

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα προερχόμενα από φυτικούς οργανισμούς»

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΛΕΡΙΑΔΗΣ ΠΕΤΡΟΣ



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΕΛΕΨΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΣΗΤΕΙΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF CRETE
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS

TOPIC OF GRADUATE STUDY

«Genetically modified foods derived from plants»

EDITOR: LERIADIS PETROS



SUPERVISOR: DEDEPSIDIS EVANGELOS

SITEIA JUNE 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Συνοπτικά, η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στη κατανόηση του τι είναι οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, τι είναι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, ποιοι είναι οι κανόνες ασφαλείας που έχουν θεσπιστεί και ποιοι οι κίνδυνοι που υπάρχουν για τον άνθρωπο βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα. Επίσης, θα μελετηθεί εκτενέστερα ποιες οι διαφορές των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων σε σχέση με τα μη γενετικά τροποποιημένα και ποιες αλλαγές παρατηρούνται ως προς την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Θα αναλυθούν οι αλλεργίες που μπορεί να προκληθούν, η τοξικότητα και τα εκούσια προβλήματα από την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Τέλος, θα αναφερθούν μερικά παραδείγματα γενετικά τροποποιημένων τροφίμων που χρησιμοποιούνται στη καθημερινή ζωή και θα συζητηθούν οι μελλοντικές προοπτικές των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.

ABSTRACT:

The goal of this scientific assignment is to give a brief introduction into the genetically modified foods derived from plants in order to understand the meaning of genetically modified organisms, genetically modified foods, which are the safety regulations in Greece and which are the dangers from the usage of genetically modified foods for the human and what are the long and short term outcomes. Also, special attention will be given into the differences in human absorption between none and genetically modified foods. Allergies, toxicity and unintended problems will be discussed. Finally, examples of genetically modified foods that are used in everyday life will be given and future prospective for research will be proposed.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : Εισαγωγή:

- 1.1 Τι είναι γενετικά τροποποιημένοι φυτικοί οργανισμοί
- 1.2 Πώς γίνεται η γενετική τροποποίηση
- 1.3 Ποια η διαφορά των μεταλλαγμένων τροφίμων από τα γενετικά τροποποιημένα
- 1.4 Πως παράγονται τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Κανόνες ασφαλείας

- 2.1 Ποιος θεσπίζει τους κανόνες ασφαλείας
- 2.2 Ποιοι είναι οι κανόνες ασφαλείας κατά την παραγωγή των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων
- 2.3 Κανονισμοί για την ιχνηλασιμότητα σε τρόφιμα και ζωοτροφές
- 2.4 Διαφορές στην νομοθεσία μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Επιπλοκές στην υγεία των ανθρώπων:

- 3.1 Τοξικότητα των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων
- 3.2 Δημιουργία αλλεργιών προερχόμενη από τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα
- 3.3 Βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα
- 3.4 Ακούσια προβλήματα προερχόμενα από τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα
- 3.5 Το παράδειγμά του «χρυσού» ρυζιού, του καλαμποκιού Starling και της Paraya
- 3.6 Άμυλο προερχόμενο από αραβόσιτο χωρίς καθόλου ίχνη ξένων πρωτεϊνών ή DNA
- 3.7 Διατροφική αξία των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Συζήτηση:

- 4.1 Συμπεράσματα - Προτάσεις
- 4.2 Μελλοντικά πεδία για έρευνα
- 4.3 Επίλογος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή:

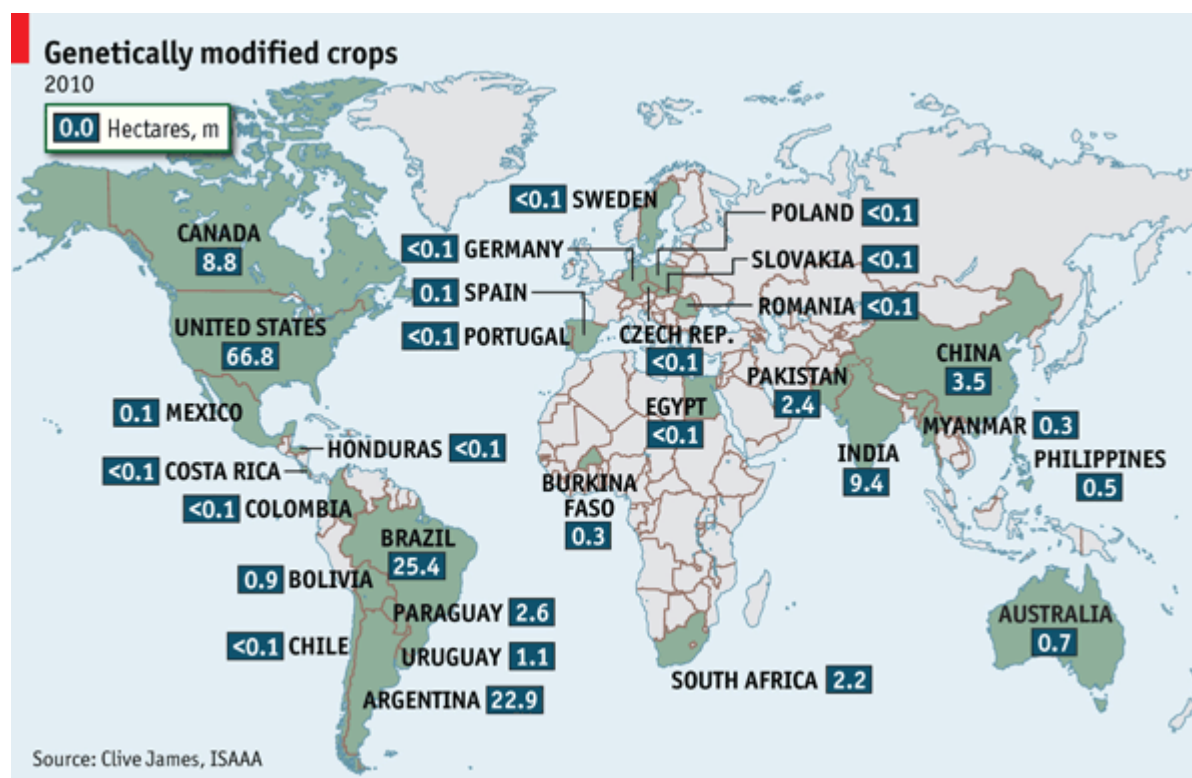
1.5 Τι είναι γενετικά τροποποιημένοι φυτικοί οργανισμοί

Ο όρος γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί (GMO) χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλους τους ζωικούς, φυτικούς οργανισμούς καθώς και τα παράγωγά τους, των οποίων το γονιδίωμα έχει τροποποιηθεί για να τους προσδώσει κάποια επιπλέον ιδιότητα με τη χρήση της γενετικής μηχανικής. Στα παράγωγα των γενετικά τροποποιημένων ζωικών οργανισμών συγκαταλέγονται το κρέας των, το γάλα, τα αυγά ακόμα και το λίπος που πιθανόν να χρησιμοποιείται για την δημιουργία κάποιων προϊόντων. Στα παράγωγα των γενετικά τροποποιημένων φυτικών οργανισμών συγκαταλέγονται ακόμα και οι σπόροι των φυτών αλλά και άλλα τμήματα των φυτών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή καλλυντικών προϊόντων. Ένα σημαντικό τμήμα των GMOs καταλαμβάνουν οι μικροοργανισμοί όπως τα βακτήρια και όλα τα σκευάσματα στα οποία χρησιμοποιείται κάποιο συστατικό που έχει παραχθεί με την χρήση των μικροοργανισμών, όπως φαρμακευτικά σκευάσματα και φυτοφάρμακα (State Council of P.R. China, 2001). Όπως είναι φανερό τα GMOs περιλαμβάνουν μια πολύ μεγάλη ποικιλία προϊόντων και τροφίμων.

Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (Genetic Modified Food, GMFs) γενικά περιλαμβάνουν κυρίως γενετικά τροποποιημένα φυτά τα οποία είναι μέρος της διατροφής των ανθρώπων. Τα νέα χαρακτηριστικά που προσδίδονται στα φυτά, με τις τεχνικές του ανασυνδιασμένου DNA, τα έχουν καταστήσει αναπόσπαστο κομμάτι της γεωργικής παραγωγής. Παρόλα αυτά, πολλοί είναι αυτοί που κατακρίνουν αυτές τις τεχνικές υποστηρίζοντας πως υπάρχουν πιθανές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο η γενετική τροποποίηση έχει εξελιχθεί σε ένα θέμα μείζονος σημασίας στις επιστημονικές και μη κοινότητες.

Για την ασφαλή κατανάλωση των GMFs έχουν θεσπιστεί από την παγκόσμια κοινότητα κανονισμοί ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται ώστε να είναι κατάλληλοι οι οργανισμοί αυτοί καθώς και τα παράγωγά τους για βρώση. Οι κανονισμοί θέτουν όρια τόσο ως προς το είδος της γενετικής τροποποίησης όσο και ως προς τη διαδικασία παραγωγής που πρέπει να ακολουθείται για την διασφάλιση της υγείας των ανθρώπων. Έτσι πολλές χώρες έχουν θεσπίσει νόμους και όρια για την γενετική τροποποίηση (Konig A et al, 2004).

Η πιο ευρεία χρήση των GMFs παρατηρείται στα σιτηρά. Οι πρώτες γενετικές τροποποιήσεις επέφεραν στα σιτηρά πολλά αγρονομικά πλεονεκτήματα όπως την ανθεκτικότητα σε ιούς, λοιμώξεις, μεγαλύτερο χρόνο ζωής και αλλαγή στην σύσταση των ελαίων που προέρχονται από αυτά και κυρίως τεράστια οικονομικά κέρδη (Ian F, 2005).



Εικόνα 1. Καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένων σιτηρών ανά τον κόσμο

1.6 Δημιουργία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών

Η γενετική μηχανική είναι μια άμεση ενέργεια επέμβασης στο γονιδίωμα ενός άλλου οργανισμού χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της τεχνολογίας του ανασυνδιασμένου DNA. Η γενετική μηχανική συνεπάγεται την εισαγωγή ενός ξένου γονιδίου ή ενός τεχνητού γονιδίου στο γονιδίωμα ενός άλλου οργανισμού. Η εισαγωγή του DNA στον οργανισμό δεν περιλαμβάνει απαραίτητα τις κλασσικές μεντελικές μεθόδους διασταύρωσης των ειδών χωρίς αυτό να σημαίνει πως η σύγχρονη γενετική μηχανική τις απορρίπτει. Η εισαγωγή του ξένου γενετικού υλικού στον οργανισμό πραγματοποιείται με ανασυνδιασμό του DNA ή του RNA (ανάλογα τον οργανισμό " δότη") με τεχνικές μικρό έκχυσης ή μικρο ενδοθυλάκωσης (The European Parliament and the council of the European Union, 2001)

Η αρχή λειτουργίας του ανασυνδιασμού του DNA είναι αρκετά απλή και υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τρόποι ώστε αυτό να επιτευχθεί. Οι 2 κύριοι τρόποι που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων φυτών βασίζονται στο βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο έχει την ικανότητα φυσικά να μεταφέρει σε ένα φυτό κάποια γονίδια του, και το "gene gun" το οποίο είναι μια τεχνική που βομβαρδίζει το φυτό με μικροσκοπικά σωματίδια, τα οποία περιέχουν το γονίδιο που θέλουμε να ενσωματωθεί στο γονιδίωμα του φυτού (Southgate E et al, 1995). Με τις συγκεκριμένες τεχνικές, μόνο μερικά σωματικά κύτταρα των φυτών στοχοποιούνται και στην συνέχεια αυτά σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο οδηγούν στη δημιουργία των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Επίσης υπάρχει και μια άλλη τεχνική στην οποία οι γενετιστές επεμβαίνουν με εισάγοντας κατάλληλους υποκινητές σε συγκεκριμένα γονίδια ώστε να προσδώσουν στον γενετικά τροποποιημένο οργανισμό την ικανότητα παραγωγής κάποιων πρωτεϊνών σε μεγαλύτερες ποσότητες. Η αρχή λειτουργίας αυτής της μεθόδου είναι η ενσωμάτωση του υποκινητή ενός ιικού γονιδίου πριν από το γονίδιο του φυτικού οργανισμού που είναι υπεύθυνο για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης. Ο πιο συνηθισμένος υποκινητής που χρησιμοποιείται είναι ο Cauliflower Mosaic Virus (CaMV) promoter. Τα περισσότερα γενετικά τροποποιημένα σιτηρά έχουν τροποποιηθεί με αυτή τη μέθοδο (Brault V., et al, 2010)

Σε αυτήν την διαδικασία έχουν στοχοποιηθεί 3 τεχνικές οι οποίες μπορούν να επιφέρουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Αυτές είναι:

- Η χρήση επιλεγμένων ραδιενεργών δεικτών (markers) για να διαπιστωθεί εάν πραγματικά σε ένα κύτταρο τροποποιήθηκε το γονιδίωμα του.
- Η μεταφορά εξωγενούς DNA στο γονιδίωμα ενός φυτού, π.χ. γονίδια άλλα από αυτά που ήδη έχουν μελετηθεί.
- Η πιθανότητα αυξημένων μεταλλάξεων στα γενετικά τροποποιημένα φυτά σε σύγκριση με τα μη γενετικά τροποποιημένα, λόγω των τεχνικών που χρησιμοποιούνται κατά την είσοδο νέων γονιδίων στο γονιδίωμα του υπό τροποποίηση φυτού (Brault V., et al, 2010).

