

B3653

József Attila Tudományegyetem  
Természettudományi Kar  
Molekuláris- és Sejtbiológia Doktori Program

**Mitochondrium átvitel, mitokondriális genomszerveződés és  
rekombináció elemzése az imperfekt *Aspergillus niger*  
fajaggregátum törzsei körében**

Doktori (PhD) Értekezés Tézisei



Készítette: TÓTH BEÁTA  
Témavezető: Dr. Kevei Ferenc  
Készült: József Attila Tudományegyetem  
Mikrobiológiai Tanszék

Szeged  
1999

## 1. Bevezetés

A JATE Mikrobiológiai Tanszékének tradicionális kutatási területe a gomba protoplasztok fúzióján alapuló génátvitel tanulmányozása. A témában elért jelentős eredmények vezettek a paraszexuális keresztezések során megnyilvánuló inkompatibilitás jelenségének vizsgálatához. A taxonómiai egységek hagyományos fogalmi körülírása alapján a kompatibilitási határok nem voltak értelmezhetőek. Olyan jelleget kerestek, amelyekkel a fonalagombákat úgy lehet jellemezni, hogy azok esetleg magyarázatot adnak a kompatibilitási viszonyokra is. Megkezdődtek a fonalagombák összehasonlító fenó- és genotipikus elemzései. A jellemzésekre bevezetett új módszer volt az izoenzim analízis, a sejtmagi riboszómális RNS gének (rDNS) RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) vizsgálata, a mitokondriális DNS (mtDNS) RFLP vizsgálatok, továbbá a RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) analízis. A fajok közötti jelentős diverzitás mellett határozott intraspecifikus polimorfizmust detektáltak, mely különösen az imperfekt fajok esetében volt erőteljes. A legszembetűnőbb genetikai variabilitást az extrakromoszómális elemek mutatták. Sem a nukleáris, sem az extrakromoszómális polimorfikus bélyegek és az inkompatibilitás jelensége és szintje között eddig közvetlen ok-okozati kapcsolatot nem sikerült bizonyítani, azonban a vírusok, mitokondriumok sikeres transzmissziói nem kompatibilis kapcsolatokban jelentősen hozzájárultak a kompatibilitási viszonyok értelmezéséhez.

Az *Aspergillus* nemzetségen belül a *Nigri* szekcióban kezdődtek el a legrészletesebb vizsgálatok. Raper és Fennell (1965) az *Aspergillus* nemzetséget 18 fajcsoportra osztotta. Az *Aspergillus niger* fajcsoporton belül 7 fajt különítettek el (Al-Musallam, 1980), melyek közül az *A. niger* egy gyűjtőfajként, fajaggregátumként fogható fel, melybe nagyszámú gyűjteményes törzs és szabadföldi izolátum sorolható. Az *Aspergillus niger* fajaggregátumba tartozó törzsek rDNS-einek és mtDNS-einek összehasonlító vizsgálata nagyfokú polimorfizmust mutatott. A rDNS *Sma*I emésztett mintázata, illetve a mtDNS *Hae*III-*Bgl*III kettősemésztés utáni profilja alapján az *Aspergillus niger* fajaggregátum törzsei három fő csoportba sorolhatók. Ezek a csoportok az *Aspergillus niger*, az *A. tubingensis* és az "*A. brasiliensis*" fajoknak felelnek meg. MtDNS RFLP szempontjából az 1-es és a 2-es mtDNS csoportokon belül további alcsoportok különíthetők el (1a-1e és 2a-2f) (Kusters van Someren és mtsi, 1991; Varga és mtsi, 1993, 1994). Az "*A. brasiliensis*" faj esetében eredetileg mtDNS polimorfizmust nem tapasztaltak, eredményeink szerint azonban legalább kétféle mtDNS restrikciós mintázat jellemzi ezt a csoportot (Tóth és mtsi, 1997).

A fekete *Aspergillus* fajok imperfektek, szexuális életciklussal nem rendelkeznek. Genetikai rekombináció egyedül a parazsexuális ciklus során játszódhat le. A parazsexuális úton történő genetikai információ átvitelt azonban az imperfekt gombák körében a nagyfokú heterokarion inkompatibilitás korlátozza, melynek háttérében egy összetett genetikai rendszer áll (Glass és Kuldau, 1992; Leslie, 1993). A kompatibilitási rendszer megakadályozza a nukleáris állományok

keveredését, ugyanakkor bizonyos körülmények között lehetőséget nyújt az extrakromoszómális elemek transzmissziójára, és azok esetleges rekombinálódására.

