

***Thermomyces lanuginosus* eredetű α -galaktozidáz
enzim előállítás és jellemzése**

PhD értekezés tézisei

Rezessyné dr. Szabó Judit

**Budapest
2003**

PhD Iskola/Program

megnevezése: Élelmiszertudomány
tudományága: Élelmiszertudomány
vezetője: Dr. Fekete András, DSc
egyetemi tanár
BKÁE, Élelmiszertudományi Kar
Fizika-Automatika Tanszék

Témavezető: Dr. Hoschke Ágoston, CSc
egyetemi tanár
BKÁE, Élelmiszertudományi Kar
Sör- és Szeszipari Tanszék

A doktor jelölt az Egyetem Doktori Szabályzatának minden pontjának eleget tett és a dolgozata nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1 A munka előzményei és célkitűzései

A gazdasági és társadalmi fejlődés eredményeként megváltozott értelmet nyert a táplálkozás fogalma. Ma már a táplálkozás nem csupán azt jelenti, hogy szervezetünk számára biztosítsuk a létfontosságú tápanyagokat és energiaforrást, hanem alapvető szempont olyan élelmiszerek előállítás és fogyasztása, amelyek szerepet játszhatnak az egészségmegőrzésben. Azokat az élelmiszereket, amelyek a tápértékük mellett jótékony hatással vannak az egészségre, funkcionális élelmiszereknek nevezik. Többféle módon válhat egy élelmiszer funkcionálissá:

- ha a negatív fiziológiai hatású komponenseket eltávolítják, vagy helyettesítik
- a jótékonyak koncentrációját növelik
- egészségjavító tulajdonsággal rendelkező komponenseket adnak hozzá.

További feladatokat és kihívásokat állít az élelmiszertudomány és az élelmiszeriparban dolgozó szakemberek elé a speciális táplálékot igénylő népesség élelmiszerellátása. Egyre nagyobb az igény olyan termékekre, amelyeket a hiánybetegségben és az élelmiszerallergiában szenvedő emberek is fogyaszthatnak.

A jövő főbb élelmiszeripart érintő kutatási területei:

- a hatékonyság növelése a környezeti problémák csökkentésének figyelembevételével
- az értéknövelő technológiák kifejlesztése
- az élelmiszerkomponensek kölcsönhatásának feltárása és kiaknázása az élelmiszertermékekben
- stratégiák kifejlesztése az élelmiszer eredetű betegségek megakadályozására
- funkcionális élelmiszerek tervezése

E feladatok megvalósításánál kiemelkedő szerephez juthatnak az enzimes technológiák, mivel az enzim katalízis nemcsak helyspecifikus, hanem sztereoselektív is. Az enzimes reakciók kíméletes körülmények között mennek végbe és gyakorlatilag veszélytelenek a környezetre.

Az élelmiszerfeldolgozás során leggyakrabban alkalmazott enzimek a hidrolázok csoportjába tartoznak. Ipari méretekben is több évtizede alkalmazzák az amilolitikus, a proteolitikus, a pektolitikus, a laktáz, az invertáz és a lipáz enzimeket.

Az α -galaktozidáz (EC 3.2.1.22) enzimet ipari körülmények között jelenleg a cukorgyártás során használják a raffinóztartalom hidrolízisével a szacharóz hozam növelésére. Az α -galaktozidáz enzim széleskörűen felhasználható lenne az élelmiszergyártás más területein is. Alkalmazásával az élelmiszerek funkcionális tulajdonságai javíthatók. Az enzim hidrolitikus aktivitása révén képes a flatulenciát kiváltó raffinóz családfhoz tartozó galakto-oligoszacharidok lebontására. Felhasználásával a hüvelyesekben lévő antinutritív oligoszacharidok eliminálhatók, ezáltal funkcionálissá tehetők és tápértékük is növelhető. A szentjánoskenyér eredetű galaktomannán jó gélképző tulajdonságú élelmiszeradalék, de csak korlátozott mennyiségben hozzáférhető. Ez a termék sikeresen helyettesíthető guar eredetű módosított galaktomannánnal, amely α -galaktozidáz enzim segítségével szintén előállítható. A kedvező mannóz:galaktóz arány létrehozását követően a biokonverzióval előállított termék gélképző hajlama fokozható, azaz technofunkcionális tulajdonsága javul.

