

## A biotechnológus mester (MSc) képzés és a 21. század mezőgazdasága

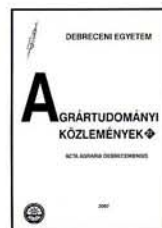
Heszky László

Szent István Egyetem

Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,

Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

heszky.laszlo@mkk.szie.hu



### ÖSSZEFOGLALÁS

A Mezőgazdasági Biotechnológus mérnök Mester Szak (MSc) új képzési irányt jelent a magyar felsőoktatásban. A cikk azokat az elméleti és gyakorlati eredményeket foglalja össze, melyek szükségessé és indokoltá tették a biotechnológus mester szak indítását az Európai Unió agrár felsőoktatásban. Ennek keretében ismerteti a mezőgazdasági biotechnológia tudományos és gyakorlati területeit, a transzgenikus növények példáján bemutatja a gyakorlati alkalmazás sikereit a világon. Bemutatja továbbá a Szent István Egyetemen induló Növénybiotechnológus és Állatbiotechnológus mester (MSc) szakok előzményeit, céljait és követelményeit. A képzési idő 4 félév. Az oklevél megszerzéséhez szükséges kreditek száma 120, a kontaktórák száma mind a Növénybiotechnológia, mind az Állatbiotechnológia szakirány esetében 1200. A szakmai gyakorlat 4 hét (8 hét keresztféléves indítás esetén), melyet biotechnológiai laboratóriumban kell eltölteni. Alapozó tárgyak száma 6, a szakmai törzstárgyak száma 8, szakirányok tárgyainak száma 10, mind a növény-, mind az állatbiotechnológia esetében, melyet 4 szabadon választható tárgy egészít ki. A SZIE Mezőgazdasági Biotechnológus mérnök mesterszak alapozó, törzs és szakirányú tárgyainak oktatásában 34 oktató (tárgyfelelős, gyakorlatvezető) vesz részt. 31 oktató (93%) rendelkezik tudományos minősítéssel, a minősítettek közül akadémikus 3 fő (9%), MTA doktora 11 fő (33%), PhD/CSc 17 fő (51%). A SZIE Mezőgazdasági Biotechnológus mérnök mester (MSc) szak tudományos háttérét a kapcsolódó 3 Kar 10 Tanszékének kutatási programjain kívül 4 MTA-SZIE Kutatócsoport és 4 Kutatóintézet tudományos feltételrendszere, valamint hazai és nemzetközi együttműködései jelentik.

**Kulcsszavak:** növénybiotechnológia, állatbiotechnológia, oktatás, MSc

### SUMMARY

The establishment of an Agricultural Biotechnology MSc course creates a new direction in Hungarian higher education. As an introduction, the article summarizes the main theoretical and practical possibilities and results of biotechnology which have necessitated launching the course. Subsequently, the preliminaries, aims and requirements of the Masters course are introduced. The main data of the agricultural MSc course at Szent István University in Gödöllő (Hungary) are the following: 4 semesters, 120 credits, 1200 contact hours, 4 weeks training in a biotech laboratory, 6 fundamental subjects, 8 basic subjects in biotechnology. Plant and animal biotechnology, are the two options for specialization and both have 10 separate professional subjects. The teaching staff consists of 34 teachers (93% of them have PhDs or higher scientific degrees) from 10 Departments of 3 Faculties of Szent István University.

**Keywords:** plant biotechnology, animal biotechnology, MSc course

### BEVEZETÉS

*Mottó: „Meg kell tanulnunk együtt élni a DNS-ről szerzett tudásunkkal” James D. Watson*

A 18-21. század között az emberiség többet tudott meg a földi élet lényegéről, mint a megelőző 15 ezer év alatt. Létrehozta a tudományt, mely a természet, a társadalom és a gondolkodás objektív összefüggéseiből szerzett, igazolható ismeretek rendszere. Tudományos kutatás napjainkban eszköz az emberiség kezében, hogy a Földünk élettelen és élő világának titkait megfejtse, a világ működését megismerje, és tudását az emberiség fejlődésének szolgálatába állítsa.

Az emberi társadalmak fejlődésének alapja napjainkban a tudomány és az azt szolgáló kutatás. A 3. évezred elején a Tudásalapú Társadalmak motorjait az élettudományok közül az élet titkával kapcsolatos ismereteinket bővítő alapkutatások (pl. genomika, proteomika, metabolomika, stb.), valamint az eredményeket az emberiség szolgálatába állító alkalmazott tudományok (pl. biotechnológia, géntechnológia, stb.) és innovatív fejlesztéseik jelentik.