Az *A. niger* fajaggregátum törzsei kitűnő kísérleti objektumnak bizonyultak a mtDNS szerveződésének és rekombinációjának vizsgálatára, mivel kiterjedt intra- és interspecifikus mtDNS polimorfizmus jellemzi ezt a csoportot. A fekete *Aspergillus* fajok esetében fajon belül kiterjedt a heterokarion inkompatibilitás; rokon fajok között egyáltalán nem, de az egy fajba tartozó izolátumok között is csak igen ritkán hozhatók létre heterokarionok (Kevei és Varga, 1994). Az inkompatibilitás nem hidalható át protoplasztfúzió alkalmazásával, heterokarionok nem jönnek létre, de az izolátumok között mitokondrium transzmisszió megvalósítható.

## 2. Célkitűzések

1. Mitokondrium átviteli kísérletek kivitelezése – kihasználva a mitokondriális oligomycin rezisztencia direkt szelekciós lehetőségét – az *A. niger* fajaggregátum különböző mtDNS RFLP csoportjaiba tartozó törzsei között, melyeket sejtmagi komplementáció szempontjából a teljes inkompatibilitás jellemez. Annak a feltevésnek az igazolása, hogy mtDNS rekombináció olyan esetekben is lejátszódik, ahol sejtmagi szinten nincs kommunikáció az átvitelben szereplő két szülői törzs között.

2. A természetben is bekövetkező rekombinációs események modellezése olyan kísérleti rendszerrel, ahol izogénikus eredetű, de eltérő szerveződésű mtDNS-t hordozó törzsek heterokarionokat képeznek szelekciós nyomás alkalmazása nélkül.
3. Az egyes fekete *Aspergillus* izolátumok mtDNS-einek jellemzése, a nagyfokú polimorfizmus szekvencia szintű értelmezése.
4. A mitokondrium transzmissziók során létrejött utódok mitokondriális DNS-ének jellemzése fizikai és funkcionális térképek létrehozásával és összehasonlítása a szülői mtDNS-ek szerveződésével, a rekombinációs események szekvencia szintű elemzése.

### 3. Alkalmazott módszerek

Munkánk során a mitokondriumok átvitelét protoplasztfúzió segítségével valósítottuk meg. Heterokarionok létrehozásához paraszexuális technikát alkalmaztunk, a keresztezésben résztvevő törzsek sejtmagi hátterének azonosságát PCR-RAPD technikával ellenőriztük. A mitokondriális genomszerveződések vizsgálata során mtDNS-t izoláltunk, a fizikai térképek elkészítéséhez restriktációs enzimes emésztéseket, a funkcionális térképek létrehozásához hibridizációs kísérleteket végeztünk. A mtDNS egyes régióinak szekvencia analíziséhez génklónozást és PCR technikát alkalmaztunk.

#### 4. Új tudományos eredmények

Az *Aspergillus niger* fajaggregátumon belül sikeres intra- és interspecifikus mitokondrium átvitelt valósítottunk meg protoplasztfúzióval. Donorként egy 1a mtDNS típusba tartozó mitokondriális oligomycin rezisztenciát hordozó törzset alkalmaztunk. Az oligomycin szenzitív recipiens törzsek az 1b – 1e, 2a – 2f, illetve 3-as mtDNS csoportokba tartozó izolátumok voltak. A mitokondrium transzmisszió minden RFLP csoport irányába sikeres volt. A fúziót követően szelektációs körülmények között oligomycin rezisztens utódokat szelektáltuk. A rezisztens telepek többsége rekombináns mtDNS-t hordozott, míg kisebb gyakorisággal a donor szülő mtDNS RFLP mintázatával megegyező mtDNS-t hordozó (mitokondrium helyettesítéses) utódokat nyertünk.

Intraspecifikus mitokondrium transzmisszió esetén az oligomycin rezisztens utódok egy-egy transzferpárnál azonos mtDNS profilt mutattak. Az 1a→1b és az 1a→1e mitokondrium átvitel esetében az utódok rekombináns mtDNS-t hordoztak, míg az 1a→1c átvitel esetében mitokondrium szubsztitúciós utódokat detektáltunk.

Interspecifikus transzmissziók esetén a rekombináns mtDNS-ek gazdag variációját figyeltük meg. MtDNS rekombináció tehát olyan esetekben is lejátszódott, ahol sejtmagi szinten nincs kommunikáció az átvitelben szereplő két szülői törzs között (Kevei és mtsi, 1997).