Számos olyan α -galaktozidáz enzim is ismert, amelyek transzferáz aktivitással is rendelkeznek, így hasznosíthatók különböző szerkezetű transzgalakto-oligoszacharidok szintézisére, amelyek prebiotikumként alkalmazhatók funkcionális élelmiszerekben. Beszámoltak olyan speciális α -galaktozidáz enzimekről is, amelyek ciklodextrinekre is képesek átvinni a galaktóz molekulákat, mind oldalláncként, mind a gyűrűbe beépítve. Ezek a heteropolimerek sikeresen felhasználhatók bioaktív anyagok mikrokapszulázására. Az α -galaktozidáz enzim hasznosításának széleskörű bővülése a közel jövőben várható.

Az ipari enzimek legnagyobb része ma már fermentációval előállított mikroba eredetű termék. A fonalgombák természetes élőhelyei az elhalt növényi részek, amelyek igen változatos összetétellel rendelkező polimereket tartalmaznak. Életben maradásukhoz és szaporodásukhoz szükségük van igen sokfajta enzim szintézisére és kiválasztására, hogy megfelelő tápanyagokhoz jussanak. E tulajdonságai miatt a gombákat enzim előállítási technológiában termelő szervezetekként hasznosítják. A termofilgombák által szintetizált enzimek általában

hőstabilisabbak, mint a mezofil eredetű megfelelőik. Biotechnológiai hasznosításuk így számos technológiai előnnyel kecsegtet (pl. rövidebb technológiai idő, jobb kapacitás kihasználás és hosszabb élettartam), ugyanakkor nem olyan problematikus inaktiválásuk, mint az extrém termofil baktériumokból származó enzimeké.

A termofil gombák közül a *Thermomyces lanuginosus* rendelkezik a legnagyobb szaporodási hőmérséklettartománnyal. A gomba nem patogén, nem termel toxinokat, jó szaporodó képességgel rendelkezik és gazdag forrása számos extracelluláris enzimnek. Ilyenek a hemicellulázok, az amilolitikus, a pektolitikus, a lipáz, és a fitáz enzimek. A hemicellulázai közül a legtöbb ismeret a xilanáz enzimről áll rendelkezésre. Az enzim teljes szekvenciáját és kristály szerkezetét is meghatározták. Ezen xilanáz kutatásokat az is inspirálta, hogy a *T. lanuginosus* nem cellulolitikus mikroorganizmus, ezért cellulázmentes termotabilis xilanáz enzimet termel. A hemicellulázok lebontásában szerepet játszó *T. lanuginosus* eredetű glikozilhidrolázokra, köztük az α -galaktozidázra, vonatkozó irodalmi adatok igen szűkösek. A szakirodalomban csupán egyetlen közlemény tesz említést *T. lanuginosus* eredetű α -galaktozidáz enzimről, de e közleménynek sem témája az enzim mennyiségi előállítás. A fenti hiány pótlására kívántam foglalkozni a *T. lanuginosus* eredetű α -galaktozidáz enzim előállítási lehetőségeivel, jellemzésével és alkalmazástechnológiai felhasználhatóságával.

Kutatómunkám főbb célkitűzései:

- Enzim előállítási technológia kidolgozása egy meghatározott törzsre
 - Optimális tápközeg összetétel kidolgozása
 - Inokulum készítés standardizálása
 - Fermentációs technológia kidolgozása
- Eljárás kidolgozása az α -galaktozidáz enzim kinyerésére és tisztítására
- Az enzimfehérje jellemzése
 - Molekulatömeg, izoelektromos pont, szénhidrátartalom
 - Optimális működési feltételek meghatározása
- Az enzim katalitikus tulajdonságainak meghatározása

2 Anyagok és módszerek

A felhasznált vegyszerek mind analitikai minőségűek voltak és a Sigma, a Reanal, a Merck és a Pharmacia cégektől kerültek beszerzésre.

A kísérletekben alkalmazott *Thermomyces lanuginosus* törzsek különböző gyűjteményekből származtak. A fermentációs kísérleteket rázatott lombikos technológiával valósítottam meg.

