

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE
ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ
BUCUREȘTI**

**Facultatea de Management, Inginerie Economică în
Agricultură și Dezvoltare Rurală**

TEZĂ DE DOCTORAT

**Probleme ale managementului organismelor
modificate genetic în cultura plantelor din
România**

**Conducător științific:
Prof. Univ. Dr. BERCA MIHAI**

Ing. ANGELESCU CRISTINA ELENA

București, 2008

CUPRINS

Introducere	9
Capitolul 1. Tehnica de transformare genetică a plantelor	21
1.1. Metode utilizate pentru obținerea plantelor transgenice	24
1.1.1. Sistemul <i>Agrobacterium</i>	25
1.1.2. Metoda biolistică	29
1.1.3. Transformarea protoplaștilor	31
1.2. Rezultatele obținute prin aplicarea metodelor de transformare	33
1.2.1. Genele utilizate pentru MG a plantelor cultivate în scop comercial	33
1.2.2. PMG aflate în culturi comerciale în 2007	35
1.3. Concluzii	57
Capitolul 2. Reglementarea PMG în România	59
2.1. Cadrul administrativ: Instituții responsabile și atribuțiile acestora	63
2.2. Introducerea deliberată în mediu a organismelor modificate genetic, în alte scopuri decât introducerea pe piață	65
2.3. Introducerea pe piață a organismelor modificate genetic, ca atare sau componente ale unor produse	70
2.4. PMG introduse în mediu în scop experimental	75
2.5. PMG introduse în mediu în scop comercial	79
2.6. Concluzii	81
Capitolul 3. Material și metodologii de calcul	83
3.1. Materialul biologic	83
3.1.1. Soia	83
3.1.2. Porumbul	92

3.2. Metodologii de calcul	98
3.2.1. Evaluarea literaturii de specialitate și alcătuirea bazei de date	98
3.2.2. Teoria probabilității	99
3.2.3. Teoria corelațiilor și regresiiilor	99
3.2.4. Metoda de analiză cost-beneficiu	107
3.3. Concluzii	110
Capitolul 4. Efecte favorabile ale utilizării OMG și aspecte manageriale ale acestora în Europa și în România	111
4.1. Efectele favorabile ale OMG: Soia RR	111
4.1.1. Efecte economice ale utilizării soiei RR versus soia convențională	114
4.1.1.1. Efectele la nivel național	114
4.2. Aspecte manageriale ale utilizării OMG în Europa și România	121
4.2.1. În Europa: importul și cultivarea porumbului MON810	122
4.2.2. În România: Consecințele blocării culturii soiei RR	127
4.3. Concluzii	129
Capitolul 5. Studii de caz	131
5.1. Analiza tehnico-economică a culturilor de soia clasică/soia RR - SC Trei Brazi SRL (Insula Mare a Brăilei)	131
5.2. Dinamica suprafețelor cultivate și a producțiilor totale la soia clasică/soia RR în România	162
5.2.1. Soia clasică	162
5.2.2. Soia RR	165
5.3. Analiza tehnico-economică a culturilor de porumb MON 810/porumb DK 440 la SC Trei Brazi SRL (Insula Mare a Brăilei)	168
5.4. Analiza tehnico-economică a culturilor de soia clasică (PR92B62)/soia RR(soiului 2254RR) - SC Maretu Prod Com SRL (județul Brăila)	175
5.5. Concluzii	198

Capitolul 6. Concluzii și recomandări	202
ANEXE	205
BIBLIOGRAFIE	233
LISTA TABELE	241
LISTA FIGURI	245
LISTA GRAFICE	249
LISTA ANEXE	251
REZUMAT	

PROBLEME ALE MANAGEMENTULUI ORGANISMELOR MODIFICATE GENETIC ÎN CULTURA PLANTELOR DIN ROMÂNIA

REZUMAT

Cuvinte cheie: organisme modificate genetic, plante modificate genetic, biotehnologii

CUPRINS

Introducere

Capitolul 1. Tehnica de transformare genetică a plantelor

- 1.1. Metode utilizate pentru obținerea plantelor transgenice
 - 1.1.1. Sistemul *Agrobacterium*
 - 1.1.2. Metoda biolistică
 - 1.1.3. Transformarea protoplaștilor
- 1.2. Rezultatele obținute prin aplicarea metodelor de transformare
 - 1.2.1. Genele utilizate pentru MG a plantelor cultivate în scop comercial
 - 1.2.2. PMG aflate în culturi comerciale în 2007
- 1.3. Concluzii