Két interspecifikus átvitel esetében sikerült egy-egy olyan oligomycin rezisztens törzset izolálni, amely a recipiens szülő szín és auxotrófia mutációját hordozza, de mtDNS profilja megegyezik a

donor szülő mtDNS-ének RFLP mintázatával. Ezeket a mitokondrium szubsztitúciós törzseket sejtmagi szempontból izogénikus, oligomycin szenzitív szülővel kompatibilis kapcsolatban kereszteztük. Így szelekciós nyomás alkalmazása nélkül tanulmányozhattuk a mitokondrium öröklődést heterokariotikus háttér jelenlétében. Kísérleteink eredményei bizonyítékul szolgálnak arra, hogy izogénikus sejtmagi háttér mellett a kevert mitokondrium populáció befolyásolhatja a kompatibilitási reakciókat. A mitokondriális DNS rekombinációja a heterokarionokban is nagy gyakorisággal lejátszódott. A növekvő heterokarion heteroplazmonja gyorsan stabilizálódott, oligomycin szenzitív és rezisztens szektorok jöttek létre. Egy-egy szektor homoplazmont reprezentált. A mitokondriálisan oligomycin rezisztens és szenzitív utódok szülői szegregáció és rekombinációs események következtében jöttek létre. Transzferpáronként több rekombináns típust figyeltünk meg, melyek többsége megegyezett a szelekciós nyomás alatt véghezvitt transzmissziók során észlelt gyakoribb rekombináns RFLP típusokkal. Ezen eredményeink evolúciós jelentősége nagy, mivel valószínűsíthető, hogy a természetben is lejátszódhatnak hasonló folyamatok és hozzájárulhatnak a fekete *Aspergillus* törzsek mtDNS-einek nagyfokú variabilitásának kialakulásához (Tóth és mtsi, 1998).

Elkészítettük négy, az *A. niger* faj különböző mtDNS alcsoportjait reprezentáló törzs és az intraspecifikus mitokondrium átvitelekből származó egy-egy oligomycin rezisztens utód mtDNS-einek fizikai, valamint az *A. nidulans* mtDNS-éből származó génpróbák segítségével funkcionális térképeit. Az *Aspergillus niger*

fajba tartozó törzsek mitokondriális genomméretükben alig térnek el egymástól, géntartalmuk is azonos. A részletes fizikai térképek segítségével a közöttük lévő méretbeli különbségeket a *cox1* génre és a tőle upstream elhelyezkedő intergénikus régióra lokalizáltuk. Megállapítottuk, hogy a mtDNS rekombináns utódok alapvetően a donor mtDNS-ét örökölték, amely a recipiens szülő *cox1* génjének I. típusú intronja által módosult. A donor mtDNS-e a *cox1* génben levő intronját elvesztette, majd ezt követően egy közeli pozícióba a recipiens szülő *cox1* intronja inszertálódott. Az 1a és az 1c típusú mtDNS-sel rendelkező törzsek esetében a *cox1* gén azonos intront hordoz, a mitokondrium átvitel során ebben az esetben a mtDNS-ek nem rekombinálódtak, hanem az oligomycin szenzitív mitokondriumok kicserélődtek a donor szülő oligomycin rezisztens mitokondriumaira. Mindezek alapján azt mondhatjuk, hogy az *A. niger* faj izolátumainak mtDNS polimorfizmusa intronális variációkra és intergénikus régiók eltérő szerveződésére vezethető vissza. A mitokondrium átvitel eredményeként bekövetkező rekombinációs esemény egy intronvesztéssel és -szerzéssel járó összetett folyamat (Tóth és mtsi, 1999).

Elkészítettük az *A. tubingensis* faj 2b típusú mtDNS-t hordozó törzse, az 1a→2b mitokondrium átvitelből, és az anasztomózis kísérletekből származó különböző rekombináns típusokat reprezentáló utódai mtDNS-einek fizikai térképeit. Eddigi eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a mtDNS rekombináns utódok valamennyien a donor szülő oligomycin rezisztens mtDNS-ét örökölték, mely a recipiens szülő bizonyos szekvenciárészeivel



módosult. A méretét tekintve legnagyobb eltérés a *cox1* régióra lokalizálható. Hibridizációs kísérletekkel igazoltuk, hogy a recipiens szülő és a mtDNS rekombináns utódok *cox1* génjei a donor szülő *cox1* génjének intronjával homológ intront hordoznak. Szekvenca adatok alapján a *cox1* gént érintő rekombinációs esemény egy intronszerzéssel járó folyamat, melynek során a donor mtDNS-ének *cox1* génjébe a recipiens szülő *cox1* intronjai épülnek be. A szelekciós nyomás nélkül véghezvitt mitokondrium átviteli kísérletek során a mtDNS-ek ugyanazon régióit érintették a rekombináció során bekövetkezett változások, mint azt a protoplasztfúzió segítségével létrehozott rekombináns mtDNS-ek elemzésekor megfigyeltük.

