedésszabályozó anyagokat (PGR) termelő algatörzsek,  
mint alternatív hormonforrások felhasználása magasabb rendű  
növények szövettanészetében**

**Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei**

**Jäger Katalin**

**Témavezető:**

**Dr. Barnabás Beáta, D.Sc.**

**Dr. Ördög Vince, C.Sc.**

**Mosonmagyaróvár**

**2005**

## 1. BEVEZETÉS

A Föld mezőgazdasági művelésbe vonható területeinek véges volta, valamint a népesség dinamikus növekedése következtében az egy főre jutó mezőgazdasági termőterület az utóbbi 40 évben mintegy 44%-al csökkent. Az egyre nagyobb ütemben növekvő élelmiszerigény a növényi produkció növelésével elégíthető ki, ami nagy terméspotenciálú genotípusok minőségi és élelmiszerbiztonsági igényeket kielégítő, termőhely-specifikus növénykezeléseket integráló intenzív, de a környezetet nem terhelő termesztése révén valósulhat meg. Ennek előfeltétele, hogy a nemesítés ötvözve a klasszikus és modern technológiákat olyan homozigóta törzseket és vonalakat állítson elő, melyek a modern fajták és hibridek szülővonalaként szolgálnak. A modern haploid nemesítési technikák a portok és mikrospóra kultúra, valamint a távoli keresztezések. Alkalmazásukkal a növénynemesítők rugalmasan tudják követni a termelői igények változását, mivel a nemesítés időtartama lerövidül, a fajta- és hibrid előállítás költsége nagymértékben lecsökken. A haploid nemesítési módszerek számos mezőgazdaságilag fontos növény homozigóta dihaploidjainak előállítására használt fontos eszközzé váltak. Jelenlegi ismereteink szerint 207 DH eredetű fajta van köztermesztésben. A haploid nemesítési technikák hatékonyságának növelése nagyobb számú homozigóta törzs- és vonal előállítását eredményezi. A természetes táptalaj kiegészítőket a szövettenyészetekben hormonszerű hatásuk miatt alkalmazzák. Ezek az anyagok nem esszenciális feltételei a szövetek növekedésének, hanem a növekedés és fejlődés intenzitására és időtartamára hatnak. Önmagukban vagy kölcsönhatásban az egyéb táptalaj összetevőkkel növelik az *in vitro* növény előállítás hatékonyságát. A szövettenyészetekben kizárólag olyan természetes kiegészítők alkalmazhatók, melyek állandó összetétele

biztosítható. Ez az adalékanyagot szolgáltató genotípus kontrollált, reprodukálható körülmények közötti termesztésével érhető el. Az edafikus algal törzsek mesterséges körülmények közötti termesztése és hormonhatásának kimutatására szolgáló, biotesztekre alapozott szelekciója az előfeltétele annak, hogy biomasszájuk természetes táptalaj kiegészítőként alkalmazható legyen a növényi szövetenyészetekben.

## 2. CÉLKITŰZÉS

A jelen disszertáció alapjául szolgáló kísérletes munka célja, hogy a hormontermelő cianobaktérium és mikroalga törzsek biomasszájának portokkultúrák táptalajaiban való alkalmazásának kidolgozásával növelje a növénynemesítési alapanyagok előállításának hatékonyságát.

Ennek elérése érdekében célul tűztük ki:

- 1 auxin- és citokininszerű hatású cianobaktérium és mikroalga törzsek szelektálását a Mosonmagyaróvári Alga Törzsgyűjteményből (MACC) biotesztek alkalmazásával,
- 2 a biotesztekben legmagasabb hormonszerű hatást mutató MACC törzsekben található indol-3-ecetav (IES) és citokininek mennyiségi, illetve mennyiségi és minőségi összetételének meghatározását analitikai módszerek segítségével,
- 3 a bizonyítottan hormonhatással és tartalommal bíró MACC cianobaktérium és mikroalga törzsek biomasszájának kukorica és búza portoktenyészetek táptalajaiban való alkalmazhatóságának