Capitolul 2. Reglementarea PMG în România

- 2.1. Cadru administrativ: Instituții responsabile și atribuțiile acestora
- 2.2. Introducerea deliberată în mediu a organismelor modificate genetic, în alte scopuri decât introducerea pe piață
- 2.3. Introducerea pe piață a organismelor modificate genetic, ca atare sau componente ale unor produse
- 2.4. PMG introduse în mediu în scop experimental
- 2.5. PMG introduse în mediu în scop comercial
- 2.6. Concluzii

Capitolul 3. Material și metodologii de calcul

- 3.1. Materialul biologic
 - 3.1.1. Soia
 - 3.1.2. Porumbul
- 3.2. Metodologii de calcul
 - 3.2.1. Evaluarea literaturii de specialitate și alcătuirea bazei de date
 - 3.2.2. Teoria probabilității
 - 3.2.3. Teoria corelațiilor și regresiilor
 - 3.2.4. Metoda de analiză cost-beneficiu
- 3.3. Concluzii

Capitolul 4. Efecte favorabile ale utilizării OMG și aspecte manageriale ale acestora în Europa și în România

- 4.1. Efectele favorabile ale OMG: Soia RR
 - 4.1.1. Efecte economice ale utilizării soiei RR versus soia convențională
 - 4.1.1.1. Efectele la nivel național
- 4.2. Aspecte manageriale ale utilizării OMG în Europa și România
 - 4.2.1. În Europa: importul și cultivarea porumbului MON810
 - 4.2.2. În România: Consecințele blocării culturii soiei RR
- 4.3. Concluzii

Capitolul 5. Studii de caz

- 5.1. Analiza tehnico-economică a culturilor de soia clasică/soia RR - SC Trei Brazi SRL (Insula Mare a Brăilei)
- 5.2. Dinamica suprafețelor cultivate și a producțiilor totale la soia clasică/soia RR în România
 - 5.2.1. Soia clasică
 - 5.2.2. Soia RR

- 5.3. Analiza tehnico-economică a culturilor de porumb MON 810/porumb DK 440 la SC Trei Brazi SRL (Insula Mare a Brăilei)
5.4. Analiza tehnico-economică a culturilor de soia clasică (PR92B62)soia RR(soiului 2254RR) - SC Maretu Prod Com SRL(județul Brăila)
5.5. Concluzii

Capitolul 6. Concluzii și recomandări

ANEXE

BIBLIOGRAFIE

LISTA TABELE

LISTA FIGURI

LISTA GRAFICE

LISTA ANEXE

REZUMAT

Unul din cele mai controversate domenii de activitate umană unde omul ar avea interese directe cu caracter economic și de mediu, îl constituie agricultura. De mai multă vreme cercetătorii lucrează asiduu la cunoașterea genomului celor mai importante plante, tocmai pentru a găsi cele mai potrivite tehnici genetice pentru îmbunătățirea producției, atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ.

Aceste organisme care au primit „anumite gene” utile în scopul îmbunătățirii performanței lor economice sunt denumite organisme modificate genetic (OMG)¹[13].

Organismele modificate genetic au apărut ca o necesitate de conservare a sursei de timp, tehnicile genetice înlocuind cu mare viteză progresele tradiționale de ameliorare a plantelor, de creare de noi soiuri, mai ales pentru situațiile în care unele caractere dorite depind numai de una sau câteva gene.

Cu ajutorul tehnicilor de inginerie genetică s-a reușit prelungirea duratei păstrării și ameliorarea calităților organoleptice la fructele unor plante. De asemenea, tot prin tehnicile de inginerie genetică, au fost sporite în alimente nivelurile unor minerale, vitamine și antioxidanți (carotenoizi, flavonoizi, vitaminele A, E, C). Antioxidanții reduc rata apariției anumitor forme de cancer sau altor boli cronice, iar vitamina A este esențială pentru prevenirea orbirii²[44][45].