Kísérleteink a természetben lejátszódó mitokondriális rekombináció jelenségének modellezésére szolgáltak. Az általunk megfigyelt rekombinációs események intronmozgáson alapulnak. Az eddigi adatok alapján valószínűsíthető, hogy a mtDNS rekombináció folyamatának kiváltásában alapvetően a két partner introntartalmának, az intronok tulajdonságainak van meghatározó szerepe.

Hivatkozott közlemények:

- Al-Musallam, A. (1980) Revision of the black *Aspergillus* species. PhD Thesis, State University of Utrecht, Utrecht, The Netherlands
- Glass, N.L., Kuldau, G.A. (1992) Mating type and vegetative incompatibility in filamentous ascomycetes. *Annu. Rev. Phytopathol.* 30: 201-224

- Kevei, F., Varga, J. (1994) Compatibility relations among black *Aspergilli* based on molecular characters. Fungal Genet. Newsletters 41A (suppl.): 60
- Kevei, F., Tóth, B., Coenen, A., Hamari, Zs., Varga, J., Croft, J.H. (1997) Recombination of mitochondrial DNAs following transmission of mitochondria among incompatible strains of black *Aspergilli*. Mol. Gen. Genet. 254: 379-388
- Kusters-van Someren, M. A., Samson, R.A., Visser, J. (1991) The use of RFLP analysis in classification of the black *Aspergilli*: reinterpretation of *Aspergillus niger* aggregate. Curr. Genet. 19: 21-26.
- Leslie, J.F. (1993) Fungal vegetative compatibility. Ann. Rev. Phytopathol. 31: 127-150
- Raper, K. B., Fennell, D. I. (1965) The genus *Aspergillus*. Williams and Wilkins Company, Baltimore
- Tóth, B., Hamari, Zs., Barna, R., Varga, J., Kevei, F. (1997) Phenotypic and molecular characterization of black wild type *Aspergillus* isolates. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 72
- Tóth, B., Hamari, Zs., Ferenczy, L., Varga, J., Kevei, F. (1998) Recombination of mitochondrial DNA without selection pressure among compatible strains of the *Aspergillus niger* species aggregate. Curr. Genet. 33: 199-205
- Tóth, B., Hamari, Zs., Beer, Zs., Kevei, F. (1999) Interpretation of recombination among mitochondrial DNAs of heterokaryon incompatible *Aspergillus niger* strains exhibiting intraspecific variability. Curr. Genet. ( közlésre benyújtva)
- Varga, J., Kevei, F., Fekete, Cs., Coenen, A., Kozakiewicz, Z., Croft, J.H. (1993) Restriction fragment length polymorphisms in the mitochondrial DNAs of the *Aspergillus niger* aggregate. Mycol. Res. 97: 1207-1212
- Varga, J., Kevei, F., Vriesema, A., Debets, F., Kozakiewicz, Z., Croft, J.H. (1994) Mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphisms in field isolates of the *Aspergillus niger* aggregate. Can. J. Microbiol. 40: 612-621

## 5. Közlemények jegyzéke

### Az értekezés témájához közvetlenül kapcsolódó közlemények

- Kevei, F., **Tóth, B.**, Coenen, A., Hamari, Zs., Varga, J., Croft, J.H. (1997) Recombination of mitochondrial DNAs following transmission of mitochondria among incompatible strains of black *Aspergilli*. Mol. Gen. Genet. 254: 379-388
- Tóth, B.**, Hamari, Zs., Ferenczy, L., Varga, J., Kevei, F. (1998) Recombination of mitochondrial DNA without selection pressure among compatible strains of the *Aspergillus niger* species aggregate. Curr. Genet. 33: 199-205
- Tóth, B.**, Hamari, Zs., Beer, Zs., Kevei, F. (1999) Interpretation of recombination among mitochondrial DNAs of heterokaryon incompatible *Aspergillus niger* strains exhibiting intraspecific variability. Curr. Genet. ( közlésre benyújtva)
- Varga, J., Kevei, F., Hamari, Zs., **Tóth, B.**, Téren, J., Croft, J.H., Kozakiewicz, Z. (1999) Genotypic and phenotypic variability among black *Aspergilli*. In: Integration of molecular and morphological approaches to *Aspergillus* and *Penicillium* taxonomy (szerk. R.A. Samson és J.I. Pitt) Harwood Scientific Publishers, London (közlésre elfogadva)