A XXI. századig a modern mezőgazdaság és azt szolgáló tudományok igyekeztek a maximumot kihozni azokból a konstrukciókból (szántóföldi, kertészeti, erdészeti növény fajok, és tenyésztett állatok), melyeket a természet felkínált. Nem tették meg azonban azt a kicsi, de mégis óriási lépést, mely a növények és állatok képességeinek, tulajdonságainak mesterséges megváltoztatását tette volna lehetővé. A XX. század végétől viszont ez a tudományos lehetőség már adott. A XXI. században megkezdődhet a földi élet megfejtett „titkának” felhasználása az emberiség érdekében. A fejlesztések három nagy irányzat köré csoportosíthatók: zöld biotechnológia (mezőgazdaság és élelmiszer), kék biotechnológia (orvosi és gyógyszer), valamint a piros biotechnológia (ipar).

### A XXI. SZÁZAD, A GÉNTÉCHNOLÓGIA KORÁNAK KEZDETE

A földi élet információját hordozó molekula a DNS primér szerkezetének leírása óta eltelt fél évszázad alatt 44 tudós kapott Nobel-díjat, akiknek kutatási eredményei közvetlenül vagy közvetve kapcsolódtak a DNS-sel kapcsolatos ismereteink bővüléséhez. Az elmúlt 50 évben megtudtuk, hogy a földön élő valamennyi szervezet, így a növények és állatok összes tulajdonsága is, a sejtek örökítő



anyagában, a DNS-ben van kódolva. A növények DNS-ének hosszúsága néhány százmilliótól több tízmilliárd nukleotid páig terjedhet.

Ma már tudjuk, hogy a DNS-ben és génjeiben tárolt genetikai információ az adott egyed minőségi és mennyiségi tulajdonságain kívül tartalmazza a sejtek és azok együttese, a szervezet működésének programját, beleértve az anyagcsere folyamatokat, az ontogenezist, a növekedést és fejlődést, valamint a szaporodást is, továbbá a biotikus és abiotikus stresszekkel szembeni védekezési reakciók programját, az állatok és ember esetében az immunrendszer működésének, sőt bizonyos mértékig a magatartásra és a viselkedésre vonatkozó információkat is, stb. Lassan helytálló lesz az a szállóige, hogy „ismerd meg önmagadat, ismerd meg génjeidet”.

Mindezeket leegyszerűsítve talán nem túlzás azt állítani, hogy a termesztett növényeink és tenyésztett állataink is a bennük (genomjukban) lévő génjeik termékének tekinthetők. Fogalmazhatunk úgy is, hogy egy növény- vagy állatfajta csak azokkal a tulajdonságokkal rendelkezik, melyek génjeit a genomja tartalmazza. Folytatva ezt a gondolatsort, azt a teljesítményt vagy képességet, melynek génjei hiányoznak egy növény- vagy állatfajtaból, a természet, illetve tenyésztő semmiféle technológiai trükkkel sem tudja produkálni, ahhoz az adott fajtát fel kell ruházni az adott tulajdonság génjeivel! Erre ad lehetőséget – többek között – a biotechnológia és a géntechnológia, bizonyítva óriási lehetőségeit és jelentőségét a jövő mezőgazdaságában.

A mezőgazdasági jelentőséget alátámasztják továbbá azok az új megközelítési lehetőségek, melyeket a biotechnológia felkínál számunkra. A biotechnológia szempontjából napjaink növénytermesztését és állattenyésztését felfoghatjuk úgy is, hogy nem búzát, kukoricát, napraforgót, valamint húst, tojást, tejet, stb., hanem cukrot, fehérjét, szénhidrátokat, olajat, cellulózt, zsírsavakat, vitaminokat, alkaloidokat, stb. termelünk. A vegyi üzemek, melyek ezeket az anyagokat előállítják, a növények és állatok, pontosabban a növényi és állati sejtek. A termelő folyamat pedig a növények és az állatok anyagcseréje.

A növények és állatok anyagcseréjét viszont – közvetlenül, illetve közvetve – a genetikai program szabályozza, mely a növények és állatok minden egyes sejtjében megtalálható. A genetikai programot a sejt DNS-e tárolja a genetikai kód szabályai szerint. Biotechnológiai szempontból ez azt jelenti, hogy a növények minden sejtjének DNS-ében, a génekben kódolva van az egyedre (fajra) jellemző minden fehérje szerkezetére (struktúr szekvenciák) és szintézisére (regulátor szekvenciák) vonatkozó információ. Az anyagcsere folyamatok viszont a Földet benépesítő fajokban (mikroorganizmusok, növények, állatok és ember), azok minden sejtjében többé-kevésbé azonos technológiai előírás szerint összehangoltan és szabályozottan zajlanak. Napjainkban már azt is tudjuk, hogy az anyagcserében résztvevő molekulák és funkcióik, végeredményben a „technológia minden eleme” a

földi élet információját hordozó molekulában, a DNS-ben (a génekben) van kódolva. A genetikai kód pedig a Földön élő minden faj génjeiben azonos, tehát a növények, állatok, az ember, stb. génjei kompatibilisek.