Cianobaktériumok: 642 (*Leptolyngbya sp.*)  
643 (*Anabaena sp.*)

*Növényanyag:*

Kukorica: H1: DH 240 × DH 314  
H2: DH 109 × DH 314  
H3: DH 105 × HMv 5405

Búza: Benoist  
Mv Pálma

*Táptalajok:*

Kukorica portokindukció:

- **A:** 0,1 mg·l<sup>-1</sup> 2,3,5-trijód-benzoésavat (2,3,5-TIBA) tartalmazó, Genovesi és Collins (1982) által módosított YP (Ku és mtsai (1981))
- **B<sub>1</sub>:** 0,1 mg·l<sup>-1</sup> 2,3,5-TIBA tartalmú Dieu és Beckert (1987) által módosított YP, annak
- **B<sub>2</sub>:** 2 mg·l<sup>-1</sup> 2,4-diklórfenoxi-ecetsav (2,4-D), illetve
- **B<sub>3</sub>:** 1 mg·l<sup>-1</sup> kinetin (KIN) és 0,5 mg·l<sup>-1</sup> 1-naftil-ecetsav (NES) tartalmú változata

Búza portokindukció:

- 2 mg·l<sup>-1</sup> 2,4-D és 0,5 mg·l<sup>-1</sup> KIN tartalmú W<sub>14</sub> (Ouyang és mtsai 1989)

Kukorica regeneráció:

- 1 mg·l<sup>-1</sup> KIN-nel és 0,5 mg·l<sup>-1</sup> NES-sel kiegészített, módosított N6 (Chu, 1978)

Búza regeneráció:

- 0,5 mg·l<sup>-1</sup> KIN és NES tartalmú 190-2 (He és Ouyang, 1983)

A táptalajokat kontrollként változatlan összetételben, az alगतörzsek hormonhatásának vizsgálatát célzó kezelésekben egyrészt 50% hormontartalommal és  $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  alga szárazanyag kiegészítéssel, másrészt hormonmentesen  $2 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  alga szárazanyaggal kiegészítve alkalmaztuk.

### **3.3. A kukorica mikospóra eredetű struktúrák morfológiai és citológiai vizsgálata**

A struktúrák szövettani beágyazása a mikrotechnikában általánosan alkalmazott módszer szerint történt (Spurr 1969).

A ploiditás meghatározása a Beckton-Dickinson FACScan áramlási citométerrel. A mérési eredmények kiértékelésére a Beckton Dickinson CellQuest programot alkalmaztuk.

### **3.4. Statisztikai analízis**

Az adatok statisztikai értékelését az SPSS for Windows version 10.0 program segítségével végeztük el.

## **4. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS KÖVETKEZTETÉSEK**

### **4.1. A mikroalga és cianobaktérium törzsek IES tartalmának meghatározása**

A talajlakó cianobaktériumok és mikroalgák auxinszerű hatásának vizsgálata napjainkig zömmel indirekt módon, az indolvázas vegyületek

jelenlétére utaló kolorimetriás mérések és az auxinszerű hatás kimutatására szolgáló biotesztek révén történt (Misra és Kaushik, 1989; Stirk és mtsai, 2002). Egyetlen cikk számol be szabadon élő diazotróf cianobaktérium törzs GC-MS módszeres IES meghatározásáról (Sergeeva és mtsai, 2002).

A jelen dolgozat keretében vizsgált, az auxinszerű hatást igazoló biotesztek alapján szelektált cianobaktériumok és mikroalgák IES tartalma meghaladja a Sergeeva és munkatársai által vizsgált *Nostoc*268 törzs IES tartalmát. A legnagyobb mennyiségű auxint termelő MACC 355 törzs 23-szor magasabb IES-t tartalmazott, mint az említett törzs. Tudomásunk szerint **elsőként igazoltuk talajlakó *Leptolyngbya* faj IES termelését. Az MACC 355 törzs kivételével szoros korrelációt tapasztaltunk a biotesztek során kapott indol-3-vajsav egyenérték és a GC-MS mérés során kimutatott IES mennyiség között, ami alátámasztja az uborka sziklevel gyökeresedési teszt alkalmazhatóságát az auxinszerű hatás kimutatására.** Az MACC 355 törzs esetén tapasztalt aránytalanság az auxinok, így az IES supraoptimális koncentrációjának gátló hatásával volt magyarázható.