Για να διαπιστώσουν οι γενετιστές πως ένα φυτό πραγματικά τροποποιήθηκε για την αντίσταση σε κάποιο αντιβιοτικό, π.χ την καναμυκίνη, το εκθέτουν σε αυτό. Το νέο γονίδιο προσδίδει ανθεκτικότητα ως προς το αντιβιοτικό λόγω της γενετικής τροποποίησης και δεν προκαλείται ζημία στο φυτό. Έτσι θεωρείται πως το φυτό έχει αποκτήσει ανοσία ως προς αυτό το αντιβιοτικό. Παρόλα αυτά το γονιδίωμα που εισήχθη στο φυτό είναι δυνατόν να μεταφερθεί στο βακτήριο από το οποίο χρησιμοποιήθηκε γενετικό υλικό ώστε να γίνει η γενετική τροποποίηση. Αυτή η μεταφορά μπορεί να γίνει μέσω του χώματος ή ακόμα και κατά τη διαδικασία της πέψης στο ανθρώπινο σώμα. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται στελέχη βακτηρίων ανθεκτικά προς το συγκεκριμένο αντιβιοτικό. Παρόλη αυτή την υπόθεση μελέτες που έγιναν έδειξαν πως μάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλή η πιθανότητα εάν φυτό να μεταδώσει σε ένα βακτήριο γονίδια ανθεκτικότητας σε κάποιο αντιβιοτικό (Goldstein D et al, 2005)

Το πρώτο στάδιο για την γενετική τροποποίηση είναι να εντοπισθεί ένας οργανισμός που διαθέτει το χαρακτηριστικό που θέλουμε να προσδώσουμε σ' ένα φυτό. Το δεύτερο στάδιο είναι να επιλεγεί ο τύπος των κυττάρων του καλλιεργούμενου φυτού που θα χρησιμοποιηθεί στις διεργασίες μεταφοράς του γονιδίου. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί μετά την επιτυχή ενσωμάτωση του γονιδίου στο DNA των κυττάρων, θα πρέπει από αυτά τα απλά κύτταρα να παραχθούν πλήρη κανονικά φυτά με μεθόδους ιστοκαλλιέργειας. Την ικανότητα αναγέννησης έχουν ορισμένα κύτταρα που ποικίλουν από το ένα είδος φυτού στο άλλο (Southgate E et al, 1995).

1. Προετοιμασία του προς μεταφορά γονιδίου

Στην ουσία , με τεχνικές ενζυμικής «κοπής» και «ανασυνδιασμού» τμημάτων του DNA του δότη και ενός κατάλληλου μορίου φορέα, παρασκευάζεται ένα τεχνητό τμήμα γενετικού υλικού (chimeric gene) που περιλαμβάνει το γονίδιο που μας ενδιαφέρει μαζί με όλα τα βοηθητικά τμήματα που θα εξασφαλίσουν την έκφραση του γονιδίου το οποίο θα προσδώσει στο γενετικά τροποποιημένο οργανισμό το επιθυμητό χαρακτηριστικό. Σχεδόν πάντοτε, προστίθεται και ένα δεύτερο γονίδιο (γονίδιο επιλογής), από άλλο δότη συνήθως, το οποίο θα επιτρέψει μετά το τέλος της μεταφοράς και ενσωμάτωσης να ξεχωρίσει κανείς τα κύτταρα που τροποποιήθηκαν από εκείνα που δεν τροποποιήθηκαν (Jensen A. Et al, 2003).

2.Μεταφορά και ενσωμάτωση του γονιδίου

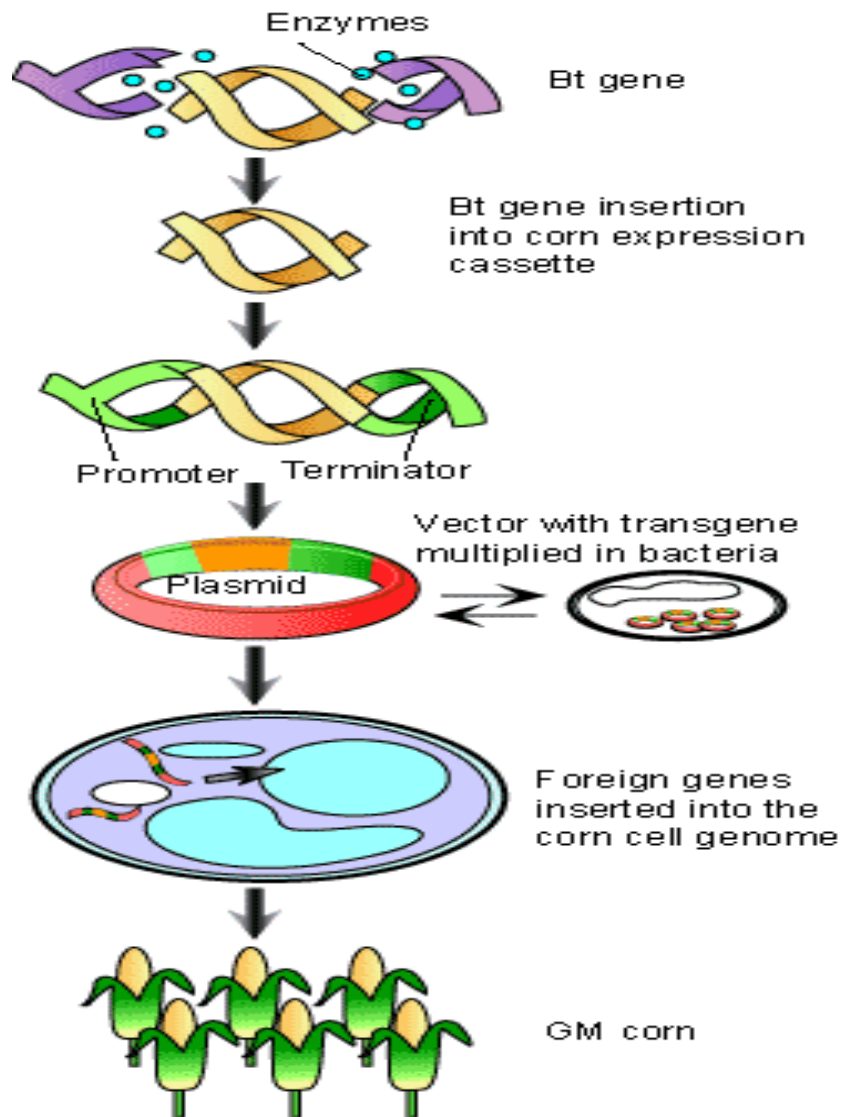
Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους που διακρίνονται σε έμμεσες και άμεσες. Έμμεση μέθοδος είναι εκείνη του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ιδιαίτερα σε πολλά δικοτυλήδονα φυτά. Είναι ένα βακτήριο που υπάρχει στο έδαφος και προκαλεί τους γνωστούς όγκους (καρκινώματα) στις ρίζες και στο κορμό των φυτών. Το βακτήριο αυτό έχει από μόνο του την ικανότητα να μεταφέρει και να ενσωματώνει στο γονιδίωμα των φυτικών κυττάρων το πλασμίδιο Ti που περιέχει (με αυτό τον τρόπο προκαλεί άλλωστε τα καρκινώματα). Στη γενετική μηχανική χρησιμοποιούνται τροποποιημένα πλασμίδια Ti από τα οποία έχουν αφαιρεθεί τα ογκογόνα γονίδια και έχουν προστεθεί τα προς μεταφορά επιθυμητά γονίδια του οργανισμού δότη. Από τις διάφορες άμεσες μεθόδους ,το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέθοδος του «βομβαρδισμού» που χρησιμοποιείται περισσότερο στα μονοκοτυλήδονα φυτά (σιτηρά κυρίως). Με τη μέθοδο αυτή, το προς μεταφορά και ενσωμάτωση γονίδιο επιχρίεται σε μικρά τεμάχια χρυσού ή άλλου μετάλλου τα οποία μέσω ειδικών συσκευών εκσφενδονίζονται με μεγάλη δύναμη στα κύτταρα (πρωτοπλάστες) από τα οποία έχουν αφαιρεθεί τα κυτταρικά τοιχώματα (Jensen A. Et al, 2003).

3. Επιλογή των γενετικά τροποποιημένων κυττάρων

Μόνο ένας μικρός αριθμός από τα κύτταρα που υποβλήθηκαν στην προηγούμενη διαδικασία υφίστανται τελικά την επιδιωκόμενη γενετική τροποποίηση. Τα υπόλοιπα πρέπει να απορριφθούν και αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του γονιδίου επιλογής. Σαν γονίδια επιλογής χρησιμοποιούνται συνήθως γονίδια από ένα βακτήριο με ανθεκτικότητα στο αντιβιοτικό kanamycin ή από ένα μύκητα με ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο glufosinate. Με τη χρήση επομένως του αντιβιοτικού ή του ζιζανιοκτόνου σκοτώνονται τα μη τροποποιημένα κύτταρα και δεν συμμετέχουν στο επόμενο στάδιο (Jensen A. Et al, 2003).

4. Δημιουργία φυτών από τα γενετικά τροποποιημένα κύτταρα

Αυτό επιτυγχάνεται με τις γνωστές μεθόδους ιστοκαλλιέργειας ή μεριστωματικού πολλαπλασιασμού, με βάση συνήθως τυποποιημένα πρωτόκολλα (Jensen A. Et al, 2003).



Εικόνα 2. Διαδικασία γενετικής τροποποίησης με τη χρήση πλασμιδίου *Ti* προερχόμενο από το *Agrobacterium Tumefaciens*

1.7 Ποια η διαφορά των μεταλλαγμένων τροφίμων από τα γενετικά τροποποιημένα

Όταν μιλάμε για γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς πάντα εννοούμε πως ένας φυτικός οργανισμός ο οποίος υπήρχε αυτούσιος στην φύση, τροποποιήθηκε από τον άνθρωπο. Με αυτήν την λογική, δεν υπήρξε κάποια φυσιολογική αλλαγή στο γονιδίωμα του οργανισμού, αλλά με ειδικές τεχνικές απέκτησε κάποιες νέες ιδιότητες λόγω του γονιδίου που εισήχθηκε στο γονιδίωμα του φυτού. Αντιθέτως, η μετάλλαξη είναι μια διαδικασία που συμβαίνει είτε φυσικά, λόγω κάποιας ανωμαλίας στο γονιδίωμα του φυτού, είτε από την έκθεση σε κάποιον παράγοντα, παραδείγματος χάρη ακτινοβολία. Τέλος οι περισσότεροι λόγοι για τους οποίους μια μετάλλαξη συμβαίνει δεν είναι γνωστοί (GM Science Review First Report,2003).

Παρόλα αυτά η μετάλλαξη θα έπρεπε να θεωρείται πως είναι μια μη επιθυμητή διαδικασία. Στο επίπεδο της αγροτικής παραγωγής αυτό μπορεί να θεωρείται σωστό αλλά σε βάθος χρόνου, θεωρείται η διαδικασία με την οποία έχει φτάσει στην σημερινή εποχή η φύση. Έτσι λοιπόν η ακούσια μετάλλαξη είναι η διαδικασία της εξέλιξης που δεν στάματα ποτέ και βοηθάει το φυτό να προσαρμοσθεί στις εκάστοτε συνθήκες. Βεβαίως η εκούσια μετάλλαξη μπορεί να ελλοχεύει αρκετούς κινδύνους για την υγεία των ανθρώπων που θα καταναλώσουν ένα τέτοιο φυτικό οργανισμό ή κάποιο παραγωγό του (GM Science Review First Report,2003).