A biotechnológia (géntechnológia) ezekre az ismeretekre épülve adja az emberiség kezébe azt a lehetőséget, megközelítéseket és módszereket, hogy az élőszervezetek – jelen esetben a növények és állatok – működését (életét) vezérlő genetikai programot mi emberek változtassuk meg, az emberiség (gazdaság, a fogyasztó) igényeinek megfelelően. Ez az új biotechnológia a géntechnológia lényege, stratégiája és lehetősége. Az emberiség a géntechnológia korszakába lépett, mely mindenképpen az emberi tudás a tudomány diadalát jelenti.

## **A MEZŐGAZDASÁGI (ZÖLD) BIOTECHNOLÓGIA TUDOMÁNYOS ÉS GYAKORLATI TERÜLETEI**

A XX. század végére az emberiség nemcsak megismerte a földi élet információját hordozó molekulát, hanem képessé vált annak módosítására is. Ez paradigmaváltást eredményezett a növény- és állattudományokban. A paradigmaváltás lényege, hogy a mendeli genetikára alapozott XX. századi nemesítés az utódok hasadásából próbált következtetni a vizsgált egyedek genotípusára. A molekuláris megközelítés a genotípusból indul ki és annak módosításával éri el a kívánt fenotípust.

A géntechnológiával kialakított új tulajdonságoknak (kívánt fenotípus) komoly termesztés- és tenyésztéstechnológiai, piaci és kereskedelmi értékük lehet. Ezeknek a lehetőségeknek a kihasználására a világon az elmúlt évtizedekben géntechnológiai verseny alakult ki a transzgenikus növény- és állatfajták XXI. századi piaciért. Napjainkban a GM növények esetében már részesei vagyunk ennek a versenynek.

A mezőgazdasági biotechnológia egy új alkalmazott kutatási terület a tudományban, és egy új szak (diszciplína) a felsőoktatásban. A mezőgazdasági biotechnológia és fő területeit napjainkban az alábbi területek jelentik:

**Általános (élelmiszer- és gyógyszeripari) biotechnológia** klasszikus értelemben olyan technológiát jelent, melyben valamilyen termék előállításának folyamatát vagy annak egyes lépéseit élő szervezet(ek), sejtek vagy azok alkotóelemei végzik. Az élő szervezetek lehetnek prokarioták (mikroorganizmusok) vagy eukarioták sejtjei (növényi, állati sejtek), vagy sejtalkotói (enzimek, antitestek, stb.).

A **mezőgazdasági biotechnológia** a mezőgazdaságban felhasznált mikroorganizmusok, termesztett növények és tenyésztett állatok szaporodásának (szaporodásbiotechnológia), valamint genetikai programjának (géntechnológia) megváltoztatását és az így kialakított (új vagy módosított) képességeiknek technológiai (növénytermesztési és -orvosi, állattenyésztési és



-orvosi, környezetgazdálkodási, stb.) alkalmazását jelenti.

A mezőgazdasági biotechnológia a vizsgált célszervezet alapján három fő területre (állati, növényi és mikroba biotechnológia) osztható, a módszertani megközelítés alapján pedig két eltérő csoportra a szaporodás biotechnológiára, illetve a géntechnológiára osztható (1. ábra).

1. ábra: A mezőgazdasági biotechnológia fő területei és fontosabb technikái

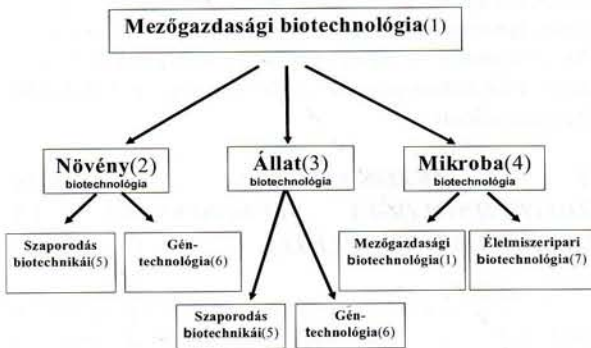


Figure 1: Main fields of agricultural biotechnology

Agricultural biotechnology(1), Plant biotechnology(2), Animal biotechnology(3), Microbial biotechnology(4), Biotechnology of reproduction(5), Genetechnology(6), Foodbiotechnology(7)

**Mikroba biotechnológia:** olyan mezőgazdasági és élelmiszeripari technológiákat jelent, melyek egyes lépéseiben hagyományos vagy géntechnológiával módosított mikroorganizmusokat használnak fel.