## További közlemények

- Varga, J., Kevei, É., Palágyi, A., **Tóth, B.**, Téren, J. (1997) Genetic variability within the toxigenic *Petromyces* genus. Cereal Res. Commun. 25: 285-289
- Varga, J., Rinyu, E., Kevei, É., **Tóth, B.**, Kozakiewicz, Z. (1998) Double-stranded RNA mycoviruses in species of *Aspergillus* sections *Circumdati* and *Fumigati*. Can. J. Microbiol. 44: 569-574
- Varga, J., Kevei, É., **Tóth, B.**, Kozakiewicz, Z., Hoekstra, R.F. (1999) Molecular analysis of variability within the toxigenic *Aspergillus ochraceus* species. Can. J. Microbiol. (közlésre elfogadva)
- Varga, J., Vida, Z., **Tóth, B.**, Rigó, K., Debets, F., Horie, Y. (1999) Phylogenetic analysis of newly described *Neosartorya* species. Ant. van Leeuwenhoek (közlésre elfogadva)
- Varga, J., Kevei, É., Palágyi, A., **Tóth, B.**, Kozakiewicz, Z., (1999) Analysis of genetic variability within the *Petromyces* genus. Ant. van Leeuwenhoek (közlésre elfogadva)

## **Előadások és poszterek:**

- Hamari, Zs., **Tóth, B.**, Varga, J., Kevei, F. (1995) Transmission and recombination of mitochondria among black *Aspergilli*. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 42: 126
- Tóth, B.**, Hamari, Zs., Kevei, F. (1996) Recombination of mitochondria among compatible strains of *Aspergillus niger* aggregate without selection pressure. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 43: 247
- Tóth, B.**, Hamari, Zs., Kevei, F. (1996) Mitochondrial DNA recombination among compatible strains of the *Aspergillus niger* aggregate without using selection pressure. 3<sup>rd</sup> European Conference on Fungal Genetics, Münster, Germany. Abstracts p. 255
- Kevei, F., **Tóth, B.**, Coenen, A., Hamari, Zs., Varga, J., Croft, J.H. (1996) Recombination of mitochondrial DNA following directed mitochondrial transmission among black *Aspergilli*. 3<sup>rd</sup> European Conference on Fungal Genetics, Münster, Germany. Abstracts p. 249
- Hamari, Zs., Pfeiffer, I., **Tóth, B.**, Kevei, F. (1996) Detailed map of mitochondrial genom of *Aspergillus carbonarius*. 3<sup>rd</sup> European Conference on Fungal Genetics. Münster, Germany. Abstracts p. 247
- Kevei, F., **Tóth, B.**, Coenen, A., Hamari, Zs., Varga, J., Croft, J.H. (1996) Transmission of mitochondria and recombination of mtDNA among black *Aspergilli* in incompatible and compatible

relations. 8<sup>th</sup> International Congress of Mycological Division IUMS. Jerusalem. Abstracts p. 55

- Tóth, B.** (1996) Mitokondrium transzmisszió és mitokondriális DNS rekombináció fekete *Aspergillus* törzsek között. Doktoranduszok I. Országos Konferenciája, Debrecen. Abstracts p. 131
- Tóth, B.,** Hamari, Zs., Barna, R., Varga, J., Kevei, F. (1997) Phenotypic and molecular characterization of black wild type *Aspergillus* isolates. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 72
- Hamari, Zs., Pfeiffer, I., **Tóth, B.,** Kevei, F. (1997) Physical maps of polymorphic mtDNAs in *Aspergillus carbonarius* strains. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 72-73
- Tóth, B.,** Hamari, Zs., Varga, J., Kevei, F. (1997) Physical maps of the mitochondrial DNAs of some isolates of the *Aspergillus niger* species aggregate. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 428-429
- Tóth, B.,** Hamari, Zs., Kevei, F. (1997) Transmission of mitochondria and recombination of mtDNA in *Aspergillus niger* complex. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 429-430
- Hamari Zs., **Tóth B.,** Ferenczy L., Kevei F. (1997) Altered mitochondrial genome organisation in the species *Aspergillus carbonarius*. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 416-417
- Kevei, É., Rinyu, E., **Tóth, B.,** Varga, J. (1997) Detection of double-stranded RNA mycoviruses in species of *Aspergillus* section *Circumdati*. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 44: 417-418