Οι περισσότεροι άνθρωποι που δεν βρίσκονται εντός της επιστημονικής κοινότητας, αλλά πολλές φορές και άνθρωποι που ανήκουν σε αυτόν, συγχέουν τις 2 αυτές διαφορετικές έννοιες με αποτέλεσμα τον πανικό και τον φόβο προς την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και προϊόντων.

1.8 Πως παράγονται τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

Τα περισσότερα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι φυτικοί οργανισμοί που τους έχουν προστεθεί γονίδια που τους προσδίδουν κάποιες παραπάνω ιδιότητες από τα συνηθισμένα φυτά με συγκεκριμένες τεχνικές. Αυτές οι τεχνικές είναι αρκετά πιο αποτελεσματικές από την ελεγχόμενη μετάλλαξη, μια διαδικασία με την οποία ακτινοβολείται ο οργανισμός που θέλουμε να υποστεί μετάλλαξη. Τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα εισάχθηκαν στην αγορά τροφίμων το 1994 με την πρώτη γενετικά τροποποιημένη ντομάτα να κάνει την αρχή. Στην συνέχεια ακολούθησαν πολλά σιτηρά όπως σόγια, καλαμπόκι, κανόλα, ρύζι και βαμβάκι (Clive J, 2010).

Οι φυτικοί οργανισμοί εισάγονται στο εργαστήριο (το γονιδίωμα ενός φυτικού οργανισμού) και στην συνέχεια γίνεται η γενετική τροποποίηση με τεχνικές ανασυνδιασμένου DNA όπως την βίο ολιστική μέθοδο ή την χρήση του βακτηρίου *Agrobacterium Tumefaciens*. Όταν λοιπόν οι εταιρίες δημιουργήσουν έναν ικανοποιητικό αριθμό φυτών αρχίζουν να συλλέγουν τους σπόρους τους ώστε να πραγματοποιήσουν δοκιμές απευθείας σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της γενετικής τροποποίησης και εάν το φυτό έχει τις επιθυμητές ιδιότητες. Μόλις το συγκεκριμένο φυτό περάσει από τους ελέγχους και τις δοκιμές τότε η εταιρία παράγει μαζικά τους σπόρους του φυτού και τους προμηθεύει στους αγρότες, οι οποίοι αρχίζουν την μαζική παραγωγή και την διανομή στην αγορά. Αυτήν την στιγμή υπάρχουν πολλοί φυτικοί οργανισμοί οι οποίοι είναι προϊόν γενετικής μηχανικής αλλά από τον Σεπτέμβριο του 2012 δεν υπάρχουν πια ζωικοί οργανισμοί οι οποίοι να χρησιμοποιούνται ως τροφή. Εξαιρεση αποτελεί ο γενετικά τροποποιημένος σολομός (Clive J, 2010).

Splicing Genes Together

Employing genetic engineering, researchers can take certain genes from a source organism and put them into another plant or animal.

An Example of Genetic Engineering:

1 Scientists take *Bacillus thuringiensis*, a commonly occurring soil bacteria...



2 ...and use enzymes to remove from it the Bt gene, which produces a protein that turns toxic in the digestive tract of caterpillars.



3 The Bt gene is then incorporated into the chromosomes of cotton and corn, killing caterpillars that feed upon these plants.



SOURCE: North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences

Εικόνα 3. Απομόνωση επιθυμητών γονιδίων και ενσωμάτωσή τους στο γενετικό υλικό του προς γενετική τροποποίηση οργανισμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Κανόνες Ασφαλείας:

2.1 Ποιος θεσπίζει τους κανόνες ασφαλείας

- Για την ασφάλεια των τροφίμων, την διασφάλιση της ποιότητας τους αλλά και για την κατανομή τους σε όλον τον κόσμο, υπεύθυνος είναι ένα διεθνής οργανισμός με την ονομασία Codex Alimentarius. Το εμπόριο των τροφίμων υπάρχει εδώ και χιλιάδες χρόνια μεταξύ των ανθρώπων. Παρόλα αυτά τα τελευταία 100 χρόνια η εξαγωγή αγαθών από χώρα σε χώρα έχει μεγιστοποιηθεί. Για τον έλεγχο της ποιότητας, της ασφάλειας και την δημιουργία οδηγιών συστάθηκε ένας παγκόσμιος οργανισμός. Ο διεθνής αυτός οργανισμός κάθε χρόνο εκδίδει οδηγίες για την ποιότητα των τροφίμων, τις διεργασίες που πρέπει να υπόκεινται τα τρόφιμα αλλά και θέτει τα όρια στα οποία η βιοτεχνολογία μπορεί να κινηθεί. Για τον ρόλο του έχει πολλές φορές στοχοποιηθεί από τον τύπο καθώς εκδίδει οδηγίες που αφορούν την επιστημονική κοινότητα με την συμμετοχή των διεθνών οργανισμών WHO και FAO. Στην Ελλάδα, αρμόδιος για την θέσπιση των κανόνων που διέπουν την νομοθεσία των ΓΤΠ είναι ο Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ). Ο ΕΦΕΤ συμμετέχει στις ευρωπαϊκές διαδικασίες κατηγοριοποίησης και ελέγχου των ΓΤΠ και συντάσσεται με τις κοινές ευρωπαϊκές οδηγίες. Ο ΕΦΕΤ σε συνεργασία με τον ευρωπαϊκό μηχανισμό θέσπισης κανόνων ασφαλείας, εξετάζουν τις προτάσεις που εκδίδονται από τον Codex Alimentarius και ανάλογα με την ισχύουσα νομοθεσία, οι νέες οδηγίες υιοθετούνται ή απορρίπτονται (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ), 2012).

2.2 Ποιοι είναι οι κανόνες ασφαλείας κατά την παραγωγή των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων

Το υφιστάμενο κοινοτικό ρυθμιστικό πλαίσιο, που οριοθετεί την παραγωγή, κυκλοφορία και επισήμανση τροφίμων, που συνίσταται, περιέχουν ή παράγονται από Γ.Τ.Ο και το οποίο θα υποστεί αρκετές τροποποιήσεις με την έναρξη εφαρμογής του Κανονισμού 1829/2003, που αφορά τους "γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς" (L268/18.10.2003, σελ. 1-23) και του Κανονισμού 1830/2003 που αφορά "την ιχνηλασιμότητα και την επισήμανση γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών και την ιχνηλασιμότητα τροφίμων και ζωοτροφών που παράγονται από γενετικώς τροποποιημένους οργανισμούς και την τροποποίηση της οδηγίας 2001/18/ΕΚ" (L268/18.10.2003, σελ. 24-28) συνοψίζεται στις παρακάτω Οδηγίες και Κανονισμούς:

- Οδηγία 2001/18 (L 106/17.04.2001) "για τη σκόπιμη ελευθέρωση γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον και την κατάργηση της οδηγίας 90/220/ΕΟΚ", η οποία αναφέρεται στους κανόνες σκόπιμης απελευθέρωσης ΓΤΟ, θέτει σε εφαρμογή τη "βήμα προς βήμα" διαδικασία έγκρισης, εφόσον όμως έχει πραγματοποιηθεί η κατά περίπτωση αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου και η κατάλληλη περιβαλλοντική αξιολόγηση.

Πιο συγκεκριμένα η οδηγία 2001/18/ΕΚ εισαγάγει: - υποχρεωτικό σύστημα παρακολούθησης σχετικά με τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της αλληλεπίδρασης ΓΤΟ με άλλους ΓΤΟ και το περιβάλλον. - γενικούς κανόνες υποχρεωτικής επισήμανσης και ανιχνευσιμότητας. - υποχρεωτική γνωμοδότηση από τις Κοινοτικές Επιστημονικές Επιτροπές. - υποχρέωση γνωμοδότησης από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο σχετικά με τις αποφάσεις έγκρισης απελευθέρωσης ΓΤΟ.

- Κανονισμός 258/97 (L43/14.02.1997) "σχετικά με τα νέα τρόφιμα και τα νέα συστατικά τροφίμων", ο οποίος προβλέπει τους όρους έγκρισης και κυκλοφορίας και τους

γενικούς κανόνες επισήμανσης των τροφίμων που περιέχουν ή αποτελούνται από ΓΤΟ ή άλλων νεοφανών τροφίμων. Εισαγάγει την έννοια της "ουσιαστικής ισοδυναμίας" (substantial equivalent), που αναφέρεται σε τρόφιμα που προέρχονται από ΓΤΟ, αλλά δεν περιέχουν ΓΤ πρωτεΐνη ή DNA και τα οποία θεωρούνται "ουσιαστικά ισοδύναμα" με τα αντίστοιχα συμβατικά σε ότι αφορά τη σύνθεση, τη θρεπτική αξία, το μεταβολισμό, την προοριζόμενη χρήση τους και παρέχει μια απλουστευμένη διαδικασία έγκρισης για τρόφιμα που είναι ουσιαστικά ισοδύναμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι εταιρείες που θα διαθέσουν ένα χαρακτηριζόμενο ως "ουσιαστικά ισοδύναμο" τρόφιμο στην αγορά, αρκεί να προβούν σε μια απλή δήλωση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Ε), που να συνοδεύεται από επιστημονική γνωμοδότηση ή γνώμη αρμόδιας Αρχής Κράτους - Μέλους (Κ-Μ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η διαδικασία έγκρισης που περιγράφεται στο συγκεκριμένο κανονισμό περιλαμβάνει την αξιολόγηση του φακέλου του προς έγκριση ΓΤΤ από την αρμόδια Αρχή του Κ-Μ, στο οποίο το προϊόν θα τεθεί για πρώτη φορά στην αγορά. Στην περίπτωση θετικής γνωμοδότησης, το Κ-Μ ενημερώνει τα άλλα Κ-Μ μέσω της Ε.Ε και αν δεν υπάρχουν ενστάσεις σχετικά με το φάκελο έγκρισης από τα άλλα Κ-Μ, τότε το Κ-Μ το οποίο έκανε την αξιολόγηση εγκρίνει τη διάθεση του ΓΤ προϊόντος σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αν υπάρχουν ενστάσεις από τα άλλα Κ-Μ, τότε απαιτείται απόφαση σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η Ε.Ε. συμβουλευείται τις Επιστημονικές Επιτροπές σε θέματα που έχουν σχέση με την Δημόσια Υγεία και υιοθετεί Απόφαση έγκρισης διάθεσης στην αγορά, αφού έχει λάβει θετική γνωμοδότηση από τη Μόνιμη Επιτροπή Τροφίμων, που αποτελείται από εκπροσώπους των Κ-Μ.

- Κανονισμός 1139/98 (L159/03.06.1998) "για την υποχρεωτική αναγραφή στοιχείων, επιπλέον των προβλεπόμενων στην οδηγία 79/112/ΕΟΚ και στην επισήμανση ορισμένων τροφίμων που παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς", που προβλέπει τους ειδικούς κανόνες επισήμανσης των τροφίμων και συστατικών που παράγονται από τις εγκεκριμένες γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες Roundup Ready σόγια και Bt - 176 Maximizer αραβόσιτο, που έχουν εγκριθεί σύμφωνα με τις αποφάσεις 96/281/ΕΚ και 97/98/ΕΚ. Σύμφωνα με τους κανόνες του συγκεκριμένου κανονισμού τρόφιμα και συστατικά τροφίμων που παράγονται από τις παραπάνω ποικιλίες και περιέχουν γενετικά τροποποιημένο υλικό πρέπει να φέρουν την ανάλογη επισήμανση.

- Κανονισμός 49/2000, που τροποποιεί τον Κανονισμό 1139/98 προκειμένου να θεσμοθετηθεί όριο ανοχής τυχαίας επιμόλυνσης συμβατικών προϊόντων, τα οποία σε κάποιο στάδιο από την καλλιέργεια έως την μεταποίηση μπορεί να επιμολυνθεί από άλλα παραγόμενα από εγκεκριμένες γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες σε μέγιστο ποσοστό 1% επί ενός εκάστου συστατικού και όχι τελικού προϊόντος. Οι επιχειρήσεις τροφίμων και οι εισαγωγείς πρέπει να αποδεικνύουν -βάσει στοιχείων- κατά τον έλεγχο ότι απέφυγαν τη χρησιμοποίηση γενετικά τροποποιημένων πρώτων υλών και ως εκ τούτου η επιμόλυνση είναι τυχαία.
- Κανονισμός 50/2000, που επιβάλλει την επισήμανση των τροφίμων που περιέχουν πρόσθετες και αρτυματικές ύλες, οι οποίες έχουν τροποποιηθεί γενετικά ή έχουν παραχθεί από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και στις οποίες ανιχνεύονται πρωτεΐνη ή DNA από γενετική τροποποίηση. Οι πρόσθετες και αρτυματικές ύλες εξαιρούνταν τόσο από τον Καν. 258/97, όσο και από την Καν. 1139/98 (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ), 2012).