#### **4.2. A cianobaktérium és mikroalga törzsek citokinin tartalmának mennyiségi és minőségi meghatározása**

Az evolúció előrehaladásával változott a növények citokinin összetétele (Auer, 1997). A növények citokinin tartalmuk alapján két nagy csoportra oszthatók. Míg a zöldalgák, mohák és zuzmók izopentenil-adenin és zeatin szabad bázisokat és azok ribozidjait tartalmazzák, addig a nyitva és zárva termők citokinin tartalma sokkal összetettebb: izopentenil-adenint, zeatint, dihidro-zeatint és azok származékait: ribozidokat, O- és N glükozidokat tartalmaznak (Auer, 1997). Mok és Mok (2001) megállapítása

szerint a benzil-adenin és benzil-adenin-ribozid szintézisére való képesség is a magasabb rendű növényekre jellemző.

Vizsgálataink részben megerősítik a fentieket, részben ellentmondanak azoknak. Minél több vizsgálat irányul a mikroalgák és cianobaktériumok citokinin összetételének megállapítására, annál inkább megdőlni látszik ez a citokinin evolúciós elmélet, bár végső következtetések csupán nagy számú vizsgálat után lesznek levonhatók.

A dolgozat keretében vizsgált cianobaktériumok és zöldalgák nem tartalmaztak izopentenil-adenint (iP). Csupán két *Chlorella* törzs tartalmazott izopentenil-adenozint (iPR). Ez megerősíti Stirk és mtsai (2002) megfigyelését, mely szerint az általuk vizsgált cianobaktériumok és mikroalgák nagyon kevés iP-t és iPR-t tartalmaztak, de ellentétben áll Auer (1997) megállapításával, valamint Ördög és mtsai (2004) vizsgálatának eredményével, mely során valamennyi általuk vizsgált zöldalgában mutattak ki iP-t és annak ribozidját.

A szabad zeatin bázisok közül az irodalmi adatokkal megegyezően saját méréseink szerint is a *cisz*- forma dominált a *transz*- formával szemben, mintegy 2,5 – 12 szeres mennyiségben. Ez a trend a zeatin-ribozidokra nem volt jellemző, a két forma közel azonos arányban volt jelen a mintákban.

Valamennyi törzs tartalmazott 2-hidroxi-zeatint. Egyedül ennek a citokininnek a mennyiségében volt eltérés a *Cyanobacteria* és *Chlorophyta* phyllumba tartozó törzsek között. Az eltérés oka véleményünk szerint a mikroalgák eukarióta voltával magyarázható, de ennek igazolása további vizsgálatokat igényel.

A vizsgált nyolc törzsből ötben mutattunk ki dihidro-zeatint (DZ) és hétben dihidro-zeatin-ribozidot (DZR). **Elsőként mutattunk ki DZ-t *Anabaena*-, DZ-t és DZR-t *Leptolyngbya* cianobaktérium törzsekből.** Ez



ellentmond az eddigi megfigyeléseknek, mivel a DZ meglétét a magasabb rendű növények sajátosságának tekintik (Auer, 1997), bár egy zöldalga törzsből Ördög és mtsai (2004) is kimutatták.

Talajlakó mikroalgák benzil-adenin (BA) termeléséről Ördög és mtsai (2004) számoltak be először. Eredményeink megerősítik megfigyelésüket, a vizsgált hat zöldalga törzsből négyben kimutattuk a BA jelenlétét. **Elsőként azonosítottunk BA-t és benzil-adenin-ribozidot cianobaktériumban**, mégpedig a legmagasabb citokininszerű hatású és össz-citokinin tartalmú MACC 643 *Anabaena* törzsből.