Az α -galaktozidáz aktivitás meghatározásához 15 mM koncentrációjú p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozid szubsztrátumot használtam. 5 perces reakcióidő elteltével az enzimreakciót 0,1 M-os nátrium-karbonát oldat adagolásával állítottam le. A felszabadult p-nitrofenol mennyiségét 405 nm-en spektrofotometriásan határoztam meg. Egy egységnyi α -galaktozidáz (NE) az az enzimmennyiség, mely 1 μ mol p-nitrofenolt szabadít fel percenként az enzimreakció körülményei között.

Az enzim tisztítására különböző oszloptölteteken megvalósított alacsony nyomású folyadék kromatográfiás módszereket használtam. Az oszlopok FPLC és GradiFrac rendszerekhez csatlakoztak, amelyek FPLCAssistant és FPLCDirector szoftverekkel (Pharmacia) vezérelhetők.

A fehérjekoncentráció meghatározására különböző módszereket (Biuret, Lowry, módosított Lowry, 280 nm-en történő fényelnyelés) alkalmaztam. Redukálócukor meghatározásokhoz Somogyi-Nelson és réz-bicinkoninát módszereket használtam. A szénhidrátok mennyiségi és minőségi meghatározása HPLC technikával történt. Az α -D-galaktóz mennyiségének meghatározásához a Roche cég (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany) által gyártott diagnosztikai készletet használtam.

Az enzim molekulatömeg meghatározása poliakrilamid gélelektroforézissel történt. A fehérjék festésére Coomassie Brilliant Blue reagenst alkalmaztam. Az izoelektromospont meghatározása agaróz gélen történt.

3 Az eredmények összefoglalása

Tizenhét *T. lanuginosus* törzset rangsoroltam extracelluláris α -galaktozidáz aktivitás alapján raffinóz növekedési szubsztrátumon. A legjobb aktivitású törzset -CBS 395.62b- választottam az enzimfermentációs technológia kidolgozásához. Ennek a törzsnek az 58°C-on meghatározott 15,7 NE/ml aktivitása közel két és félszerese volt az összes törzs termelőképességének átlagához viszonyítva.

A vizsgált növekedési szubsztrátumok közül a szacharóz, a raffinóz, a laktoszukróz, az L-arabinóz és a galaktomannánok indukálták az extracelluláris α -galaktozidáz enzim szintézisét. Hatékonyak bizonyultak az enzim szintézis szempontjából azon összetett mezőgazdasági eredetű termények illetve melléktermékek, amelyek ilyen komponenseket tartalmaztak, mint a borsóliszt és a korpakivonat. Az enzimszintézis szempontjából a szacharóz bizonyult a legjobb induktornak. A vizsgált törzsek többsége jobb, vagy közel azonos aktivitásokat mutatott szacharózon, mint raffinóz növekedési szubsztrátumon. Az enzim előállítására szelektált törzs 23 %-kal nagyobb aktivitást mutatott szacharózon, mint raffinózon.

Hét megvizsgált nitrogénforrás –élesztőkivonat, L-aszparagin, ammónium-acetát, ammónium-nitrát, nátrium-nitrát, ammónium-szulfát, ammónium-dihidrogén-foszfát– közül az ammónium-acetát alkalmazása során kaptam a legkedvezőbb eredményeket.

Ipari megvalósíthatóság szempontjából is kedvező a szacharóz és ammónium-acetát alapon történő technológia kidolgozása, mivel mindkét tápkomponens könnyen beszerezhető, olcsó fermentációs alapanyag.

Az α -galaktozidáz enzim termelés további fokozása céljából faktoriális kísérlettervezési módszerrel, valamint időben egy faktoros vizsgálatokkal optimalizáltam a szacharóz és az ammónium-acetát tartalmú tápközeg összetételét *T. lanuginosus* CBS 395.62b termelőtörzsre. Az optimalizált tápközeg összetétele a következő: szacharóz 30 g, ammónium-acetát 9 g, KH_2PO_4 3 g, K_2HPO_4 2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 g, Vogel-féle nyomelem oldat 1 ml. A fenti komponensek McIlvaine pufferral (pH=7,5) 1000 ml-re oldandók. Az enzimfermentáció indításához a 2 napos inkokulum tenyészet alkalmazását találtam optimálisnak.