2.3 Κανονισμοί για την ιχνηλασιμότητα σε τρόφιμα και ζωοτροφές

Το νομοθετικό πλαίσιο κάτω από το οποίο διενεργούνται οι έλεγχοι των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών από τις Υγειονομικές Υπηρεσίες των χωρών που εναρμονίζονται με τις ευρωπαϊκές οδηγίες που έχουν εκδοθεί το 2003 είναι:

- Κανονισμός 1829/2003 για τα γενετικώς τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές.

Αποσκοπεί στην ρύθμιση της διάθεσης στην αγορά, τροφίμων και ζωοτροφών που περιέχουν γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και προβλέπει για την σήμανση των προϊόντων ώστε να είναι εύκολα να αναγνωρισθούν από τον καταναλωτή. Ορίζει ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές δεν πρέπει να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στην υγεία των ζώων ή στο περιβάλλον. Ακόμα δεν πρέπει να παραπλανούν τον καταναλωτή ως προς την αγορά και δεν πρέπει να διαφέρουν από το τρόφιμο που αντικαθιστούν σε βαθμό ώστε να προκαλέσουν αρνητικές διατροφικές επιπτώσεις σε ανθρώπους και ζώα.

- Κανονισμός 1830/2003 για την ιχνηλασιμότητα και τη σήμανση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και την ιχνηλασιμότητα των τροφίμων και ζωοτροφών που προέρχονται από ή περιέχουν γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.

Ο Κανονισμός αποσκοπεί στην ιχνηλασιμότητα των ΓΤΟ και των τροφίμων που προέρχονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς ή περιέχουν ΓΤΟ. Η ιχνηλασιμότητα σε ένα τρόφιμο είναι η δυνατότητα να εντοπίζονται τα προϊόντα της γενετικής τροποποίησης σε κάθε στάδιο της πορείας παραγωγής και διάθεσης. Παραδείγματος χάριν, όταν η παραγωγή αρχίζει χρησιμοποιώντας έναν ΓΤ σπόρο, η εταιρεία η οποία παράγει ή εμπορεύεται το σπόρο θα πρέπει να πληροφορήσει κάθε αγοραστή ότι πρόκειται για ΓΤ σπόρο και ακόμα να παρέχει πιο εξειδικευμένες πληροφορίες που θα είναι στην διάθεση του καταναλωτή και θα επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό του ΓΤΟ. Η εταιρεία επίσης υποχρεούται να διατηρεί αρχείο όλων των επιχειρήσεων που ο σπόρος έχει πωληθεί. Παρομοίως, ο αγρότης πρέπει να πληροφορεί τους έμπορους ή τους καταναλωτές πως η σοδειά του προέρχεται από γενετικά τροποποιημένους σπόρους και να τηρεί αρχείο όσων αγοράζουν τη σοδειά του. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να διατηρούνται για 5 χρόνια και να είναι έτοιμες για διάθεση στις αρμόδιες αρχές σε κάθε περίπτωση σχετικού αιτήματος.

Ο συγκεκριμένος κανονισμός προβλέπει επίσης την πληροφόρηση μέσω της κατάλληλης επισήμανσης (ετικέτας) όλων των τροφίμων που περιέχουν ή παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς, έτσι ώστε οι καταναλωτές να γνωρίζουν την ακριβή φύση και τα χαρακτηριστικά των τροφίμων. Επομένως λοιπόν θα μπορούν να έχουν τη δυνατότητα να κάνουν τις επιλογές τους γνωρίζοντας ακριβώς τι αγοράζουν και τι ακριβώς καταναλώνουν.

Παρόλα αυτά ελάχιστα ίχνη ΓΤΟ στα συμβατικά τρόφιμα είναι δυνατόν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, συγκομιδής, μεταφοράς και επεξεργασίας. Ως εκ τούτου, στην παραγωγή τροφίμων και σπόρων είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθούν και να έχουμε ως αποτέλεσμα 100% αγνά προϊόντα. Πάνω σ' αυτή τη βάση, προκειμένου να διασφαλισθεί η νομική βεβαιότητα, έχουν καθοριστεί σαφή όρια (0,9%)

πάνω από τα οποία, τα συμβατικά τρόφιμα πρέπει να επισημαίνονται ως προϊόντα που περιέχουν ή έχουν παραχθεί από ΓΤΟ. Η επισήμανση: «το προϊόν περιέχει γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς» ή «προϊόν γενετικά τροποποιημένου (+ το όνομα του οργανισμού)», θα πρέπει να αναγράφεται σε αυτά τα τρόφιμα. Εδώ σημειώνεται πως ο Κανονισμός δεν απαιτεί να επισημαίνονται ως ΓΤ, τρόφιμα όπως το γάλα, το κρέας ή τα αυγά που προέρχονται από ζώα που έχουν τραφεί με ΓΤ τροφές ή τους έχει χορηγηθεί θεραπεία με γενετικά τροποποιημένα φαρμακευτικά προϊόντα.

- Οδηγία 2001/18/ΕΚ για την σκόπιμη ελευθέρωση γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον.

Η Οδηγία 2001/18 αναφέρεται σε δύο θεματικές ενότητες: την απελευθέρωση ΓΤΟ στο περιβάλλον για δοκιμές σε περιορισμένα αγροκτήματα και την απελευθέρωση ΓΤΟ, που ήδη έχουν δοκιμαστεί, στην εμπορία και την κατανάλωση. Βασικός της στόχος, σύμφωνα με την αρχή της προφύλαξης, είναι η προστασία και η διαφύλαξη της ανθρώπινης υγείας και της εύρυθμης λειτουργίας του περιβάλλοντος. Η παραπάνω νομοθεσία θέτει συγκεκριμένες υποχρεώσεις ελέγχου για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της συνύπαρξης των ΓΤΟ με άλλους οργανισμούς στο περιβάλλον, την επισήμανση και την ενημέρωση των καταναλωτών και δίνει τη δυνατότητα στο Ευρωκοινοβούλιο να απορρίψει πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που εγκρίνει κάποιο γενετικά τροποποιημένο οργανισμό.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία αυτή, κάθε εταιρεία που προτίθεται να διαθέσει στην αγορά ένα ΓΤΟ θα πρέπει να υποβάλει στις αρμόδιες αρχές του κράτους μέλους πλήρη εκτίμηση επικινδυνότητας, θα πρέπει να ενημερωθούν σχετικά όλα τα άλλα κράτη μέλη και σε περίπτωση αντιρρήσεων από κάποιο κράτος μέλος, η τελική απόφαση λαμβάνεται σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και οι πολίτες της ΕΕ ενημερώνονται ανάλογα.

Στόχος της εκτίμησης επικινδυνότητας είναι να αξιολογηθούν οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις των ΓΤΟ, συμπεριλαμβανομένων άμεσων ή έμμεσων, βραχυπρόθεσμων ή μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον από την εσκεμμένη απελευθέρωση ή τοποθέτηση στην αγορά γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.

Επίσης η επικινδυνότητα για το περιβάλλον αξιολογείται σε σχέση με το πώς αναπτύχθηκε ένας ΓΤΟ και τα νέα γονίδια που δημιουργήθηκαν καθώς ενδέχεται να έχουν δημιουργηθεί, για παράδειγμα, τοξικές ή αλλεργιογόνες πρωτεΐνες (Υγειονομική Υπηρεσία Κύπρου, 2011, European Commission, 2012).

2.4 Διαφορές στη νομοθεσία μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής

Η ευρωπαϊκή ένωση και η Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής εμφανίζουν αρκετές διαφορές στην πολιτική που ασκούν όσον αφορά την βιοτεχνολογία. Αυτές οι διαφορές κυρίως εντοπίζονται σε 2 τομείς, την επισήμανση και την αρχή της προφύλαξης/ προσέγγιση της προφύλαξης (Europa, 2013)..

Η Ευρωπαϊκή ένωση θεωρεί πως οι "αρχή της προφύλαξης" και η "προσέγγιση της προφύλαξης" είναι το ίδιο και το αυτό ενώ οι Η.Π.Α έχουν διαχωρίσει αυτούς τους 2 όρους. Η διαφοροποίηση που υπάρχει έχει να κάνει με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των κινδύνων, και τη διαδικασία λήψης των αποφάσεων. Κατά τη διάκριση αυτή, η 'αρχή της προφύλαξης' είναι μια συνεχής και υποκειμενική αναζήτηση στοιχείων σχετικά με τους υποθετικούς κινδύνους. Με βάση την προσέγγιση της προφύλαξης η λήψη των αποφάσεων πραγματοποιείται με πιο συγκεκριμένο και τυποποιημένο τρόπο και η εκτίμηση των κινδύνων γίνεται χρησιμοποιώντας ένα καθιερωμένο πλαίσιο διαδικασιών και συγκεκριμένη μεθοδολογία. Έτσι λοιπόν η Ε.Ε δίνει μεγάλη βάση και στις 2 έννοιες με αποτέλεσμα ένα προϊόν να μην μπορεί να εισαχθεί στην αγορά ικανοποιώντας μόνο την μία από τις 2 έννοιες (Europa, 2013).

Η διαφορές στην επισήμανση που υπάρχουν αφορούν στο κατά πόσον ένα προϊόν που προέρχεται από γενετικά τροποποιημένα φυτά, θα αναγράφει στην ετικέτα του όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται να είναι διαθέσιμες στον καταναλωτή. Στην Ε.Ε έχει ασκηθεί αρκετή πίεση για να υπάρχουν στις ετικέτες των τροφίμων τα ακριβή διατροφικά στοιχεία του τροφίμου. Έτσι τα περισσότερα τρόφιμα σήμερα αναγράφουν πλήρως τα στοιχεία, κάτι που έχει αποτελέσει σε έναν ευνοϊκό συνδυασμό μεταξύ της βιομηχανίας τροφίμων, της επιστημονικής κοινότητας και της κοινής γνώμης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Επιπλοκές στην υγεία των ανθρώπων:

3.1 Τοξικότητα των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων

Παρά το γεγονός πως οι εταιρίες παραγωγής και διανομής τεχνολογίας γενετικά τροποποιημένων τροφίμων διαβεβαιώνουν το κοινό κατανάλωσης πως δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος ως προς την κατανάλωση των εν λόγω προϊόντων, διάφορες μελέτες έχουν ισχυριστεί πως υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης τοξικής δράσης στον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί πως τοξίνες που παράγονται από τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς είναι δυνατόν να απορροφηθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί π.χ. αυτοί που περιέχουν υποκινητές ιών, θα μπορούσαν να προκαλέσουν δυσλειτουργίες με την έκφραση των επικίνδυνων γονιδιακών τους προϊόντων. Ακόμα και σε περιορισμένη χρήση, για να αποτραπούν οι ανεπιθύμητες συνέπειες, τα τμήματα των ιών που περιέχουν γονίδια από θηλαστικά ή ανθρώπους θα πρέπει να ελέγχονται ώστε να διαπιστώνεται εάν το γονιδίωμα τους μπορεί να αποβεί ζημιογόνο σε έναν νέο οργανισμό ξενιστή (Bergmans H. et al, 2008).

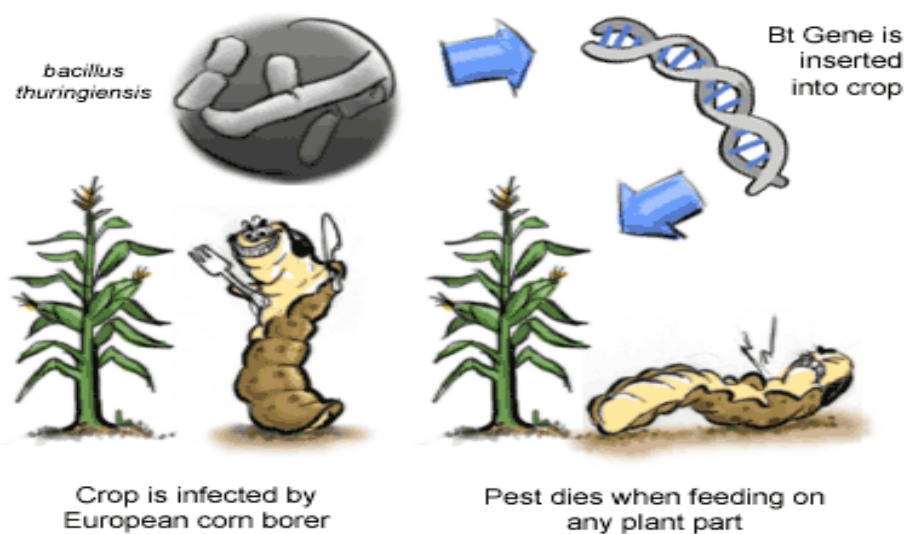
Παραδείγματα τέτοιων δυνητικά επικίνδυνων γονιδίων είναι οι πρωτεϊνικές τοξίνες, παράγωγα των επικρατών αλληλομόρφων που παίζουν ρόλο σε κληρονομικές ασθένειες, γονιδιακά παράγωγα και γονιδιακές ακολουθίες που εμπλέκονται σε γενωμικές αναδιατάξεις, καθώς και γονιδιακά παράγωγα που εμπλέκονται στο ανοσοποιητικό σύστημα και στην απόπτωση (Bergmans H. et al, 2008).