**Tömegspektrumuk alapján három új izopentenil típusú citokinin vegyületet detektáltunk mikroalga és cianobaktérium törzsekben.** Azonosításuk szerves kémiai szintézis felhasználásával folyamatban van. Ezek feltételezhetően magas citokinin aktivitású vegyületek. Az MACC 643 magas citokininszerű hatásának hátterében valószínűleg ezek a vegyületek állnak.

A magas citokininszerű hatású MACC 642 cianobaktérium tényleges citokinin tartalma rendkívül alacsonynak bizonyult. Feltételezésünk szerint ennek az analitikai vizsgálat során nem mért vagy jelenleg még ismeretlen citokinin vegyület vagy egyéb faktor volt az oka, mely kiváltotta a magas citokininszerű hatást.

Szerettük volna kideríteni, hogy az eltérő citokininszerű hatást mutató mikroalga törzsek eltérnek-e citokinin összetételükben. Ezért a biotesztekkel szelektált magas citokininszerű hatást mutató törzsek mellett a HPLC-MS vizsgálatba bevontunk olyan auxinhatású és tartalmú MACC törzseket is, melyek a biotesztekben nem mutattak citokininszerű hatást. Nem volt mennyiség- és megoszlásbeli eltérés a citokininszerű hatással bíró és hatást nem mutató törzsek citokinin összetétele között. Ez a megfigyelés megegyezik Ördög és mtsai (2004) eredményeivel. Mivel a citokinin - auxin

interakció a szinergizmustól az antagonizmusig terjed (Nordstörn, 2004) a citokininszerű hatás gátlásában az IES is szerepet játszhatott. Az sem kizárható, hogy az adott törzsek egyéb gátló hatású vegyületeket szintetizáltak, melyek elfedték, illetve gátolták a citokininek hatását és felvételét.

#### **4.3. Az MACC törzsek alkalmazhatósága gabonafélék portokkultúráiban**

A kukorica portokindukcióját kiváltó táptalajok összehasonlításakor megállapítottuk hogy a 2,4-D szintetikus auxinhoz képest a 2,3,5-TIBA auxin transzport inhibitor csökkentette a mikospóra eredetű struktúrák és a regeneránsok számát. Megfigyelésünk megegyezik Bouhamont, (1977), valamint Choi és munkatársai (2001) eredményeivel, akik a 2,3,5-TIBA embriófejlődést gátló hatásáról számoltak be. A KIN és NES szintetikus hormonokat tartalmazó B<sub>3</sub> táptalajra izolált portokok *in vitro* válasza (portokindukció és a mikospóra eredetű struktúrák gyakorisága az izolált portokok arányában) nagymértékben elmaradt a 2,3,5-TIBA-t és 2,4-D-t tartalmazó A, B<sub>1</sub> és B<sub>2</sub> táptalajokra izolált portokokétól. A B<sub>3</sub> táptalajban található hormonok mennyisége tehát nem volt elégséges az erős portokválasz kiváltásához.

**Az egyes kukorica hibridek (H1, H2, H3) portokválasza ugyan mutatott némi MACC törzsbeni specificitást, de az 1 mg·l<sup>-1</sup>2,4-D-vel kiegészített 1 g·l<sup>-1</sup> MACC 643 törzs univerzális, *in vitro* portokválaszt szignifikánsan megnövelő hatása mindhárom hibrid esetén bizonyítást nyert.** Az MACC 643 törzs önmagában egyik vizsgálatunkban sem adott jobb hatást, mint 2,4-D-vel együttesen alkalmazva. Következtetésünk szerint a kontrollt szignifikánsan felülmúló hatást a 2,4-D és az MACC 643

cianobaktériumban található hormonok, vagy hormonhatású vegyületek szinergista hatása okozta. Az alacsony indukciós képességű H3 hibridnél valamennyi MACC törzs esetén a 2,4-D-t is tartalmazó kezelések okoztak magasabb portokválaszt. Ennek oka az alacsony androgenetikus válaszadó képességű genotípus magas endogén auxin szintjében keresendő, melynek lökésszerű megemelkedéséhez a 2,4-D hatása nélkülözhetetlennek bizonyult.