**A növénybiotechnológia:** a növények szaporodásának (reprodukciónak) biotechnikái), valamint a genetikai programjának (géntechnológia) megváltoztatását, és az így kialakított új vagy módosított növények képességeinek technológiai alkalmazását jelenti.

**Az állatbiotechnológia:** az állatok szaporodásának (reprodukciónak) biotechnikái), valamint a genetikai programjának (géntechnológia) megváltoztatását, és az így kialakított új vagy módosított állatok képességeinek technológiai alkalmazását jelenti.

**A szaporodás (reprodukciónak) biotechnológia:** a növények és az állatok ivaros (szexuális) és ivartalan (aszexuális) szaporodásának módosítását jelenti sejtbioológiai és molekuláris biológiai módszerekkel.

**A géntechnológia:** a növények (növényi sejtek), állatok (állati sejtek) és mikroorganizmusok (vírusok, baktériumok, gombák) genetikai programjának megváltoztatását jelenti molekuláris genetikai módszerekkel.

A mezőgazdasági biotechnológia, mint alkalmazott és szintetizáló kutatási-fejlesztési terület, céljai eléréséhez felhasználja mind a molekuláris genetikai és molekuláris biológiai (genomika, proteomika, metabolomika, bioinformatika, stb.) eredményeket, mind az in vitro sejt- és szövetnyésztési, valamint

asszisztált reprodukciós technikákat. Azokat különböző gyakorlati (mezőgazdasági) célok elérése érdekében a tenyésztett állatokon, természetesen növényeken, illetve gazdaságilag jelentős mikroorganizmusokon alkalmazza.

A mezőgazdasági biotechnológia eredményei és módszerei **gyakorlati felhasználásának legfontosabb területeit ezért az alábbiak jelentik:**

- növény-, állat- és mikrobanemesítés (pl. új fajták, GM fajták, stb.),
- növénytermesztési technológiák (pl. új fajták, GM fajták termesztése),
- állattenyésztési technológiák (pl. módosított fajták, ivararányok módosítása, klónozott állatok, stb.),
- növényvédelmi technológiák (pl. transzgenikus növényvédelem /herbicidek, rovar, stb. rezisztencia/),
- állategészségügyi technológiák (pl. vakcinák, diagnosztikumok, stb.),
- sejtfermentációs technológiák (pl. módosított mikrobákkal, növényi sejtekkel, stb.),
- vetőmag, szaporítóanyag, oltóanyag és tenyészállomány előállítás, fenntartás, felszaporítás és megőrzés (pl. in vitro mikroszaporítás, krioprezerváció, stb.).

### A ZÖLD BIOTECHNOLÓGIA GYAKORLATI ALKALMAZÁSA ÉS OKTATÁSA A VILÁG MEZŐGAZDASÁGÁBAN (TRANSZGÉNIKUS NÖVÉNYEK PÉLDÁJÁN)

A géntechnológia molekuláris eszköztára végül is az emberiség kezébe adta azt a lehetőséget, hogy a természetet növényfajokat olyan tulajdonságokkal ruhazza fel, velük olyan anyagokat termeltesen, melyek az adott fajban az evolúció során nem alakulhattak ki, vagy nem az ember által kívánt mennyiségben és minőségben.

Az első transzgenikus növényt, mely antibiotikum (kanamicin) rezisztenciával rendelkezett, 1982-83-ban állították elő a világon. Az első gazdaságilag is jelentős gént tartalmazó GM növényekről (vírus, rovar és herbicidek rezisztencia) 1986-ban és 1987-ben számoltak be a Science és a Nature folyóiratokban. A gazdaságilag jelentős géneket tartalmazó GM-növények szántóföldi tesztelése 1986-ban kezdődött az USA-ban, melyet az elmúlt évtizedben több ezer kísérlet követett Kanadában, az EU (1988) különböző országaiban, valamint Kínában és természetesen hazánkban (1995-98) is.

Az első transzgenikus növényfajta a későn puhuló (Flavr-Savr) paradicsom volt, mely 1994-ben jelent meg az USA piacán. A köztermesztésbe került GM növényfajták vetésterülete ezt követően soha nem látott gyorsasággal növekedett az elmúlt 12 évben, és 2006-ban megközelítette a 100 millió ha-t. A rendkívül gyors terjedésnek – ami páratlan az emberiség történetében – legfontosabb oka, hogy a géntechnológiára alapozott transzgenikus nemesítéssel számos olyan probléma megoldható,



melyekre a klasszikus nemesítési módszerek alkalmatlanok voltak.