Εργαστηριακές και κλινικές μελέτες έχουν δείξει πως τοξίνες από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς είναι δυνατόν να απορροφηθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό και επίσης έγκυες γυναίκες καθώς και τα έμβρυα τους μπορούν να εμφανίζουν

ανιχνεύσιμες ποσότητες τοξινών στο αίμα τους. Επιπλέον εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει αυξημένα επίπεδα τοξικών ουσιών σε νεφρικά κύτταρα (Seralini G et al, 2012).

Το *Bacillus thuringiensis* είναι ένα βακτήριο του εδάφους που παράγει μια τοξίνη με το όνομα Cry1Ab πρωτεΐνη. Αυτή η πρωτεΐνη μπορεί να παράγεται από κάποιες καλλιέργειες καλαμποκιού οι οποίες έχουν τροποποιηθεί γενετικά. Μια σχετικά πρόσφατη εργαστηριακή μελέτη έδειξε πως η Cry1Ab τοξίνη είναι ικανή να προκαλέσει θανάτωση σε εμβρυικά νεφρικά κύτταρα και πως ο συνδυασμός των Cry1Ab και Cry1Ac τοξινών με την χρήση των φυτοφαρμάκων είναι δυνατόν να καθυστερούν την διαδικασία της απόπτωσης, η οποία μπορεί να προκαλέσει ανάπτυξη καρκίνου. Μερικές καλλιέργειες καλαμποκιού έχουν αντοχή στα εντομοκτόνα λόγω γενετικής τροποποίησης και η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε πως από μόνο του το εντομοκτόνο μπορεί να προκαλέσει θανάτωση ανθρωπίνων ιστών σε δόσεις πολύ χαμηλότερες αυτών που χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν *in vivo* χρησιμοποιώντας κυτταρικές σειρές όπου και διαπιστώθηκε η νέκρωση αυτών των ιστών (Mesnage R et al, 2012).

Περαιτέρω αποδείξεις για την τοξικότητα των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών που παράγουν τοξίνες του *Bacillus thuringiensis* έχουν πρόσφατα παρουσιασθεί από ερευνητές του Swiss Federal Institute of Technology. Στην μελέτη έδειξαν πως η Cry1Ab τοξίνη που χορηγήθηκε σε προνύμφες εντόμων, αυξάνει την θνησιμότητά τους (Hilbeck A et al, 2012).



Εικόνα 3. Προστασία κατά των ζιζανίων

3.2 Δημιουργία αλλεργιών προερχόμενη από τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

Σχεδόν όλα τα τρόφιμα μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες συνέπειες οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως προς τον μηχανισμό δράσης σαν αλλεργικές, π.χ. αυτές που ως αποτέλεσμα έχουν ένα ανοσολογικό συμβάν (σχέση με IgE αντίσωμα), και σε άλλους τύπους μη ανοσολογικών τροφικών αντιδράσεων περισσότερο σαν διατροφικές δυσανεξίες. Ανάμεσα στα τρόφιμα με την περισσότερο αλλεργιογόνο δράση συγκαταλέγονται τα φρούτα, τα φιστίκια, η σόγια, τα αυγά, το γάλα, τα οστρακόδερμα, οι καρποί των δέντρων, τα λαχανικά της οικογένειας των σκιαδοφόρων και το σιτάρι. Αυτά τα κοινά αλλεργιογόνα τρόφιμα απαριθμούν πάνω από το 90% των τροφικών αλλεργιών, παρόλο που πάνω από 200 τροφές έχουν συνδεθεί με σποραδικές αλλεργιογόνες αντιδράσεις. Οι πραγματικά ανοσολογικές τροφικές αντιδράσεις απαριθμούν περίπου το 20% όλων των ανεπιθύμητων αντιδράσεων στα τρόφιμα (Lehrer et al., 1996).

Η κοινή γνώμη, παρόλο που δεν γνωρίζει σχεδόν τίποτα από την επιδημιολογία των αλλεργιών που προέρχονται από την διατροφή, έχει την αίσθηση πως οι τροφικές αλλεργίες όλο και αυξάνονται την σύγχρονη εποχή. Παρόλα αυτά δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να στηρίζουν αυτή την άποψη. Πιθανόν να ανιχνεύονται περισσότερες τροφικές αλλεργίες αυτό όμως μπορεί να μην οφείλεται σε διαφορά στην επιδημιολογία των αλλεργιών αλλά στη χρήση καλύτερων τεχνικών διάγνωσης των τροφικών αλλεργιών από ότι στο παρελθόν. Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε μια αυξανόμενη εισαγωγή εξωτικών φρούτων στη διατροφή των Ευρωπαίων, όπως το ακτινίδιο το οποίο έχει γίνει ένα από τα σημαντικότερα αλλεργιογόνα φαγητά στη Ιταλία ή άλλα προϊόντα όπως τα φιστίκια.

Για ποιο λόγο λοιπόν πρέπει να φοβόμαστε ότι με την εισαγωγή μια νέας πρωτεΐνης, με έναν γνωστό βιολογικό ρόλο και γνωστά βιολογικά χαρακτηριστικά, θα υπάρξει μια δραματική αλλαγή στην αλλεργιογόνο δράση των φαγητών? Για αυτό το λόγο υπήρξε μια συναινετική επιτροπή για το πώς πρέπει να αξιολογούνται 10 αλλεργιογόνες πρωτεΐνες σε γενετικά τροποποιημένα φυτά. Αυτή η αξιολόγηση περιλαμβάνει:

- Την πηγή του εισερχομένου γονιδίου
- Τις φυσικοχημικές ιδιότητες της πρωτεΐνης

- Την ομολογία στην αλληλουχία αμινοξέων της νεοεισερχόμενης πρωτεΐνης με γνωστά αλλεργιογόνα
- Την ανοσολογική απόκριση της πρωτεΐνης με το αντιγόνο IgE από το πλάσμα του αίματος ανθρώπων με γνωστή αλλεργία στο νεοεισερχόμενο γονίδιο
- In vivo δοκιμές (Υποδόρια και double-blind placebo-controlled food-challenge (DBPCFC) (Bernstein et al., 1999).

Παρόλο που μερικές πηγές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως μη αλλεργιογόνες, επιστημονικές μελέτες πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμες καθώς νέα γνώση μπορεί να τροποποιήσει την αντίληψη της κατάστασης. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του *Bacillus thuringiensis*, περιπτώσεις αναπνευστικών αλλεργιών έχουν παρατηρηθεί σε εργάτες που χρησιμοποιούσαν σπρέι με περιεχόμενο του βακίλου. (D'Agnoio G., 2005)

Η σταθερότητα των πρωτεϊνών κατά την επεξεργασία των τροφίμων από το όξινο περιβάλλον του ανθρώπινου στομάχου, αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα προκειμένου να χαρακτηρίσουμε μια ουσία ως αλλεργιογόνο. Μέχρι σήμερα, οι πρωτεΐνες που υπάρχουν στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν φαίνεται να προκαλούν κάποια αλλεργία και χαρακτηρίζονται ως μη αλλεργιογόνοι παράγοντες.

Τα τελευταία χρόνια την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας έχουν τραβήξει οι ακολουθίες των αμινοξέων. Περισσότερα από 200 αλλεργιογόνα έχουν χαρακτηριστεί σε μοριακό επίπεδο. Για να υπάρχει πιθανή αλλεργιογόνος δράση, θα πρέπει να αναγνωρισθεί μια αλληλουχία κάποιου γνωστού αντιγονικού παράγοντα. Γενικά σύμφωνα με την υπάρχουσα γνώση, μας δίνεται η ευκαιρία να αξιολογήσουμε την αλλεργιογόνο δράση ενός τροφίμου (που περιέχει μια συγκεκριμένη πρωτεΐνη) σύμφωνα με κριτήρια που έχουν ήδη οριστεί. Έτσι κατά την παρούσα φάση δεν έχουμε κάποια ένδειξη για νέες αλλεργίες που συνδέονται με τα τρόφιμα που παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς (D'Agnoio G., 2005).

Prop 37: Your right to know.

GMOs: Corporate Charlatans Versus Organic Heroes

Corporate agribusiness fighting Prop 37
Donated: \$32,439,114



MONSANTO \$7,100,500	Naked PEPSICO \$1,716,300
HONEST tea Coca Cola \$1,164,400	ALEXIA CONAGRA \$1,076,300
Kashi MorningStar Kellogg \$632,500	LARABAR GENERAL MILLS \$520,000
SMUCKER \$387,000	RICH PRODUCTS \$225,000
DEAN FOODS \$253,000	Similac ABBOTT NUTRITION \$3,918

COUNSEL FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (DONATED \$175,000),
GROCERY MANUFACTURERS ASSOCIATION (\$375,000),
BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION: (\$250,000)

Organic leaders supporting Prop 37
Donated: \$3,861,775



Mercola.com DR. JOSEPH MERCOLA \$1,100,000	Annie's \$290,000
Arjo \$250,000	CLIF \$100,000
ORGANIC VALLEY \$50,000	Nuttiva \$50,000
EJLB \$33,000	LATE JULY \$25,000
MOM \$10,000	EDEN \$10,000
Pacific \$10,000	Earthbound Farm ORGANIC \$10,000
Sunfood \$3,000	STRAUS \$2,500
DR. JOSEPH MERCOLA \$40,000 (ASSOCIATE) \$730,000 (FUND)	Annie's \$52,500
CLIF \$100,000	UCIP \$33,000
Nuttiva \$50,000	Frey Vineyards \$35,000
LATE JULY \$25,000	cups \$25,000
MOM \$10,000	GOOD EARTH NATURAL FOODS \$25,000
EDEN \$10,000	NEW CHAPTER \$10,000
Earthbound Farm ORGANIC \$10,000	Organic Valley \$7,500
Sunfood \$3,000	4175 Dr. Organic \$7,200
	Traditional Medicinals \$5,000
	Uncle Matts \$2,500
	SAMBAZON \$10,000
	Tofurky \$5,000
	Bakery On the Border \$2,500

ALEX BOGUSKY (FEARLESS REVOLUTION) (\$100,000), MICHAEL FUNK (\$50,000),
PRESENCE MARKETING (\$20,000), BURROUGHS FAMILY FARM (\$5,000),
BAKER CREEK HEIRLOOM SEEDS (\$4,000), MINTWOOD MEDIA COLLECTIVE (\$1,250)

As Goes California, So Goes the Nation.

Democratic and Republican administrations, and Congress, have repeatedly ignored the overwhelming majority of Americans who favor labeling genetically engineered (GE) food in the marketplace. Our politicians seem to be listening to the corporate executives (donors) instead of the citizenry. But in California, the people have a right to craft laws of their choosing. Proposition 37, on the ballot in California on November 6, would mandate labeling of foods containing GE ingredients. If we win this fight in California, manufacturers will likely begin to label food nationally for GE ingredients.

Please make your voice heard by signing the petition at cornucopia.org



CORNUCOPIA
INSTITUTE
WWW.CORNUCOPIA.ORG

Εικόνα 4. Εταιρίες που χρησιμοποιούν γενετικά τροποποιημένα φυτά για τα προϊόντα τους και μη.

3.3 Βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

Στις αναπτυσσόμενες χώρες υπάρχει μείζον πρόβλημα με την διατροφή των ανθρώπων καθώς εμφανίζεται ανισότητα στην κατανομή των τροφίμων μεταξύ φτωχών και πλουσίων με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού να υποσιτίζεται και να εμφανίζει διατροφικές ελλείψεις. Από τις σημαντικότερες διατροφικές ελλείψεις που εμφανίζονται είναι αυτές σε βιταμίνη Α, σίδηρο και ψευδάργυρο. Για αντιμετωπιστεί αυτό το φαινόμενο, οι ερευνητές τις περασμένες δεκαετίες προσπάθησαν να αναπτύξουν τρόπους μέσω της γενετικής τροποποίησης ώστε να εμπλουτίσουν τρόφιμα με χρήσιμα για τους ανθρώπους θρεπτικά συστατικά. Σήμερα υποστηρίζεται πως η χρησιμοποίηση της βιοτεχνολογίας για τροποποίηση των σιτηρών είναι η πιο αποδοτική οικονομικά και ποιοτικά μέθοδος για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος (Zimmermann M, Hurrell R, 2002).