A vizsgált két búzafajta esetén a H3 kukorica genotípushoz hasonlóan a 2,4-D-vel kombinált cianobaktérium és mikroalga törzsés kezelések magasabb hatást váltottak ki, mint a szintetikus hormon mentes, kizárólag mikroalga vagy cianobaktérium biomasszát tartalmazó kezelések. **Az MACC törzsek búza androgenetikus indukálhatóságára gyakorolt hatását vizsgálva ismét az  $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  2,4-D-vel kiegészített  $1 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  MACC 643 törzs hatását találtuk a kontrollnál szignifikánsan jobbnak.** Véleményünk szerint ebben az esetben is az algákban található hormonok és a 2,4-D szinergista hatása okozta az in vitro portokválasz növekedését.

Annak ellenére, hogy a vizsgált genotípusok a donor növények felnevelési körülményeitől függetlenül ugyanazon alगतörzs vagy törzsek hatására mutattak pozitív választ, indokoltnak tűnik, hogy a a jövőben a bioaktív anyagok portoktenyészetekre gyakorolt hatásának vizsgálata kizárólagosan kontrollált körülmények között felnevelt növényanyagra korlátozódjon. A tenyészkerti körülmények között felnevelt növényanyag ugyanis statisztikailag nehezen értékelhető eredményeket ad (magas szórás, évjáráthatás stb.). Ezzel megakadályozzuk, hogy a biotikus és abiotikus környezeti tényezők hatására bekövetkező portokválaszbeli módosulás elfedje a vizsgálni kívánt természetes táptalaj kiegészítő hatását.

#### **4.4. A legnagyobb számú spontán dihaploid kukorica regeneráns eredményező mikrospóra eredetű struktúra meghatározása**

A kukorica portokkultúrás vizsgálatainak során megfigyeltük, hogy a sporofita úton tovább fejlődő mikrospórákból változatos küllemű struktúrák fejlődtek, melyeket fehér áttetsző, fehér kompakt, sárga áttetsző és sárga kompakt morfortípusokba soroltuk. Vizsgálataink két kérdés megválaszolására irányultak: 1. van-e összefüggés a mikrospóra eredetű struktúrák morfológiai sajátosságai, ploiditása és a különböző morfortípusok növényregenerációs képessége között, 2. az *in vitro* tenyésztés melyik fázisában következik be a mikrospórák vagy mikrospóra-eredetű struktúrák ploiditás-változása.

Mivel Brisibe és munkatársainak (2000) búza embriogén kalluszvonalakon végzett megfigyelésével összhangban eredményeink azt mutatták, hogy a donor növények felnevelési körülményei, és az alkalmazott indukciós táptalajok különbözősége nem volt döntő hatással a mikrospóra eredetű struktúrák egyes morfortípusainak statisztikai megoszlására és regenerációs képességére, megállapítható, hogy azok genetikailag meghatározottak. **A struktúrák egyharmadát kitevő fehér kompakt morfortípus 52%-a növényt regenerált, melyek 43%-a dihaploidnak bizonyult.** A többi morfortípus átlagos regenerációs gyakorisága és a dihaploid regeneránsok aránya ettől szignifikánsan elmaradt.

**Megállapítottuk, hogy az indukció 3. hetére már bekövetkezett a kormoszómák szám- és garnitúrabeli változása.**

A szövettani metszeteket elemezve megfigyeltünk olyan, még a pollenfalán belül osztódó mikrospórákat, melyek más struktúrákba ágyazódtak be. Ez megerősíti Wilson és munkatársai (1978) azon megállapítását, hogy a mikrospóra eredetű struktúrák mixoploid státuszának

az lehet az egyik legfőbb oka, hogy kialakításukban több mint egy pollensejt vesz részt.