Ez azonban nem jelenti azt, hogy a molekuláris nemesítés képes helyettesíteni a hagyományos fajta előállítását. A GM fajták ugyanis általában nem új fajták, hanem a klasszikus nemesítéssel előállított legjobb köztermesztésben lévő fajták GM változatai. Ez természetesen azt is jelenti, hogy minden GM fajtának megvan a hagyományos úton előállított klasszikus fajtaváltozata is, megadva a lehetőséget a termelőnek a választásra.

A 2006-ban köztermesztésben lévő transzgenikus növények 100 millió ha nagyságú területének megoszlása a következő: • herbicid toleráns szója fajták 62%, • rovar rezisztens (kukoricamolylevél, kukoricabogár), herbicid toleráns, rovar rezisztens és herbicid toleráns kukorica hibridek összesen 21%, • herbicid toleráns, rovar rezisztens, rovar rezisztens és herbicid toleráns gyapot összesen 12%, • herbicid toleráns repce fajták 5%.

Természetesen a világon több százra tehető azon géntechnológiai kutatási irányzatok száma, melyek valamilyen gazdaságilag értékes módosítást céloznak meg kultúrnövényekben. Ezek közül egyre több kerül szántóföldi kipróbálásra

A világon 7 országban termelnek 1 millió ha felett GM növényfajtákat, melyek közül kiemelkedik az USA közel 50 millió ha-ral, mely a termőterület

50%-a. Az USA-t Argentína (17 millió ha), Brazília (9,4 millió ha), Kanada (5,8 millió ha), Kína (3,3 millió ha), Paraguay (1,8 millió ha), India (1,3 millió ha) követi. Európában 100 ezer ha alatti területen Romániában, Spanyolországban, Portugáliában, Németországban, Franciaországban és Csehországban termelnek GM növényfajtákat, általában kukorica hibrideket.

Hazánkban jelenleg nem termesztetők GM növények. Nagy a valószínűsége annak, hogy az Európai Unió Bizottsága még a 2007 tavaszi vetés előtt a magyar moratóriumot eltörli, és a MON 810-es event-et tartalmazó kukoricamolylevél rezisztens kukorica hibridek hazánkban termesztetők lesznek. A biotechnológiával foglalkozó képzés az „Európai Felsőoktatási Térség” szinte valamennyi nemzetközileg versenyképes felsőoktatási intézményében bevezetésre került, illetve kerül a bolognai folyamat részeként. Az európai egyetemeken és ezek közül is az agrárfelsőoktatási intézményekben működő, illetve bevezetés alatt álló mesterszakokat az 1. táblázat tartalmazza.

Az MSc szintű oktatás jellege, képzési struktúrája, sőt a képzés időtartama eltérő a különböző egyetemeken. Az 1. táblázatból általánosságban megállapítható, hogy a kredit érték általában 120, és az oktatás 4 szemeszteres.

1. táblázat

Mezőgazdasági biotechnológus képzés az EU tagországok egyetemein

Egyetem(1)	Ország(2)	MSc kurzus neve(3)	Képzés típusa(4)	Specializáció(5)
Agricultural University of Athens	Görögország(6) <b>Athén</b>	Application of Biotechnology in Agriculture	4 szemeszter(12)	Növénybiotechnológia(14) Állatbiotechnológia(15)
BOKU	Ausztria(7) <b>Bécs</b>	Biotechnology	4 szemeszter(12) 120 kredit(13)	Növénybiotechnológia(14) Állatbiotechnológia(15)
Hannover University	Németország(8) <b>Hannover</b>	Plant Biotechnology	4 szemeszter(12) 120 kredit(13)	Növénybiotechnológia(14)
Justus-Liebig University, Giessen	Németország(8) <b>Giessen</b>	Agrobiotechnology	4 szemeszter(12)	Növénybiotechnológia(14) Mikroba biotechnológia(16)
Lancaster University	Anglia(9) <b>Lancaster</b>	Plant Biotechnology		Növénybiotechnológia(14) Mikroba biotechnológia(16)
Royal Veterinary and Agricultural University	Dánia(10) <b>Koppenhága</b>	Biology-Biotechnology	4 szemeszter(12)	Élelmiszerbiotechnológia(17) Állatbiotechnológia(10)
TU München	Németország(8) <b>München</b>	Biotechnology	5 szemeszter(12)	Növénybiotechnológia(14) Állatbiotechnológia(15)
University of Abertay Dundee	Anglia(9) <b>Dundee</b>	Biotechnology	4 szemeszter(12)	Növénybiotechnológia(14) Állatbiotechnológia(15) Mikroba biotechnológia(16)
University of Reading	Anglia(9) <b>Reading</b>	Plant biotechnology	4 szemeszter(12) 180 kredit(13)	Növénybiotechnológia(14)
Wageningen	Hollandia(11) <b>Wageningen</b>	Plant biotechnology	4 szemeszter(12) 120 kredit(13)	Növénybiotechnológia(14) Molekuláris növénynemesítés(18)

Forrás: Bernáth J.