Ο μισός πληθυσμός της Γης τρώει καθημερινά ρύζι και εξαρτάται από αυτό για την επιβίωση του. Το ρύζι αποτελεί κύρια πηγή βιταμίνης Α και με τον εμπλουτισμό του ρυζιού μπορεί να υπάρξει μείωση των θανάτων από ανεπάρκεια βιταμίνης Α της τάξης του 1 με 2 εκατομμύριων ανθρώπων. Στις τροπικές περιοχές, το ρύζι επεξεργάζεται ώστε να αφαιρεθεί εάν στρώμα ελαίου με αποτέλεσμα την καλύτερη συντήρηση του. Το αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας είναι πως το ενδοσπέρμιο, περιέχει μειωμένη ποσότητα προβιταμίνης Α. Μέσω μιας ενζυμικής διεργασίας, είναι δυνατόν να παραχθούν βιοσυνθετικά β καροτένια. Έτσι με την γενετική τροποποίηση του ρυζιού, με γονίδια του *Agrobacterium*, μπορεί η απώλεια λόγω της επεξεργασίας να αποτραπεί. Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες, κυρίως σε ζώα, αλλά οι περισσότερες δεν μπορούν να δώσουν ένα ασφαλές συμπέρασμα ως προς την βιοδιαθεσιμότητα της βιταμίνης Α από τον άνθρωπο και κατά πόσον είναι ικανός ο ανθρώπινος οργανισμός να απορροφήσει τα β καροτένια και την προβιταμίνη Α που είναι διαθέσιμη (Zimmermann M, Hurrell R, 2002). Το συγκεκριμένο παράδειγμα ονομάζεται "χρυσό ρύζι" και θα συζητηθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Η διατροφική ανεπάρκεια σιδήρου και ψευδάργυρου είναι επίσης αρκετά διαδεδομένες στις αναπτυσσόμενες χώρες. Δεν είναι τόσο μείζον πρόβλημα όπως η ανεπάρκεια βιταμίνης Α αλλά υπολογίζεται πως το 40 με 50 % των παιδιών σχολικής ηλικίας εμφανίζουν αναιμία και το 50% αυτών είναι σιδηροπενική αναιμία. Η ανεπάρκεια των δύο αυτών μικροθρεπτικών είναι αρκετά σημαντική καθώς εμπλέκονται στην ανάπτυξη

και στην λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες χαμηλής βιοδιαθεσιμότητας αυτών των μικροθρεπτικών είναι η διατροφή βασιζόμενη σε δημητριακά και όσπρια. Τα δημητριακά και τα όσπρια εμπεριέχουν υψηλά επίπεδα φυτικών οξέων που είναι φυσικοί αναστολείς της απορρόφησης του σιδήρου και του ψευδάργυρου. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές για να αυξηθεί η βιοδιαθεσιμότητα των μικροθρεπτικών συμπεριλαμβανόμενου της γενετικής μηχανικής (Frossard E et al., 2000) .

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές που είναι δυνατόν να αυξήσουν την βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου και του ψευδαργύρου σε φυτικά τρόφιμα. Ο σίδηρος είναι δυνατόν να αυξηθεί με το αυξηθεί η περιεκτικότητα του χώματος σε σίδηρο ή τροποποιώντας τις αποθήκες σιδήρου στο φυτό. Αυξάνοντας το επίπεδο των σιδηροφόρων (χηλικοί παράγοντες) και μειώνοντας άλλους παράγοντες όπως ένζυμα και πρωτεΐνες μεταφορείς στις ρίζες του φυτού θα μπορούσε να αυξηθεί η περιεκτικότητα τους σε σίδηρο. Οι ίδιες τεχνικές μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για τον ψευδάργυρο (Frossard E et al., 2000).

Ακόμα είναι δυνατόν να εισαχθούν στο φυτό θερμοανθεκτικές και ανθεκτικές σε όξινο περιβάλλον φυτάσες. Αυτές οι φυτάσες θα υποβαθμίσουν και θα μετριάσουν την επίδραση των φυτικών οξέων με αποτέλεσμα να υπάρξει μεγαλύτερη απορρόφηση του ήδη υπάρχοντος σιδήρου και ψευδαργύρου.

Παρόλο που η αύξηση της φερριτίνης των φυτών φαίνεται η πιο ρεαλιστική επιλογή, δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την απορρόφηση της από τον ανθρώπινο οργανισμό. Μέχρι τώρα έχουν γίνει μόνο έρευνες σε πειραματόζωα και όχι σε ανθρώπους οπότε δεν μπορεί να εκτιμηθεί αυτή η πρόταση. Επίσης η αύξηση της φυτάσης στους σπόρους των φυτών θα μπορούσε σε κάποιες πληθυσμιακές ομάδες να έχει αποτελέσματα, όπως σε ενήλικους άνδρες και σε γυναίκες στην κλιμακτήριο, αλλά δεν φαίνεται να είναι η καλύτερη λύση καθώς θα μπορούσε να προκαλέσει σε παθήσεις όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα και ο καρκίνος (Frossard E et al., 2000).

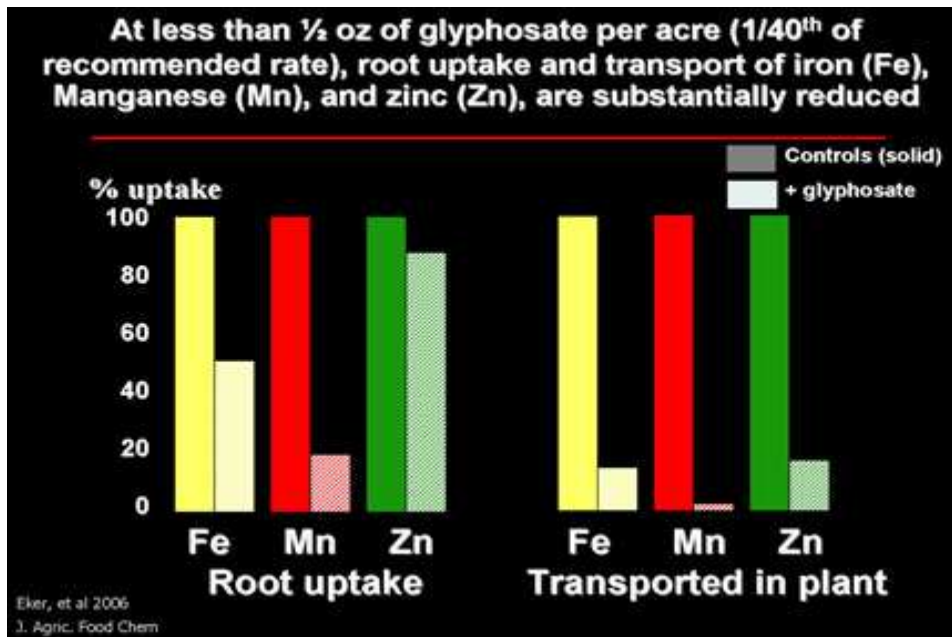
Συνοψίζοντας, πρώτου τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα εισαχθούν στην παραγωγή και στην διατροφή μας θα πρέπει να ερευνηθεί προσεκτικά εάν τα αποτελέσματα που θα έχει μια τέτοια παραγωγή θα είναι πραγματικά αποδοτικά και το αν πραγματικά υπάρχει η ανάγκη να αναπτυχθούν και άλλο αυτές οι τεχνικές. Όταν αυτά τα ερωτήματα απαντηθούν θα πρέπει να γίνουν εκτενείς μελέτες προκειμένου να αποδειχθεί ότι όντως είναι περισσότερο αποδοτικά διαιτητικά (Frossard E et al., 2000).

3.4 Ακούσια προβλήματα προερχόμενα από τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

Παρά τα πλεονεκτήματα που μπορούν να προκύψουν από τα γενετικά τροποποιημένα σιτηρά, υπάρχει κάποια ανησυχία ως προς τον πιθανό περιβαλλοντικό και αγρονομικό κίνδυνο που μπορεί να προκύψει από εκτεταμένες καλλιέργειες καθώς είναι δυνατόν τα γονίδια, που έχουν χρησιμοποιηθεί για να αποδοθεί ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό, να μεταδοθούν σε άλλες καλλιέργειες και να επικρατήσουν σε αγρονομικά και φυσικά οικοσυστήματα.

Από αγρονομικής απόψεως, η μη ηθελημένη μεταφορά γονιδίων από ένα σιτηρό σε ένα άλλο θα μπορούσε να έχει αρκετές επιπτώσεις περιλαμβανομένης της ποιότητας του σπόρου που μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην αποδοτικότητα του σιτηρού. Ο αραβόσιτος, παραδείγματος χάριν, θα μπορούσε να διασταυρωθεί με άλλου είδους καλλιεργούμενο αραβόσιτο ή καλαμποκιού με αποτέλεσμα να μειώσει την ποιότητα του προϊόντος (Eastham K et al, 2002).

Όσον αφορά τους περιβαλλοντικούς κινδύνους των γενετικά τροποποιημένων σιτηρών βρίσκονται στο εάν ένα φυτό (π.χ. σιτηρό) έχει συγγενή είδος το οποίο είναι μη καλλιεργήσιμο και εάν υπάρχει η ικανότητα να διασταυρώνεται με αυτό το είδος και να δίνει απογόνους με βελτιωμένα χαρακτηριστικά. Εάν λοιπόν το σιτηρό δημιουργεί υβρίδια με "άγριους" συγγενείς του και η γονιδιακή εισαγωγή επηρεάζει αυτούς του πληθυσμούς, θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια ανισορροπία στο οικολογικό σύστημα με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν οι άλλοι φυτικοί οργανισμοί και να υπάρξει διαταραχή του οικοσυστήματος. Η ελαιοκράμβη και διάφορες καλλιέργειες φρούτων έχουν διάφορους βαθμούς σεξουαλικής συμβατότητας με διάφορους "άγριους" συγγενείς σε όλη την Ευρώπη, και η εισαγωγή ενός νέου γονιδίου από ένα γενετικά τροποποιημένο σιτηρό σε ένα άλλο είδος είναι πολύ πιθανή. Επίσης άλλα σιτηρά, όπως ο αραβόσιτος, δεν έχουν "άγριους" συγγενείς που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα οικοσυστήματα στην Ευρώπη (Eastham K et al, 2002).



Εικόνα 4. Διαφορές γενετικά τροποποιημένων οργανισμών ως προς την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών.

3.5 Το παράδειγμα του "χρυσού ρυζιού" .

Το χρυσό ρύζι (*Oryza sativa*) είναι το όνομα που έχει δοθεί στο γενετικά τροποποιημένο ρύζι το οποίο είναι ικανό να παράγει β-καροτένιο (προβιταμίνη Α) στο ενδοσπέρμιο. Το όνομα αυτό προέρχεται από το κίτρινο χρώμα που είναι ορατό στο ρύζι μετά την άλεση και το στίλβωμα, διαδικασίες οι οποίες είναι συνήθειες για την απομάκρυνση των εξωτερικών στρωμάτων του ρυζιού. Η έρευνα που οδήγησε στην δημιουργία του χρυσού ρυζιού προέρχεται από το παγκόσμιο πρόβλημα έλλειψης βιταμίνης Α που συναντάται σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου και απαριθμεί πολλά θύματα ετησίως. Μέσα από την αγροτική παραγωγή και το τοπικό εμπόριο, το χρυσό ρύζι υπολογίζεται πως θα φτάσει τον πληθυσμό στόχο, δηλαδή τις φτωχές αστικές περιοχές και αγροτικές περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών. Η ιδέα του χρυσού ρυζιού άρχισε με τον σχεδιασμό μιας παρέμβασης για να μετριαστούν οι διατροφικές ελλείψεις σε αναπτυσσόμενες χώρες και για αυτό το λόγο έπρεπε το νέο τρόφιμο που θα εισαγόταν στην διατροφή των ανθρώπων να ήταν το ίδιο φθινό με αυτό που χρησιμοποιούσαν έως πριν.