Organismele modificate genetic au apărut ca o necesitate a creșterii producției de alimente. Creșterea populației, încălzirea globală și diminuarea biodiversității vor avea un impact dramatic asupra vieții pe Terra³[27]. În ultimii 12 ani, populația umană a crescut cu un miliard de persoane, ajungând la 6,3 miliarde. În anul 2035, vor exista, probabil, peste 8,5 miliarde de oameni, iar în anul 2050, conform ultimei estimări a Organizației Națiunilor Unite, vor trebui hrăniți între 9 și 10,7 miliarde de oameni. Cea mai mare creștere a populației se va produce în cele mai sărace zone de pe glob, iar producția de hrană este deja insuficientă. Potrivit statisticilor Organizației pentru Alimentație și Agricultură (FAO), 842 milioane de oameni suferă de malnutriție sau chiar inaniție, adică 18% din întreaga populație umană a planetei, 779 de milioane dintre aceștia trăind în țările în curs de dezvoltare⁴[7].

Rezolvarea acestor probleme o reprezintă plantele modificate genetic, ale căror producții sunt mai bogate în vitamine, micronutrienți, proteine, minerale etc.

Scopul acestei lucrări este de a arăta avantajele obținerii acestor plante modificate genetic atât pentru agricultură (producții mai mari, plante mai rezistente la secetă, la atacul unor insecte

¹ Berca Mihai, 2005

² Lucca și al., 2002; Mackey și Fuchs, 2003;

³ FAO, 2004;

⁴ Avery, 2001

etc), industria farmaceutică, cosmetică, zootehnie, industrie ușoară (filatura și bumbac) cât și pentru omenire (alimente bogate în vitamine, în fier, alimente mai sigure și mai sănătoase).

Obiectivul lucrării este încurajarea cercetării și dezvoltării acestui segment (biotehnologiile agricole) ce poate devenii un pilon de bază al agriculturii și un distribuitor important pentru industriile ce au ca materie primă plantele (industria farmaceutica, cosmetica etc).

Lucrarea de doctorat este structurată pe șase capitole distincte, precedate de o introducere, organic legate între ele, prin intermediul cărora se analizează importanța organismelor modificate genetic pentru agricultură (obținându-se producții mai mari, plante rezistente la secetă, la dăunători, la boli), industrie farmaceutică, omenire, pentru obținerea de biocombustibili etc

Capitolul 1, intitulat „Tehnica de transformare genetică la plante”, am prezentat în primul rând definiția organismelor modificate genetic (OMG), conform legii 214/2002, etapele de obținere, precum și metodele folosite pentru obținerea plantelor modificate genetic (PMG).

Transformarea prin inginerie genetică, numită și transgeneză, prezintă comparativ cu metodele clasice de ameliorare două mari avantaje: oferă posibilitatea introducerii unui singur caracter la o varietate, deja evaluată ca performantă și gena transferată poate proveni din orice sursă, ceea ce extinde, practic, în mod nelimitat, posibilitățile de ameliorare.

Transgeneza presupune parcurgerea a trei etape: identificare, izolare și clonarea “genelor de interes”; transferul “genelor de interes” la plantele de cultură; selecția plantelor care exprimă caracterul transferat și testarea acestora în câmp pentru evaluarea stabilității expresiei transgenei în timp, în condiții naturale.

Prin tehnicile de inginerie genetică, materialul genetic este transferat de la organismul donor la cel acceptor, în scopul obținerii de organisme cu caracteristici noi, utile.

Odată cu dezvoltarea metodologiei de izolare și clonare a genelor, respectiv a metodelor de transfer în celulele vegetale, un număr tot mai mare de plante au fost supuse transgenezei, incluzând plantele cu o mare importanță agricolă ca cerealele, solanaceele și leguminoasele.

Cele mai utilizate metode pentru obținerea plantelor transgenice sunt: transformarea mediată de *Agrobacterium*; metoda biolistică sau bombardarea cu microproiectile; transformarea protoplaștilor.

În urma acestor tehnici de transformare genetică s-au obținut plante modificate genetic, rezistente la atacul unor dăunători (*Osterinia nubilalis*, *Diabrotica virgifera*), plante modificate genetic tolerante la glifosat (soia Roundup Ready), plante tolerante la sulfonil uree și imidazoline, plante modificate genetic rezistente la virusuri.