A kidolgozott technológiával 7-8 napos fermentációs időtartammal 100 NE/ml enzim aktivitások érhetők el. Az optimalizálás eredményeként az

enzimhozamot sikerült hatszorosára növelni. Ez az irodalmi adatokkal összehasonlításban is kiemelkedőnek tekinthető, mivel a közlemények túlnyomó többségében csupán 1-5 NE/ml enzimaktivitásokról számolnak be, valamint alapját képezheti ipari fermentációs technológia kidolgozásának is.

A tenyészlé szűrletéből az enzim kinyerésére és tisztítására ammónium-szulfátos kicsapást követően négy lépésből álló kromatográfiás eljárást dolgoztam ki, amely során molekulaméret és töltés alapján történő elválasztásokat alkalmaztam. Az enzim tisztítás során 114-szeres tisztulást, 59 %-os kitermelést értem el, és 1813 NE/mg specifikus aktivitású terméket kaptam. Az enzimfehérje homogenitását denaturáló poliakrilamid gélelektroforézissel ellenőriztem. Az enzim molekulatömege 94 kDa és az izoelektromos pontja 3,9-4,1 között volt. Az enzim glikoprotein és szénhidrát tartalmát 5,3 (m/m) %-ra becsültem. Az enzimhez kapcsolódó szénhidrátok vizsgálata során a következő megoszlást találtam: 56 % mannóz, 36 % glükózamin, 8 % galaktóz. A glükóz tartalom kisebb volt, mint 1 %.

Az enzim optimális pH-ja pH=5,0-5,5 és optimális hőmérséklete a fenti körülmények mellett 65 °C volt p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozid szubsztrátumon meghatározva. Az enzim stabilnak bizonyult 55°C-on pH=6,4-8,3 közötti tartományban legalább 1 napon keresztül.

60 °C-on 24 óra hosszat tartó vizsgálatok során megállapítottam, hogy pH=4,0-nél 1 órán és pH=4,5-nél 7,5 órán belül inaktíválódott az enzim. pH=5,0-nél 52 %, pH=5,5-nél 58 %, pH=6,0-nál 68 %, pH=6,5-nél 75 %, pH=7,0-nél 79 %, pH=7,5-nél 45 %, pH=8,0-nál 51%, pH=8,5-nél 59 % és pH=9,0-nél 19 % maradék aktivitást mértem vissza.

65 °C-on történő kezelés során pH=4,0-nél 20 percen, pH=4,5-nél 40 percen, pH=7,5-nél, pH=8,5-nél és pH=9,0-nél 3 órán, pH=5,0-nél 4 órán, pH=5,5-nél és pH=7,0-nél 5 órán belül inaktíválódott az enzim. pH=6,0 és pH=6,5-nél 6 óra múlva is megtartotta az enzim aktivitásának több, mint 40 %-át.

70 °C-on és e feletti hőmérsékleteken történő inkubálás során az enzimmérszítvány nagyon rövid időn belül inaktíválódik.

Az enzim aktív volt p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozidon, melibiózon, raffinózon és sztachiózon, de nem tett szabaddá galaktózt intakt galaktomannánokból.

Az enzim kinetikai paramétereit meghatározva p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozidra nézve a $K_m=1,13$ mM, a $V_{max}=2498$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$; raffinózzra

$K_m=1,61$ mM, $V_{max}=4434$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ és sztachiózra $K_m=1,17$ mM, $V_{max}=4889$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ értékeknek adódtak. A fenti értékek alapján megállapítható, hogy az enzim a legnagyobb affinitást raffinózhoz mutatta és hasonló affinitású volt p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozidra és sztachiózra nézve.

A Mn^{2+} aktivátorként, míg a Ca^{2+} , a Zn^{2+} és a Hg^{2+} erős inhibitoroként hat a *T. lanuginosus* α -galaktozidáz enzim aktivitására. Ag^+ ionok hatására az enzim inaktíválódik.