Ο μόνος τρόπος να γίνει αυτό ήταν η γενετική τροποποίηση καθώς δεν υπάρχει κάποια ποικιλία ρυζιού η οποία να έχει την ικανότητα σύνθεσης καροτενοειδών μέσα στο ενδοσπέρμιο. Έτσι με την εξέλιξη της τεχνολογίας του ανασυνδιασμένου DNA και την

δυνατότητα χρήσης του *Agrobacterium* για την γενετική τροποποίηση του ρυζιού καθώς και εξαιτίας της καλύτερης κατανόησης του βιοχημικού μονοπατιού σύνθεσης καροτενοειδών από διάφορα βακτήρια και φυτικούς οργανισμούς, έγιναν αρκετές προσπάθειες με τη χρήση βακτηριακών και φυτικών γονιδίων με σκοπό τον ανασυνδιασμό.

Μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί αρκετοί συνδυασμοί γονιδίων ώστε να παραχθεί το χρυσό ρύζι αλλά το πρωτότυπο χρυσό ρύζι περιείχε 1,5μg καροτενίων ανά γραμμάριο. Αυτό το υψηλό ποσοστό είχε κριτικαριστεί αρκετά από την επιστημονική κοινότητα και κυρίως από πολέμιους της βιοτεχνολογίας. Παρόλα αυτά μελέτες που έγιναν έδειξαν πως πιθανόν να χρειάζεται ακόμα περισσότερη περιεκτικότητα σε προβιταμίνη A. Για να αξιολογηθεί η απορρόφηση από τον ανθρώπινο οργανισμό και η βιοδιαθεσιμότητα, το US National Academy of Sciences Institute of Medicine εξέλιξε ένα σύστημα ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της απορρόφησης. Μετά από αυτή την διαδικασία, υπολογίστηκε πως 24 μg/g προβιταμίνης A, δηλαδή 72 g χρυσού ρυζιού (ωμού) μπορεί να προσδώσει το 50% του RDI (Recommended Daily Intake) σε παιδιά. Παρόλα αυτά, περισσότερες μελέτες πρέπει να διεξαχθούν ώστε να διαπιστωθεί εάν πραγματικά το χρυσό ρύζι είναι δυνατόν να βοηθήσει στην μετρίαση του προβλήματος της μη επαρκούς πρόσληψης βιταμίνης A και στις συνέπειες που αυτή συνεπάγεται (Al-Babili S, Beyer P, 2005).



Εικόνα 5. Απλό ρύζι και γενετικά τροποποιημένο ρύζι

Γενετικά τροποποιημένη πατάτα

Το 2003 δημιουργήθηκε μια γενετικά τροποποιημένη πατάτα η οποία έχει την ικανότητα να παράγει περίπου 40% περισσότερη πρωτεΐνη από τις κοινές καλλιεργήσιμες πατάτες. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, εισήχθει ένα γονίδιο, το AmA1, από το φυτό αμάρανθος, το οποίο καταναλώνετε στην Αμερική και την Ασία (Johnson et al,2010).

Η πατάτα αποτελεί την πιο διαδεδομένη πηγή υδατανθράκων σε όλο το κόσμο, μετά από τα δημητριακά, και περιέχει μικρές ποσότητες από απαραίτητα αμινοξέα όπως η τρυπτοφάνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη και η κυστεΐνη. Η πρωτεΐνη που εισήχθη δεν αποτελεί αλλεργιογόνο παράγοντα για τον άνθρωπο και η περιεκτικότητά της στα συγκεκριμένα αμινοξέα είναι αρκετά υψηλή. Παρόλα αυτά, η πατάτα δεν έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και για αυτό το λόγο, ακόμα και αύξηση της τάξεως του 40% δεν θα μπορούσε ποτέ να φθάσει ώστε να καλύψει τις ανάγκες του πληθυσμού ως προς τα απαραίτητα

αμινοξέα και χρήση της δεν θα μπορούσε να δώσει κάποιο ιδιαίτερο πλεονέκτημα (Johnson et al,2010).



Εικόνα 6. Γενετικά τροποποιημένη πατάτα.

Γενετικά τροποποιημένη Πατάτα

Η γενετικά τροποποιημένη πατάτα είναι άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα γενετικής τροποποίησης σε φρούτα καθώς το γενετικό υλικό του φρούτου έχει ανασυνδιαστεί με αποτέλεσμα να είναι ανθεκτικό σε συγκεκριμένα στελέχη ιών. Έτσι έχει δημιουργηθεί το "SunUp" και η "Rainbow" η οποίες είναι γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες πατάτα με κόκκινο χρώμα στο εσωτερικό τους που περιέχουν γονίδια ώστε να παράγουν την πρωτεΐνη PRV. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι καλλιέργειες της Χαβάης είχαν σχεδόν καταστραφεί από ιούς και αυτό εξώθησε στη ανάγκη της γενετικής

τροποποίησης. Σήμερα περίπου το 80% των καλλιεργειών της Χαβάης σε παπάγια αποτελείται από ποικιλίες με γενετικά ανασυνδιασμένο γενετικό υλικό(Gonsaves D, 2004).



Εικόνα 7. Γενετικά τροποποιημένη παπάγια ποικιλία rainbow

Γενετικά τροποποιημένη σόγια

Όταν αναφερόμαστε σε γενετικά τροποποιημένη σόγια εννοούμε πως ένας κόκκος σόγιας έχει τροποποιηθεί γενετικά ώστε να υπάρχουν στον ίδιο σπόρο αρσενικοί και θηλυκοί γαμέτες (Kinney A et al, 1998). Η γενετική τροποποίηση σε ένα σπόρο σόγιας του δίνει ένα μεγάλο εύρος ιδιοτήτων όπως το μικρό κόστος καλλιέργειας και η μεγάλη σοδειά που αποφέρει. Υπάρχουν διάφοροι τύποι γενετικά τροποποιημένης σόγιας όπως οι σπόροι σόγιας Roundup που έχει ανοσία στο ζιζάνιο Roundup, η Bt σόγια που έχει προκύψει με τον ανασυνδιασμό γενετικού υλικού από το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* και το διαγονιδιακό λάδι σόγιας με υψηλή διατροφική αξία (Domingo J et al, 2007).

Η γενετικά τροποποιημένη σόγια καλλιεργείται σε ολόκληρο τον κόσμο και οι πωλήσεις της όλο και αυξάνονται. Έχουν γίνει αρκετές μελέτες πάνω στη γενετικά τροποποιημένη σόγια ανά τον κόσμο και σε κάποιες από αυτές έχει αναφερθεί πως η γενετικά τροποποιημένη σόγια πιθανόν να εμφανίζει συγκεκριμένα μειονεκτήματα τα οποία παρόλα αυτά δεν σχετίζονται με την υγεία των ανθρώπων αλλά με τις ιδιότητες της

καλλιέργειας. Τέλος σύμφωνα με παγκόσμιους οργανισμούς η γενετικά τροποποιημένη σόγια και η κατανάλωσή της θεωρούνται ασφαλείς (Domingo J et al, 2007).

3.6 Άμυλο προερχόμενο από αραβόσιτο χωρίς καθόλου ίχνη ξένων πρωτεϊνών η γενετικού υλικού.

Το άμυλο είναι ένας υδατάνθρακας που αποτελείται από πολλά μόρια γλυκόζης ενωμένα μεταξύ τους με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Αυτός ο πολυσακχαρίτης δημιουργείται από όλους τους φυτικούς οργανισμούς και χρησιμοποιείται ως αποθήκη ενέργειας. Το καθαρό άμυλο είναι μια λευκή, άγευστη και άοσμη σκόνη η οποία δεν διαλύεται σε κρύο νερό ή αλκοόλ. Υπάρχουν 2 ισομορφές αμύλου, η αμυλόζη (ευθεία μορφή) και η διακλαδιζόμενη αμυλοπηκτίνη. Αναλόγως το φυτό, το άμυλο περιέχει περίπου 20 με 25% αμυλόζη και 75 με 80% αμυλοπηκτίνη.

Για να πάρουμε το άμυλο από το καλαμπόκι, το καλαμπόκι επωάζεται με συγκεκριμένα ένζυμα για 30 με 48 ώρες. Ο καρπός διαχωρίζεται από το ενδοκάρπιο και αλέθονται ξεχωριστά. Στην συνέχεια το άμυλο διαχωρίζεται και από τα 2 χρησιμοποιώντας νερό. Στην συνέχεια το άμυλο διαχωρίζεται από όλα τα υπόλοιπα κατάλοιπα της επεξεργασίας και παραλαμβάνεται (Greg Jaffe, 2013).

Το άμυλο μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να δημιουργηθεί γενετικά τροποποιημένο άμυλο για συγκεκριμένες χρήσεις, συμπεριλαμβανομένου τη δημιουργία πολλών σακχάρων σε φαγητά. Τέτοια παραδείγματα είναι :

- Η μαλτοδεξτρίνη, ένα ελαφρά υδρολυμένο παράγωγο που χρησιμοποιείται ως ενισχυτικό γεύσης και ως πηκτικό μέσο.
- Διάφορα σιρόπια γλυκόζης (σιρόπι καλαμποκιού) που χρησιμοποιούνται ως γλυκαντικά παραδείγματος χάριν στην κέτσαπ.
- Η δεξτρόζη που αποτελεί την εμπορική γλυκόζη και έχει προέλθει από την υδρόλυση του αμύλου (Starch. Dk, 2011).

3.7 Διατροφική αξία των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων

Ένα άλλο σημαντικό θέμα που έχει απασχολήσει τους επιστήμονες και την κοινή γνώμη που ασχολούνται με τη γενετική τροποποίηση είναι η υπόθεση πως οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί και τα τρόφιμα που παράγονται από αυτούς, πιθανόν να έχουν χαμηλότερη διατροφική αξία. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο θεωρητικά θα μπορούσε να παρατηρηθεί καθώς επεμβαίνοντας στο γενετικό υλικό των φυτικών οργανισμών και προσθέτοντας σε αυτούς ένα νέο γονίδιο, το οποίο προσδίδει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, θα ήταν δυνατόν ακολουθώντας διάφορα βιοχημικά και μεταβολικά μονοπάτια να μειώσει την συγκέντρωση μακρο και μικροθρεπτικών συστατικών (Halvorsen B et al, 2002).

Σε αυτόν το τομέα δεν υπάρχουν πάρα πολλές μελέτες ώστε να δοθεί με σιγουριά η απάντηση στη συγκεκριμένη υπόθεση. Παρόλα αυτά ερευνητές, από το πανεπιστήμιο της Ρώμης, πραγματοποίησαν κάποιες βιοχημικές αναλύσεις για να ελέγξουν κατά πόσον αλλάζει η περιεκτικότητα σε μικρό και μακρο θρεπτικά σε γενετικά τροποποιημένο σιτάρι, αραβόσιτο και ντομάτες σε σύγκριση με τα ίδια είδη τα οποία δεν έχουν υποστεί γενετική τροποποίηση (Venneria E. et al, 2008). Για την επίτευξη αυτού του στόχου, χρησιμοποιήθηκαν εξειδικευμένες τεχνικές μέτρησης για να αξιολογηθεί η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, λιπαρά οξέα, πολυφαινόλες, βιταμίνη C, καροτενοειδή, συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεχόμενο των τροφών σε μεταλλικά στοιχεία. Σε όλες τις περιπτώσεις δεν βρέθηκε κάποια διαφορά στην σύσταση μεταξύ των γενετικά τροποποιημένων και των μη γενετικά τροποποιημένων δειγμάτων. Εξάιρεση σε αυτό αποτελεί η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα στις τομάτες που μετρήθηκε χρησιμοποιώντας μια τεχνική που ονομάζεται FRAP score. Οι γενετικά τροποποιημένες τομάτες βρέθηκαν να έχουν περίπου 10% μειωμένη αντιοξειδωτική ικανότητα. Βεβαίως το FRAP score δεν αποτελεί "golden standard" ως προς την μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτές τις μετρήσεις οι ερευνητές καταλήγουν πως πιθανόν δεν υπάρχει καμία απολύτως διαφορά στην θρεπτική αξία των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών καθώς οι μετρήσεις που πραγματοποίησαν εναρμονίζονται με τις τιμές που δίνει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας για κάθε ένα από αυτά τα τρόφιμα (Levander O, 1990). Παρόλα αυτά προτείνουν πως πιθανόν οι επιπτώσεις της γενετικής τροποποίησης να χρειάζονται αρκετά χρόνια ώστε να προκύψουν και να βρεθούν αξιοσημείωτες διαφορές (Venneria E. et al, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Συζήτηση:

4.1 Συμπεράσματα- Προτάσεις

Όπως συζητήθηκε και προηγουμένως, τα τρόφιμα προερχόμενα από γενετικά τροποποιημένους φυτικούς οργανισμούς εμφανίζουν κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα όσον αφορά την διατροφή των ανθρώπων είναι η παραγωγή τροφίμων εμπλουτισμένα με μικροθρεπτικά καθώς και η καλύτερευση της ποιότητας ορισμένων καλλιεργειών που σαν συνέπεια έχει την μεγιστοποίηση της ασφαλούς κατανάλωσης. Ένα διαφορετικό παράδειγμα από αυτό του "χρυσού ρυζιού" είναι η γενετική τροποποίηση των ντοματών δίνοντας τους την ικανότητα παραγωγής λυκοπενίου που αποτελεί προστατευτική ουσία για τον καρκίνο του προστάτη και τα καρδιαγγειακά. Επίσης χρησιμοποιώντας τις μεθόδους γενετικής τροποποίησης, κατέστη δυνατό μια πρωτεΐνη που βρίσκεται στην σόγια (άλφα γλυκίνη) να τροποποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί για την ρύθμιση των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης σε δοκιμές που έγιναν σε ζώα.