- Kevei, É., **Tóth, B.**, Rigó, K., Téren, J., Varga, J. (1998) Molecular analysis of the ochratoxigenic *Petromyces* genus. Symposium on Medical Biotechnology, Szeged.
- Tóth B.**, Hamari, Zs., Varga, J., Kevei, F. (1998) Physical maps of wild type and recombinant mitochondrial DNAs of some strains of the *Aspergillus niger* species aggregate. 4<sup>th</sup> European Conference on Fungal Genetics, Leon, Spain. In (eds) J.F. Martin, S. Gutiérrez, Fungal Genetics, Abstract Book, p. 115.
- Hamari Zs., **Tóth B.**, Ferenczy L., Kevei F. (1998) Altered mitochondrial genome organisation in the species *Aspergillus carbonarius*. 4<sup>th</sup> European Conference on Fungal Genetics, Leon, Spain. In (eds) J.F. Martin, S. Gutiérrez, Fungal Genetics, Abstract Book, p. 114.
- Kevei F., Hamari Zs., **Tóth B.**, Ferenczy L. (1998) Transmission of mitochondria and recombination of mitochondrial DNA among incompatible black *Aspergillus* strains. 4<sup>th</sup> European Conference on Fungal Genetics, Leon, Spain. In (eds) J.F. Martin, S. Gutiérrez, Fungal Genetics, Abstract Book, p. 110.
- Varga, J., Kevei, É., Palágyi, A., **Tóth, B.** (1998) Analysis of genetic variability within the *Petromyces* genus. 4<sup>th</sup> European Conference on Fungal Genetics, Leon, Spain, In (eds) J.F. Martin, S. Gutiérrez, Fungal Genetics, Abstract Book, p. 126
- Hamari, Zs., Juhász, Á., **Tóth, B.**, Ferenczy, L., Kevei, F. (1998) Transmission of mitochondria between vegetative incompatible *Aspergillus japonicus* strains. Acta Microbiol. Immunol. Hung. 46: 135-136

- Tóth, B.**, Beer, Zs., Hamari, Zs., Kevei, F. (1999) Detailed physical maps of mitochondrial DNAs of *Aspergillus niger* strains and their intraspecific recombinants. *Acta Microbiol. Immunol. Hung.* 46: 349
- Hamari, Zs., **Tóth, B.**, Juhász, Á., Ferenczy, L., Kevei, F. (1999) Interpretation of recombination events of mtDNAs after transmission of mitochondria among vegetative incompatible *Aspergillus japonicus* strains. *Acta Microbiol. Immunol. Hung.* 46: 339
- Tóth, B.**, Hamari, Zs., Beer, Zs., Kevei, F. (1999) Detailed physical and functional maps of mitochondrial DNAs of an *Aspergillus niger* and an *Aspergillus tubingensis* strain and their interspecific recombinants. 13<sup>th</sup> International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, Budapest. Abstract Book, p. 102
- Varga, J., Kevei, É., Rigó, K., **Tóth, B.** (1999) Phylogenetic analysis of the toxigenic *Aspergillus ochraceus* species. 13<sup>th</sup> International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, Budapest. Abstract Book, p. 108
- Juhász, Á., Hamari, Zs., **Tóth, B.**, Ferenczy, L., Kevei, F. (1999) Interpretation of mtDNA recombination events among vegetative incompatible *Aspergillus japonicus* strains. 13<sup>th</sup> International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, Budapest. Abstract Book, p. 41
- Tóth, B.**, Beer, Zs., Hamari, Zs., Kevei, F. (1999) Inkompatibilis *Aspergillus niger* törzsek és mtDNS rekombinánsaik



genomszerveződésének elemzése. IV. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok. Abstract Book, p. 100

Varga, J., **Tóth, B.**, Kevei, É., Rigó, K. (1999) *Aspergillus* fajok filogenetikai analizise ITS szekvenciák alapján. IV. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok. Abstract Book, p. 77

Hamari, Zs., Juhász, Á., **Tóth, B.**, Ferenczy, L., Kevei, F. (1999) Mitokondriális DNS rekombináció értelmezése. IV. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok. Abstract Book, p. 15