## 5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A Mosonmagyaróvári Alga Törzsgyűjteményből (MACC) indol-3-ecetsavat termelő mikroalga és cianobaktérium törzseket szelektáltunk.

Elsőként mutattunk ki indol-3-ecetsavat *Leptolyngbya* cianobaktériumból.

2. Citokinineket termelő mikroalga és cianobaktérium törzseket szelektáltunk biotesztek alkalmazásával az MACC törzsgyűjteményből.

Elsőként mutattunk ki gyűrűs citokinint: benzil-adenint és benzil-adenin-ribozidot *Anabaena* cianobaktériumból.

Elsőként mutattunk ki dihidro-zeatint *Anabaena*-, valamint dihidro-zeatint és dihidro-zeatin-ribozidot *Leptolyngbya* cianobaktérium törzsekből.

Tömegspektrumuk alapján új, izopentenil típusú citokinin vegyületeket detektáltunk mikroalga és cianobaktérium törzsekben.

3. Kukorica portokkultúrákban a 2,4-D szintetikus auxint helyettesíteni tudtuk az MACC 560, 642 és 643 mikroalga és cianobaktérium törzsekkel. A 643 törzs és a 2,4-D optimális kombinációban szignifikánsan megnövelte az indukciós paramétereket.  
Búza portokkultúrákban az  $1 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  643 +  $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  2,4-D kezelés alkalmazásával csökkenthető volt az *in vitro* válasz kiváltásához szükséges 2,4-D szintetikus auxin mennyisége.
4. Meghatároztuk a mikrospóra eredetű struktúrák 2 - 3 mm-es fehér kompakt morfortípusát, amely a legnagyobb számú, a gyakorlati felhasználás szempontjából előnyös spontán dihaploid kukorica regeneránst eredményezte.

Megállapítottuk, hogy az indukálódott kukorica mikrospórák genomjának megkettőződése a tenyésztés harmadik hetéig végbement.

## 6. GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁG

**Nagyszámú, az új hibridek és fajták alapjául szolgáló homozigóta vonal és törzs előállításuk válik lehetővé az** alacsony androgenetikus képességű, de kiemelkedő nemesítési - agronómiai értékkel bíró kukorica és búza genotípusok portokválaszát jelentős mértékben megnövelő  $1 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  MACC 643 +  $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  2,4-D kezelés alkalmazásával.

**A morfortípusok vizsgálatán alapuló mikrospóra eredetű struktúra szelekció alkalmazásával csökkenthető a kukorica portokkultúra munka és eszközigénye.**

Meggyőződésünk, hogy **a cianobaktérium és mikroalga kivonatok és a mikrospora eredetű struktúra szelekció együttes alkalmazása jelentősen megnöveli a portoktenyésztés hatékonyságát.**

A kísérletes munkánk eredményeként szelektált IES és citokinin termelő, a gabonafélék andro- és embriogenezisét elősegítő **cianobaktérium és mikroalga törzseket** a jövőben az *in vitro* gamétafúzióval előállított, illetve **mikroinjektált búza zigóták növényregenerációs rendszerében kívánjuk vizsgálni, és pozitív hatásuk beigazolódását követően alkalmazni.**

**Fontosnak tartjuk, hogy az** általunk vizsgált, gabonafélék portokkultúráiban pozitív hatásának bizonyult **MACC törzsek egyéb növényfajok *in vitro* tenyésztése esetén is vizsgálat tárgyát képezzék.** Elsősorban a **dísznövények és gyümölcsfa alanyok mikroszaporításában** való alkalmazhatóságuk vizsgálatát javasoljuk, mivel ezen rendszerek hatékonyságának növelése **jelentős gazdasági hasznot eredményezhet.** Amennyiben a jövőben bebizonyosodik az intakt növényekre gyakorolt pozitív hatásuk, **megnyílhat az út a tényleges mezőgazdasági felhasználásuk felé.**

## **7. A TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE**

### LEKTORÁLT FOLYÓIRATCIKKEK:

1. Stirk, W., Ördög, V., van Staden, J., **Jäger, K.** 2002. Cytokinin- and auxin-like activity in Cyanophyta and microalgae. J. Appl. Phyc. 14: 215-221.