Plantele modificate genetic au fost realizate pentru prima dată în China, în 1992 (tutunul și castravetele rezistent la virusul mozaicului), iar prima plantă modificată genetic aflată în cultură comercială în SUA a fost tomata Flavr Savr, cu procesul de coacere modificat (1994).

Transgeneza reprezintă la ora actuală principalul instrument de cercetare din biologia plantelor, dar și un instrument important din punct de vedere practic pentru ameliorarea plantelor de cultură.

În capitolul 2, „Reglementarea plantelor modificate genetic în România”, am prezentat obiectivul și scopul principal al unui sistem de reglementare, cadrul național de biosecuritate și componentele principale ale acestuia, cadrul administrativ (instituțiile responsabile și atribuțiile acestora) și cadrul instituțional.

Cadrul instituțional este format din următoarele instituții: **Autoritatea publică centrală pentru protecția mediului:** Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile (MMDD), care coordonează și asigură aplicarea principiului precauției pentru evitarea efectelor adverse ale OMG asupra sănătății umane și a mediului în domeniul obținerii, utilizării și comercializării acestora; **Agenția Națională pentru Protecția Mediului (ANPM)** este **autoritatea națională competentă**, din subordinea Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, care gestionează: mecanismul de primire

și evaluare a notificărilor, procesul de autorizare și informarea și consultarea publicului; asigură Secretariatul Comisiei pentru Securitate Biologică, cu rol consultativ în procedura de autorizare, precum și crearea și funcționarea unui laborator de referință pentru detecția și identificarea OMG. De asemenea, Agenția Națională pentru Protecția Mediului va realiza și gestiona registrele privind OMG; **Comisia pentru Securitate Biologică (CSB)**, ca autoritate științifică cu rol consultativ în procedura de autorizare, evaluează riscurile generate de introducerea deliberată în mediu a unui OMG, emite un aviz științific și colaborează cu **MMDD, ANPM, GNM**, pentru stabilirea măsurilor necesare în situația unor riscuri majore sau pentru aplicarea cauzei de salvagardare; **Garda Națională de Mediu (GNM)**, asigură controlul activităților, împreună cu inspectorii autorităților implicate, în funcție de competențele lor specifice.

Autoritățile Publice Centrale: **Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale (MADR), Autoritatea Națională Sanitară Veterinară pentru Siguranță Alimentelor (ANSVSA), Ministerul Sănătății și Familiei (MSF), Autoritatea Națională pentru Protecția Consumatorilor (ANPC) și Ministerul Educației Cercetării și Tineretului (MECT)**, colaborează cu autoritatea competentă și cu celelalte autorități, după caz, în procesul decizional și în emiterea avizelor de specialitate. De asemenea, mai colaborează cu autoritatea competentă la întocmirea rapoartelor pentru Comisia Europeană (CE).

Comisia pentru Securitate Biologică se compune din 24 membri, oameni de știință și reprezentanți ai instituțiilor publice. Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile aprobă, printr-un ordin, regulamentul privind organizarea și funcționarea Comisiei pentru Securitate Biologică. După prezetarea cadrului instituțional, am făcut o descriere succintă a actelor normative din România și reglementările acestora, privind organismele modificate genetic

Acest capitol mai cuprinde etapele pe care trebuie să le urmeze o persoana juridică pentru a introduce în mediu, atât în scop experimental cât și comercial, o plantă modificată genetic. De asemenea, am prezentat în acest capitol și PMG care au fost introduse în România atât în scop experimental cât și comercial. Spre deosebire de plantele obținute prin metode convenționale, introducerea în mediu a OMG este strict reglementată.

Capitolul 3, intitulat „**Metodologii și material de lucru**”, cuprinde materialele folosite la studiu de caz (soia și porumbul), precum și metodele de calcul folosite pentru analiza tehnică economică a suprafețelor cultivate cu soia clasică/modificată genetic și porumb clasic/modificat genetic.