Az enzim alkalmazási kísérletek során megállapítottam, hogy 55°C -on és $\text{pH}=5,5$ McIlvaine pufferral 50 NE α -galaktozidáz/g szubsztrátum arányánál 1 és 8 (m/m) % szubsztrátum koncentrációkat alkalmazva 3 órán belül a teljes hidrolízis lezajlik. Raffinóz szubsztrátum esetében kimutattam, hogy a hidrolízis első órájában átmeneti termékként 3, illetve 4 monoszacharidból álló trimer és tetramer vegyületek is keletkeznek. A sztachióz hidrolízisénel 24 órás hidrolízis idő után csak 60 %-os konverziót figyeltem meg.

A *T. lanuginosus* CBS 395.62b enzimtermelése eltérő különböző növekedési szubsztrátum alkalmazásánál. Szacharóz és galaktomannán szubsztrátumon az enzim kiválasztódott a tenyészlébe, míg melibióz szubsztrátumon csupán intracellulárisan szintetizálódott.

Az extracelluláris enzimtermelésnél is meghatározónak bizonyult az alkalmazott növekedési szubsztrátum minősége. Galaktomannánon optimalizált körülmények között is egy nagyságrenddel kisebb aktivitásokat értem el, mint szacharóz növekedési szubsztrátumon. Ennek magyarázata, hogy a galaktomannán koncentráció gélképző tulajdonsága miatt nem növelhető 1 (m/v) % fölé. E koncentrációban történő alkalmazása is problémát okozott az enzim kinyerése során. A szintetizált enzimek eltérő voltára utal az is, hogy a tisztítást követően a galaktomannánon előállított enzim molekulatömege 54 kDa, míg a szacharózon nyert enzimé 94 kDa volt.

4 Az eredmények továbbfejlesztési és hasznosítási lehetőségei

- Az α -galaktozidáz előállítására laboratóriumi szinten kidolgozott technológia léptéknövelésével megvalósítható az ipari szintű enzintermelés. Az ipari fermentációhoz javasolható a melasz alapon történő technológia kidolgozása és megvalósítása, mivel a melasz mind raffinózt, mind szacharózt tartalmaz, melyek indukálják az enzintermelést. Továbbá előnyt jelenthet, hogy a melasz gazdag a könnyen hasznosítható szabad aminosavakban.
- A *Thermomyces lanuginosus* gomba extracelluláris α -galaktozidáz enzimeinek feltérképezésére érdemes lenne korpa alapú tenyésztésekből is izolálni és jellemezni az α -galaktozidáz aktivitással rendelkező komponenseket.
- Az enzimfehérje aminosav szekvenciájának, valamint térbeli szerkezetének meghatározása a glikozilhidrolázok családjába történő besorolással, módot adhat az enzim katalitikus tulajdonságainak és hatásmechanizmusának feltárására.
- Az enzim hatásmechanizmusának feltárása molekuláris módszerek alkalmazásával.
- Az enzimalkalmazási kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy az előállított enzim alkalmas az antinutritív galakto-oligoszacharidok lebontására. Így hasznosíthatók a hüvelyesekben lévő flatulencia faktorokként ismert galakto-oligoszacharidok mennyiségének csökkentésére, illetve eliminálására, ezáltal ezen alapanyagok funkcionálissá tehető, valamint tápértékük növelhető.
- A prebiotikumként hasznosítható transzgalakto-oligoszacharidok szintézisének kidolgozása az enzimes transzfer reakciók optimalizálásával.