Table 1: Agricultural MSc courses at universities in selected member states of the EU

University(1), Country(2), MSc degree course(3), Duration of training(4), Specialization(5), Greece(6), Austria(7), Germany(8), GB(9), Denmark(10), The Netherlands(11), Semester(12), Credit(13), Plant biotechnology(14), Animal biotechnology(15), Microbial biotechnology(16), Food biotechnology(17), Molecular plant breeding(18)

Összefoglalva, a fentiek kétséget kizáróan bizonyítják, hogy a magyar agráriumnak is fel kell

készülnie a biotechnológia és géntechnológia eredményeinek fogadására, ez pedig elképzelhetetlen



a biotechnológiában jártas szakemberek nélkül. A Mezőgazdasági Biotechnológus Mérnök Mester Szak indítása néhány hazai egyetemen ennek az igénynek kíván megfelelni, és a magyar mezőgazdaságot jól képzett biotechnológus szakemberrel ellátni.

**MEZŐGAZDASÁGI BIOTECHNOLÓGUS MÉRŐNK MESTER SZAK (MSc) INDÍTÁSÁNAK CÉLJAI, TANTERVEI ÉS KÖVETELMÉNYEI**

**Hazai helyzet**

A XXI. század mezőgazdasági termelés folyamatát alapvetően új szemlélet fogja meghatározni. Az új megközelítések és az új tudományterületek közül várhatóan a biotechnológia és géntechnológia alkalmazása jelenti majd a legnagyobb szakmai kihívást és társadalmi problémát. A magyar társadalomnak rendkívül nagy szüksége lesz a közeljövőben olyan szakemberekre, akik a XXI. század tudásalapú társadalmának egyik motorját jelentő területen, a biotechnológiában jártasak, továbbá megfelelő ismeretekkel rendelkeznek és felkészültek a GMO-kal kapcsolatos tudományos, gazdasági kihívásokra, a környezeti és élelmiszerbiztonsági veszélyek kizárására, összhangban az EU rendeletekkel és ajánlásokkal.

GMO-k jelenlegi társadalmi elutasíthatóságának forrása, a GMO-kal kapcsolatos ismeretek hiányából adódó ösztönös félelem, melynek oka, hogy az elmúlt évtizedben a magyar felsőfokú oktatás nem helyezte kellő hangsúlyt a biotechnológiával és annak legfontosabb alkalmazási területével, a mezőgazdasági biotechnológiával kapcsolatos ismeretek oktatására, továbbá biotechnológus szakemberek képzésére.

Mezőgazdasági biotechnológus mérnök képzés hiányzott és jelenleg is hiányzik a magyar agrárfelsőoktatás palettájáról. Ezért a biotechnológus szakemberekből hiány van az agrártudományok, az agrár közigazgatás és felsőoktatás különböző területein, illetve a biotechnológus tanácsadók hiányoznak a mezőgazdaság termelési technológia különböző fázisaiban (pl. vetőmagipar, tenyészállat előállítás, GM növények termelési technológiái, koegzisztencia, stb.). A biotechnológus munkaerőpiac további növekedését fogja jelenteni a jövőben, a különböző nemzetközi cégek hazánkban létesített leányvállalatainak szakember igénye is. A mezőgazdasági biotechnológia rohamos fejlődése – az előzőek miatt – folyamatosan bővülő munkaerőpiacot jelent a növénybiotechnológiai, állatbiotechnológiai magas szintű elméleti ismereteivel rendelkező mesterdiplomás szakemberek iránt.

**Előzmények a Szent István Egyetemen**

Mezőgazdasági biotechnológus mérnök szakképzés korábban nem volt Magyarországon. Ezt a hiányt pótolva indította el a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kara

- 1986-ban a biotechnológus szakmérnök képzést,

- 1992-ben a növénybiotechnológus PhD képzést,
- 2000-ben a biotechnológus nappali szakirányú képzést .

*Biotechnológus és Nemesítés nappali Szakirány* (általános agrármérnök szak): az elmúlt 5 évben évente átlagosan 30 fő jelentkezett a szakirányra. A képzés 3 éves (6 félév), ezért az átlagos hallgatói létszám 80-90 fő. A végzett hallgatók diplomájában a szakirány (állat, növény, mikroba) elvégzését betétlap igazolja, felsorolva azokat a speciális tárgyakat, melyekből a hallgató sikeres vizsgát tett. A szakirány hallgatói külön államvizsga bizottság előtt védik meg diplomamunkájukat.