Capitolul 4, „**Efecte favorabile ale utilizării OMG și aspecte manageriale ale acestora în Europa și în România**” cuprinde efectele favorabile ale culturii de soia RR, suprafețele cultivate în România cu soia RR, avantajele acestei culturi, precum și diferența dintre soia clasică și soia RR în ceea ce privește compoziția ei. În România cultivarea soiei RR a fost aprobată în 1999. Începând cu acel an, suprafața dedicată acestei recolte a crescut constant, ajungând în 2006 (al optelea an de folosire a tehnologiei) la 137.000 ha. În 2006 pe piață existau 6 varietăți de soia RR. De asemenea, producțiile de soia RR au crescut de la an la an, ajungând în 2006 la 249 mii to. Soia RR a fost aprobată pentru comercializare, în România, din 2000 până în 2006. Soia RR a constituit 68% (sau 137.000 ha, ca valoare absolută) din suprafața totală cultivată cu soia în 2006. Fermierii care au folosit soia RR spun că aceasta a fost cea mai profitabilă cultură agricolă din România, cu câștiguri provenind din recolte mai bogate și calitatea ridicată a semințelor, coroborate cu costuri mai scăzute ale producției. Începând cu 1 ianuarie 2007, odată cu aderarea la UE, în România a fost interzisă cultivarea soiei RR.

În subcapitolul „Aspecte manageriale ale utilizării OMG în Europa și România” am prezentat etapele pe care trebuie să le urmeze un fermier care dorește să cultive PMG și regulile de coexistență care trebuie respectate de aceștia în cazul cultivării porumbului modificat genetic.

În Europa, prima țară care a început să cultive porumb modificat genetic (Bt)- rezistent la *Ostrinia nubilalis*, a fost Spania în 1998, aceasta fiind cel mai mare cultivator european de

porumb modificat genetic. Se estimează ca 25% din producția curentă de porumb, din Spania, este modificată genetic Spania, în anul 1998. Această suprafață a crescut de la an la an, astfel că în 2007, suprafața cultivată cu porumb Bt a fost de 75.148 ha. Alte țări care au cultivat porumb Bt în 2007 au fost, Franța, Republica Cehă, Portugalia, Germania. Suprafașa totală cultivată cu porumb Bt în anul 2007, în Europa, a fost de 110.131ha. În Europa, suprafața cultivată cu porumb Bt a crescut constant în ultimii ani, ajungând la 110.131 ha în anul 2007, care se ridică la 1% din suprafața totală cultivată cu porumb.

În România, scoaterea din cultură de soiei RR a avut o serie de consecințe negative, mai ales în rândul producătorilor agricoli. Aceste consecințe sunt: suprafața cultivată a scăzut de la 180 mii ha în 2006, la cca. 30-40 mii ha în 2007; profitul producătorilor agricoli s-a micșorat cu cca 15 mil. \$ în 2007, respectiv cu câte 100 \$ pe fiecare ha cultivat; producția medie de soia pe ha s-a diminuat de la 3.000 kg/ha la 1.500 kg/ha – cultura devenind astfel nerentabilă; lipsa de pe piață, de la procesare, a cca 375 – 400 mii to soia, principala sursă de șroturi, baza proteică a tuturor furajelor concentrate, cât și a uleiului necesar în 2007 pentru producerea biodiselului românesc etc.

În capitolul 5, intitulat „**Studii de caz**”, am ales 2 ferme din județul Brăila care au cultivat până în 2006 soia modificată genetic și soia clasică, precum și porumb clasic, respectiv modificat genetic. Cele 2 ferme sunt TCE 3 Brazi SRL și SC Maretu Prod Com SRL. Cea de a doua fermă a cultivat numai soia clasică și soia RR. La ambele ferme am realizat o analiză tehnică economică a celor 2 culturi. În urma acestei analize am tras următoarele concluzii: costurile cu tratamentele de erbicidare au fost mai ieftine pentru cultura de soia RR comparativ cu soia clasică, veniturile în cazul soiei RR au fost de asemenea mai mari decât cele de la soia clasică, producțiile au fost mai mari la soia RR, mai sănătoase și mai sigure pentru sănătatea omului și a animalelor.

De asemenea, și porumbul MG a înregistrat producții mai mari, venituri mai mari, costurile pe unitatea de suprafață au fost mai mici etc.

Concluzia finală este că tehnologia care utilizează soiurile tolerante la erbicide este net superioară atât din punct de vedere al producției obținute și a calităților ei, cât și din punct de vedere economic.

În capitolul 6 intitulat „**Concluzii și recomandări**” am sintetizat o serie de concluzii și propuneri desprinse din cele prezentate în cadrul tezei de doctorat.