5 Új tudományos eredmények

1. Rangsoroltam tizenhét *Thermomyces lanuginosus* törzset extracelluláris α -galaktozidáz aktivitásuk alapján rázatott lombikos tenyésztés során. Megállapítottam, hogy a vizsgált törzsek enzim termelőképességében számottevő különbség van. Az enzim előállítás céljára a *T. lanuginosus* CBS 395.62b törzset ítéltem megfelelőnek. Meghatároztam azon növekedési szubsztrátumok körét, amelyek indukálják a *T. lanuginosus* CBS 395.62b törzs extracelluláris α -galaktozidáz szintézisét. A legjobb induktornak a szacharóz bizonyult. Az enzim szintézisét indukálták továbbá az α -galaktozidos kötést tartalmazó oligo- és poliszacharidok (a raffinóz és a galaktomannánok), az L-arabinóz, valamint a prebiotikumként alkalmazott bioszintetikus laktoszukroz.
2. Megállapítottam, hogy melibióz növekedési szubsztrátumon a *T. lanuginosus* CBS 395.62b törzs intracelluláris α -galaktozidáz enzimet szintetizál.
3. Laboratóriumi fermentációs technológiát dolgoztam ki a *T. lanuginosus* CBS 395.62b törzsszel történő α -galaktozidáz enzim előállítására. Az enzimfermentáció indításához a 2 napos inokulum tenyészet alkalmazását találtam optimálisnak. Optimalizáltam a tápközeg összetételét és így az enzimtermelési szintet hatszorosára növeltem.
4. Módszert fejlesztettem ki az α -galaktozidáz enzim kinyerésére. A szacharóz szubsztrátumon termelt és homogenitásig tisztított α -galaktozidáz enzim molekulatömege 94 kDa, izoelektromos pontja 3,9-4,1. Az enzim glikoprotein, szénhidrátartalma 5,3 %, főkomponensei: mannóz 56 %, glükózamin 36 %, galaktóz 8 %. A homogenitásig tisztított enzim pH optimuma pH=5,0-5,5 tartományban van és hőmérséklet optimuma 65 °C p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozid szubsztrátumon meghatározva. A Mn⁺⁺ gyenge aktivátorként, míg a Ca⁺⁺, a Zn⁺⁺ és a Hg⁺⁺ erős inhibitorként hatnak az enzimaktivitásra. Ag⁺ jelenlétében az α -galaktozidáz enzim inaktíválódik.

5. Az enzim katalitikus tulajdonságaira vonatkozóan megállapítottam, hogy a p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozid szubsztrátumon kívül hidrolizálja a melibiózt, a raffinózt és a sztachiózt, de nem mutatott aktivitást az intakt galaktomannán szubsztrátumokon. Meghatározott körülmények között transzferáz aktivitás is kimutatható.

Meghatároztam az α -galaktozidáz készítmény kinetikai paramétereit, amelyek p-nitro-fenil- α -D-galaktopiranozid jelenlétében: $K_m=1,13$ mM, $V_{max}=2498$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$; raffinóznál $K_m=1,61$ mM, $V_{max}=4434$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ és sztachióznál $K_m=1,17$ mM, $V_{max}=4889$ $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ értékeknek adódtak.

6. Bebizonyítottam, hogy a *T. lanuginosus* CBS 395.62b jelzésű törzs legalább két különböző molekulatömegű extracelluláris α -galaktozidáz enzimet szintetizál. A szacharózon szintetizált enzim molekula tömege: 94 kDa, míg a szentjánoskenyér eredetű galaktomannánon előállított enzimé 54 kDa volt.

6 Az értekezés témakörében megjelent közlemények

Tudományos folyóiratban megjelent közlemények

1. Rónaszéki G, Nguyen DQ, **Rezessy-Szabó JM**, Hoschke Á, Bhat MK (2000) Screening the strains of thermophilic fungus *Thermomyces lanuginosus* for amylolytic activities. *Acta Aliment* **29**:71-79
2. **Rezessy-Szabó JM**, Bujna E, Hoschke Á (2002) Effect of different carbon and nitrogen sources on α -galactosidase activity originated from *Thermomyces lanuginosus* CBS 395.62/b. *Acta Aliment* **31**: 73-82
3. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Bujna E, Takács K, Kovács M, Hoschke Á (2003) *Thermomyces lanuginosus* CBS 395.62/b strain as rich source of α -galactosidase enzyme. *Food Technol Biotechnol* **41**: 55–59