*Nemesítés genetikai és biotechnológiai módszerekkel PhD program*: a SZIE MKK Genetika és Növénynemesítés Tanszékének doktori programját a MAB 1992-ben akkreditálta. A programra évente átlagosan 2-3 ösztöndíjas, illetve 6-8 levelező PhD hallgató nyer felvételt. Az elmúlt 14 évben összesen 26 PhD hallgató védte meg téziseit sikerrel. A programban jelenleg 7 nappali és 19 levelező hallgató dolgozik.

A fentieknek megfelelően a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karán az elmúlt évtizedben kialakultak a biotechnológus képzés legfontosabb diszciplínái, azok oktatásáért felelős oktatók megfelelő tapasztalattal rendelkeznek ahhoz, hogy feladatokat vállalhassanak az MSc képzésben is. Természetesen számos tananyag is készült a biotechnológia különböző diszciplínáiban (tankönyv, jegyzet).

**MEZŐGAZDASÁGI BIOTECHNOLÓGUS MSc INDÍTÁSA A SZENT ISTVÁN EGYETEMEN**

A Mezőgazdasági Biotechnológus MSc szakon két szakirányban, Növénybiotechnológia és Állatbiotechnológia indítunk képzést, ennek megfelelően a végzettségük Növénybiotechnológus mérnök, illetve Állatbiotechnológus mérnök lesz.

**A végzett biotechnológusokkal szembeni követelmények**

- *A mezőgazdasági biotechnológus mesterszakon végzett mérnököknek megfelelő elméleti ismeretekkel kell rendelkezniük a mezőgazdaság biológiai alapjait jelentő növény- és állatfajokkal kapcsolatos genomikai, molekuláris biológiai, genetikai, biotechnológiai, szaporodásbiológiai, géntechnológiai (GMO-k), molekuláris nemesítési, stb. szakterületeken.*

Ezt a célt szolgálják az alábbi diszciplínák:

- Az alapozó tárgyak közül: Molekuláris genetika és a Bioinformatika
- A szakirányok differenciált ismeretanyagait biztosító tárgyak közül:  
*Növénybiotechnológia szakirányban:*
  - Molekuláris növénygenetika és genomika,
  - Transzgenikus növények,
  - Molekuláris növénynemesítés, stb. tárgyak.



*Állatbiotechnológia szakirányban:*

- Géntérképezés háziállatokon,
- Géntechnológia és transzgenikus használlatok,
- Molekuláris állatnemesítés, stb. tárgyak.
- *Képesnek kell lenniük a mezőgazdasági biotechnológia különböző szakterületein elsajátított ismeretanyag alkalmazására és a megszerzett tudás ismeretében a szakterület speciális problémáinak megoldására és feladatainak ellátására, mind Magyarországon, mind az EU tagállamaiban.* Ezt a célt szolgálja a két féléves angol szaknyelvű képzés, továbbá az oktatott tárgyak speciális szemlélete, mely feltárja az adott szakterület különböző problémáit, és alternatívákat vázol fel annak megoldására. Ez a megközelítési mód alapvető követelmény a szakirányok specializált tárgyainak esetében. A Mezőgazdasági biotechnológia, mint új szakterület önmagában is számos problémát vet fel mind a gyakorlati alkalmazás, mind a termékek felhasználása szempontjából. Ezért a probléma objektív feltárása és megoldása elkerülhetetlen. Az oktatóknak azonban semlegesnek kell maradnia, a felvázolt megoldás hátterében minden esetben megalapozott eredményeknek és ismereteknek kell lenniük. Elkerülendő, hogy az előadót, pl. a GMO-kal kapcsolatos saját pozitív vagy negatív véleménye befolyásolja.
- *Készség szinten kell elsajátítaniuk a mezőgazdasági biotechnológia és géntechnológia molekuláris módszereit és az in vitro és reprodukciós technikákat, stb., hogy képesek legyenek azok gyakorlati alkalmazására, fejlesztésére.* Ezt a célt szolgálják a szaktárgyak gyakorlatain kívül a konkrét kutatási módszertannal foglalkozó tárgyak:
  - A szakmai törzstárgyak közül:
    - Molekuláris biológia és géntechnológia módszertan
  - A szakirányok differenciált ismereteit bemutató tárgyak közül:
    - Növénybiotechnológia szakirányban:*
      - Sejt- és szövettenyésztési módszertan,
      - Szexuális reprodukció technikái, stb. tárgyak.
    - Állatbiotechnológia szakirányban:*
      - Mikromanipulációs módszerek,
      - Kísérletes emlős embriológia, stb. tárgyak.
- *Rendelkezniük kell a mezőgazdasági biotechnológia és géntechnológia módszereinek és termékeinek gyakorlati alkalmazásával kapcsolatos jogi és közgazdasági ismeretekkel, különös tekintettel a környezeti kockázatokra és élelmiszerbiztonságra, továbbá a hazai és EU szabályozásra.* Ezt a célt szolgálják:
  - Biotechnológia és élelmiszerbiztonság,
  - Ökotoxikológia,
  - Élelmiszergazdasági marketing c. törzstárgyak.