2. **Jäger, K.**, Bartók, T., Ördög, V., Barnabás, B. Improvement of maize (*Zea mays* L.) anther culture responses by algae-derived natural substances. Plant Sci. (lektorálás alatt)
3. Bakos, F., **Jäger, K.**, Barnabás, B. Regeneration of haploid plants from activated egg cells of wheat via zygote rescue. Acta Biol. Cracov. (elfogadva)
4. **Jäger, K.**, Ördög, V. Barnabás, B. Effect of algae derived natural substances on anther culture response of wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Agron. Hung. (elfogadva)
5. Barnabás, B., Spitkó, T., **Jäger, K.**, Pintér, J., Marton, C. Improvement of doubled haploid production in maize. Acta Agron. Hung. (elfogadva)
6. **Jäger, K.**, Kőszegi, D., Barnabás, B. A kukorica portoktenyészetekben a legnagyobb számú spontán dihaploid növényt eredményező mikrospóra-eredetű struktúra morfológiai és citológiai jellemzése. Növénytermelés (elfogadva)

#### KONFERENCIAKIADVÁNY:

##### *ELŐADÁS:*

1. Molnár, Z. and **Jäger, K.** 2001. Effects of microalgal suspensions on in vitro tissue cultures of higher plants., Symposium on Microalgae and Seaweed Products in Plant/Soil-systems, June 20-22, 2001, Mosonmagyaróvár, Hungary, Book of Abstracts p.11.
2. **Jäger, K.**, Barnabás, B., Ördög, V. 2002 Mikroalgák és cianobaktériumok mint szerves kiegészítők alkalmazása a kukorica (*Zea mays*) portoktenyészeteiben. VIII. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest 2002. február 12-13., Összefoglalók 58. old.



*POSZTER:*

- 1 **Jäger, K.** and Ördög, V. 2000. Verification of cytokinin-like compounds in cyanobacteria. European Society of Microalgal Biotechnology, 4th European Workshop, Biotechnology of Microalgae, May 29-30, 2000, Bergholz-Rehbrücke, Germany. Abstracts.
- 2 **Jäger K.** and Ördög, V. 2000. Evidence for the occurrence of cytokinin-like activity in microalgae. 12th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, August 21-25, 2000, Budapest. Plant Physiology and Biochemistry Vol. 38 – Supplement, August 2000 p. 85.
- 3 Lepossa, A. and **Jäger, K.** 2000. New potential applications of microalgae in agriculture. European Science Foundation Summer School and Workshop, 27 August-3 September 2000, Ballyvaughan, Co. Clare, Ireland. Programme and Abstracts p. 52.
- 4 **Jäger, K.** and Ördög, V. 2001. Seaweed products and terrestrial algae — comparison of cytokinin-like activities. XVIIth International Seaweed Symposium, 28 January – 2 February 2001, Cape Town, South Africa.
- 5 Molnár, Z., **Jäger, K.**, Barnabás, B., Ördög, V. 2001. Growth promoting effects of microalgal and cyanobacterial suspensions on tissue cultures of pea and maize. 4<sup>th</sup> International Symposium in the Series Recent Advantages in Plant Biotechnology, September 17-21, 2001 Třeboň, Czech Republic, Book of Abstracts p. 129.
- 6 **Jäger K.**, Ördög V., Barnabás B. 2003. Improvement of anther culture responses by algae derived natural substances. European Society of Microalgal Biotechnology, 5th European Workshop, Biotechnology of Microalgae, June 23 and 24, 2003, Bergholz-Rehbrücke, Germany. Abstracts.

- 7 **Jäger K.**, Ördög V., Barnabás B. 2003. Improvement of anther culture responses by algae derived natural substances. XI. International Conference on Plant Embryology "Plant Reproduction: From Menel to Molecular Biology" in Brno, Czech Republic, September 1-3, 2003, Book of Abstracts 116a.