Kutatási jelentések

1. Hoschke Á, **Rezessy-Szabó JM**, Rónaszéki G, Nguyen DQ (1998) Production and evaluation of industrial potential of the thermostable amyolytic and xylanolytic enzymes from the thermophilic fungus, *Thermomyces lanuginosus*. COPERNICUS CIPA-CT 94-0232 project final report
2. Bhat MK, Macris BJ, Claeysens M, Kolev DN, Hoschke Á, Biely P, Bennett NA, Ryan J, Yusuf I, Kekos D, Christakopolous P, Katapodis P, Nerinckx W, Ntuma P, Petrova S, Atev A, Bakalova NG, Benadova RS, **Rezessy-Szabó JM**, Rónaszéki G, Nguyen DQ *et al.* (1998) Production and evaluation of industrial potential of the thermostable amyolytic and xylanolytic enzymes from the thermophilic fungus, *Thermomyces lanuginosus*. Final edited and exploitation technical progress report, IFR, Reading Laboratory
3. Hoschke Á, **Rezessy-Szabó JM**, Bujna E, Mayer Á, Bognár Cs, Barna Zs (2000) Production and evaluation of functional food ingredients in improving the nutritional quality of food and human health. Final Report of IC-CT 96-1000 Project

Konferencia kiadványokban megjelent teljes terjedelmű közlemények

1. Bhat MK, Bennet NA, Hoschke Á, **Rezessy-Szabó JM**, Rónaszéki G, Macris BJ, Katapodis P, Biely P, Vranska M (1997) Thermostable glucoamylase and xylanase for food applications. 8th European Congress on Biotechnology, Budapest
2. Hoschke Á, **Rezessy-Szabó J**, Nguyen DQ, Bujna E, Czukor B (1999) Enzymatic degradation of antinutritive oligosaccharides of legumes, Proceeding of Euro Food Chem., Budapest. In: Proceedings of Euro Food Chem X: Functional Food – A new challenge for the food chemists (eds: Lásztity R, Pfannhauser W, Simon-Sarkadi L, Tömösközi S) 778-783
3. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Hoschke Á (2000) Formation of α -galactosidase enzyme by *Thermomyces lanuginosus*. Proceeding of 14th Forum for Applied Biotechnology 2000 **65/3a**:319-322
4. Hoschke Á, Nguyen DQ, **Rezessy-Szabó JM** (2000) Termofil gomba *Thermomyces lanuginosus* extracelluláris enzimek vizsgálata. Acta Microbiol Debrecina 142-146

Tudományos konferenciákon elhangzott előadások

5. Bhat MK, Bennet NA, Hoschke Á, **Rezessy-Szabó JM**, Rónaszéki G, Macris BJ, Katapodis P, Biely P, Vranska M (1997) Thermostable glucoamylase and xylanase for food applications. 8th European Congress on Biotechnology, Budapest
1. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Bujna E, Rónaszéki G, Hoschke Á (1998) Glükóamiláz enzim előállítás *Thermomyces lanuginosus* fonalas gombával. Lippay János – Vas Károly Nemzetközi Tudományos Ülésszak, Budapest
2. **Rezessy-Szabó JM**, Bujna E, Hoschke Á (2000) Különböző szén- és nitrogénforrások hatása *Thermomyces lanuginosus* eredetű α -galaktozidáz enzim termelésére. Lippay-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest

Tudományos konferenciákon bemutatott poszterek

1. Hoschke Á, Nguyen DQ, **Rezessy-Szabó JM** (1999) Termofil gomba *Thermomyces lanuginosus* extracelluláris enzimek vizsgálata. Fermentációs Kollokvium, Debrecen
2. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Bujna E, Hoschke Á (1999) Production of α -galactosidase by *Thermomyces lanuginosus*. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica **46**:345
3. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Hoschke Á (2000) Formation of α -galactosidase enzyme by *Thermomyces lanuginosus*. 14th Forum for Applied Biotechnology Gent, Belgium
4. **Rezessy-Szabó JM**, Sinkó I, Bujna E, Nguyen DQ (2000) Enhancement of productivity of alpha-galactosidase by optimisation of medium composition. First Joint Meeting of the Slovenian Society for Microbiology and the Hungarian Society for Microbiology, Keszthely
5. **Rezessy-Szabó JM**, Nguyen DQ, Bujna E, Takács K, Kovács M, Hoschke Á (2002) *Thermomyces lanuginosus* CBS 395.62/B strain as rich source of α -galactosidase enzyme. Power of Microbes, Opatjia, Croatia
6. **Rezessy-Szabó JM**, Lefler DD, Nguyen DQ, Hoschke Á (2003) Szénforrások hatása az α -galaktozidáz enzim szintézisére. Lippay-Ormos-Vas Nemzetközi Tudományos Ülésszak, Budapest