Ezek a témakörök ismertetésre kerülnek továbbá a Növénybiotechnológia alapjai, az Állatbiotechnológia alapjai szakmai törzstárgyakban a szakterületnek megfelelően.

- A mesterszakon a szak jellegéből adódóan különös hangsúlyt helyezünk arra, hogy a legújabb molekuláris biológiai, sejtbiológiai, sejt- és szövettenyésztési, géntechnológiai, elválasztás technikai módszereket a hallgatók olyan szinten sajátítsák el, hogy azokat a diploma megszerzését követően eredményesen használhassák gyakorlati céljaik és feladataik megvalósításához, szükség esetén pedig tovább fejleszthessék.
- *A szakmai tudás elmélyülését a diplomamunka témakörét érintő önálló kötelező kutatási tevékenység és folyamatos konzultációk segítik. A diplomamunkának minden esetben önálló kísérletes tevékenységre kell alapulnia.*
- *Különös figyelmet fordítunk a képzésben a biotechnológiával kapcsolatos társadalmi vitákkal, fogyasztói ellenállással és ezekkel összefüggő etikai kérdésekkel, jogi szabályozással, jelöléssel, stb. kapcsolatos kérdésekre* abból a célból, hogy a kikerülő szakemberek a felmerülő problémák és kérdések esetén mindig tudományosan megalapozott, reális válaszokat adhassanak, továbbá képesek legyenek megfelelni a XXI. század kihívásainak.

**Oktatási és kutatási háttér**

A SZIE Mezőgazdasági Biotechnológus mérnök mesterszak alapozó, törzs és szakirányú tárgyainak oktatásában 34 oktató (tárgyfelelős, gyakorlatvezető) vesz részt. 31 oktató (93%) rendelkezik tudományos minősítéssel, a minősítettek közül akadémikus 3 fő (9%), MTA doktora 11 fő (33%), PhD/CSc 17 fő (51%). A SZIE Mezőgazdasági Biotechnológus mérnök mester (MSc) szak tudományos háttérét a kapcsolódó 3 Kar 10 Tanszékének kutatási programjain kívül 4 MTA-SZIE Kutatócsoport és 4 Kutatóintézet tudományos feltételrendszere, valamint hazai és nemzetközi együttműködései jelentik.

A képzést szolgálják azok az országos tankönyvek (2000-2005), melynek írásában az MSc program oktatói is részt vettek (a programban résztvevők nevei aláhúzva):

- Biró S., Hornok L., Kevei F., Kucsera J., Maráz A., Pesti M., Szűcs Gy., Vágvölgyi Cs. (2001): *Általános Mikrobiológia*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, p. 308.
- Boross L., Sajgó M. (2003): *A biokémia alapjai*; Mezőgazdasági Kiadó Bp.
- Dinnyés A. (2004): *A biotechnológia alkalmazása az állattenyésztésben*. pp. 378-392. In: *Általános Állattenyésztés* (Ed: F. Szabó), Mezőgazda Kiadó, Budapest, kijelölt fejezetek
- Dudits D., Heszky L. (2000, 2003): *Növénybiotechnológia és géntechnológia*. Agroinform Kiadóház Rt., Budapest. p. 312.

- Fésüs L., Komlósi I., Varga L., Zsolnai A. (2000)  
*Molekuláris genetikai módszerek alkalmazása az állattenyésztésben.* Agroinform Kiadóház Rt., Budapest. p. 190.
- Heszky L., Fésüs L., Hornok L. (2005):  
*Mezőgazdasági biotechnológia.* Agroinform Kiadóház Rt., Budapest. p. 366.

#### **Elhelyezkedési lehetőségek**

A biotechnológia módszereinek és termékeinek feltartóztathatatlan terjedése a világon, az EU-ban és hazánkban a jövőben nagy számban fogja igényelni a témában jártas és képzett biotechnológus

szakembereket. A végzett Mg Biotechnológus MSc hallgatók közül a tudományos és oktató pályára készülők a SZIE MKK 3 Doktori Iskolája fogadja. A bátrabbak alapíthatnak hazai cégeket, vagy részt vehetnek a hazai biotechnológiai innovációslánc egyes területeinek fejlesztésében. A szakmában elhelyezkedőkre komoly feladatok várnak a közigazgatás és az államigazgatás különböző szintjein, beleértve a hazai és EU-s intézményeket is. Emellett nagy részük szakértőként, szaktanácsadóként, specialistaként helyezkedhet el hazai gazdaságokban, mezőgazdasági szervezetekben és társulásokban, vagy külföldi cégek hazai képviselőin.