Έχει αναφερθεί πως η χρήση κάποιων συμβατικών καλλιεργειών σιτηρών μπορούν να έχουν σημαντικές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι ποικιλίες του *Lathyrus sativus*, μίας φακής που έως πρότινος καλλιεργείτο στην Βόρεια Ινδία και τώρα εξαπλώνεται στην Αιθιοπία, και είναι γνωστή για την πρόκληση της ασθένειας του

λαθυρισμού. Η έρευνα πάνω στην γενετική τροποποίηση δημιούργησε ασφαλέστερες ποικιλίες για καλλιέργεια που πήραν τη θέση των προηγούμενων. Με αυτόν τον τρόπο μειώθηκαν τα επίπεδα των μη επιθυμητών ουσιών όπως οι μυκοτοξίνες, τα αλκαλοειδή και οι γλυκοσινολάτες. Στα πλεονεκτήματα της γενετικής τροποποίησης ανήκουν και πολλές εφαρμογές στην φαρμακοβιομηχανία και την ιατρική αλλά δεν αναφέρονται στην παρούσα εργασία καθώς δεν αποτελούν διατροφικά σημαντικές (Hug K, 2008).

Παρά τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, υπάρχουν και αρκετά μειονεκτήματα συμπεριλαμβανομένων των απροσδόκητων γονιδιακών αλληλεπιδράσεων, τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκινωμάτων και την αυξημένη αλλεργιογόνο δράση των ανασυνδιασμένων γενετικά τροφίμων. Με την κατανάλωση τροφίμων που φέρουν ξένο DNA στο γονιδίωμα τους, υπάρχει η πιθανότητα να παρατηρηθεί κάποια μεταβολική ανωμαλία. Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν συνδεθεί με την αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης λεμφώματος non-Hodgkin's, λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης γλυφωσάτης από ότι στις παραδοσιακές καλλιέργειες (Harden L . et al. 1999). Τέλος οι αλλεργίες που μπορούν να προκληθούν από την εισαγωγή ενός νέου αλλεργιογόνου στη διατροφή του ανθρώπου αποτελεί μείζον θέμα. Η αλλεργιογόνος δράση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων είναι δυνατόν να εμφανιστεί σε μεμονωμένα περιστατικά και πολλές φορές δεν αναγνωρίζεται η ακριβής αιτία της αλλεργίας (Hug K, 2008).

Όσον αφορά την διατροφική αξία των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, είναι δύσκολο να καταλήξουμε σε εάν σαφές συμπέρασμα καθώς δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες στο πεδίο αυτό. Παρόλα αυτά τα πιο πολλά στοιχεία που υπάρχουν μέχρι τώρα προσανατολίζονται προς τη μη ύπαρξη διαφοράς στην διατροφική αξία των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και των μη γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.

Η βιοτεχνολογία και τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν βρεθεί αρκετές φορές στο στόχαστρο των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης τονίζοντας την αρνητική πλευρά τους και υποστηρίζοντας πως βλάπτουν την υγεία των ανθρώπων. Ο σκοπός των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων είναι να διατηρούν την υγεία των ανθρώπων και για αυτό το λόγο πρέπει να τηρούνται κάποιες οδηγίες (Dale P, 2001):

- Οι χώρες πρέπει να έχουν σαφείς μηχανισμούς ελέγχου των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων που εισάγονται σε αυτές και πρέπει να αξιολογούν τις επιπτώσεις πριν από κάθε καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.

- Πρέπει να υπάρχει επαρκής ταμπελοποίηση των προϊόντων που περιέχουν τρόφιμα ή τμήματα τροφίμων προερχόμενα από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς. Η Ευρωπαϊκή ένωση συνιστά πως πρέπει να υπάρχει ένα όριο στην κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αλλά αυτό το όριο είναι πολύ δύσκολο να κατηγοριοποιηθεί(Heinemann J et al, 2004).
- Τα μέτρα ασφαλείας δεν πρέπει να καθοδηγούνται από το κέρδος των επιχειρήσεων που παράγουν τρόφιμα ανασυνδιασμένου DNA αλλά από τους κινδύνους που προκύπτουν για τον άνθρωπο (Ciliberti R, Molinelli A, 2005).

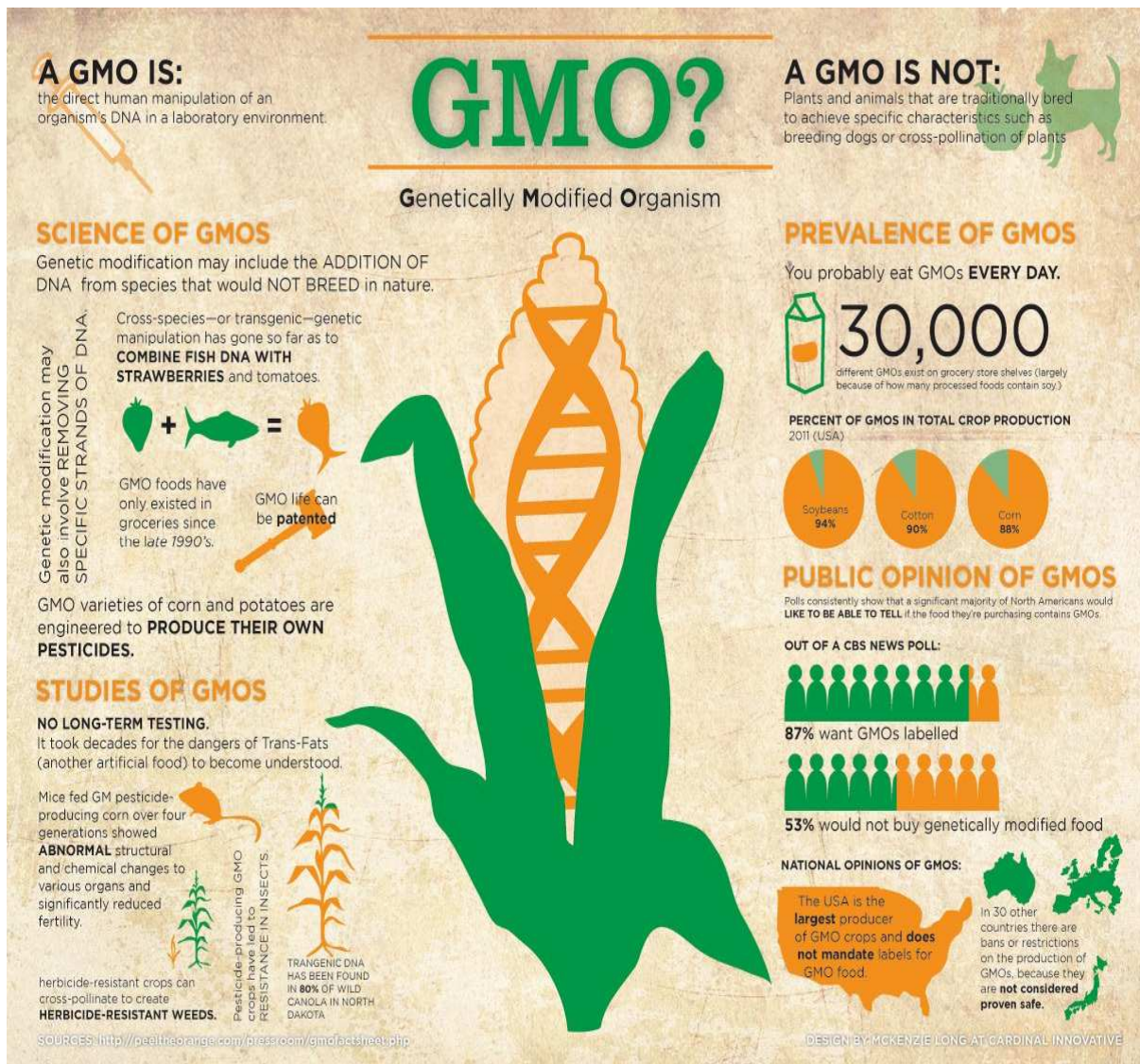
Μια πιο ρηζικέλευθη προσέγγιση

Ο παγκόσμιος ακτιβισμός ενάντια στη γενετική μηχανική έχει καθυστερήσει την ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών και τεχνικών για τον λόγο πως δεν είναι δυνατόν να προβλέψουμε τις μελλοντικές συνέπειες. Είναι πολύ πιθανόν η γενετική μηχανική, στα χρόνια που έρχονται, να γίνει γενικώς αποδεκτή όπως άλλωστε έγινε και η παστερίωση ή τα εμβόλια σε παλιότερες εποχές.

Στην εποχή μας, η ιδεατή κατασκευή γενετικά τροποποιημένων τροφών είναι ήδη πολιτικά επιτυχημένη με την έννοια πως οι κυβερνήσεις παρέχουν σαφή σχέδια για τον έλεγχο των βιομηχανιών τροφίμων επιβάλλοντας τους συγκεκριμένους κανόνες που πρέπει να ακολουθούν. Οι βιοιατρικές εφαρμογές σταδιακά αυξάνουν την πίστη των καταναλωτών καθώς δεν υπάρχουν εναντιώσεις ως προς την ιατρική χρήση της γενετικής μηχανικής. Επίσης, η εναντίωση κατά των τεχνολογιών της γενετικής μηχανικής προέρχεται από οργανισμούς που βάζουν το κέρδος πάνω από την ιδεολογία και όχι από τους άμεσα ενδιαφερόμενους (αγρότες, παραγωγοί). Στις μέρες μας, οι αγρότες που χρησιμοποιούν προϊόντα γενετικής μηχανικής όλο και αυξάνονται και πολλές φορές καλλιεργούν παράνομα γενετικά τροποποιημένα φυτά αντίθετα στην νομοθεσία. Επιπλέον, υπάρχουν νέες παραγωγικές υπερδυνάμεις όπως η Κίνα και η Βραζιλία οι οποίες επενδύουν στη γενετική τροποποίηση ως αναπτυξιακό μέτρο. Τέλος είναι σχεδόν σίγουρο πως στο μέλλον το ενδιαφέρον θα καθοδηγηθεί σε τομείς όπως τα βιοδιασπώμενα καύσιμα, πλαστικά και στα φυτά με αντοχή στη ξηρασία (Takeda S, Matsuoka M, 2008).

Το πρώτο βήμα προς το μέλλον είναι να διαχωριστεί το περιεχόμενο των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και να αρχίσουμε να το σκεφτόμαστε ως ένα γεγονός που

συνέβη και άλλαξε τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι καλλιέργειες. Είναι αλήθεια πως δεν είναι γνωστό ποιες θα είναι οι συνέπειες της βιοτεχνολογίας αλλά μέχρι σήμερα που η βιοτεχνολογία μετράει περίπου 15 χρόνια ζωής δεν έχει αναφερθεί κάτι εξαιρετικά επικίνδυνο. Παρόλα αυτά η επιστήμη έχει εξελιχθεί. Ερωτήσεις ζωτικής σημασίας για τα σιτηρά και για την εξέλιξή τους στο μέλλον μας ενώνουν περισσότερο από ότι μας χωρίζουν. Ποια χαρακτηριστικά πρέπει να προσδοθούν, ποιες ποικιλίες, με την χρήση ποιού γενετικού υλικού, κάτω από ποιές προϋποθέσεις και για ποιους αναπτυξιακούς σκοπούς; Μόνο όταν κατέχουμε αυτή τη γνώση, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τις προτεραιότητες και τους μηχανισμούς που πρέπει να αναπτύξουμε ώστε να κάνουμε την βιοτεχνολογία ένα ακριβές εργαλείο για την ανθρώπινη εξέλιξη (Herring R, 2008).



Εικόνα 8. Συνοψίζοντας για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

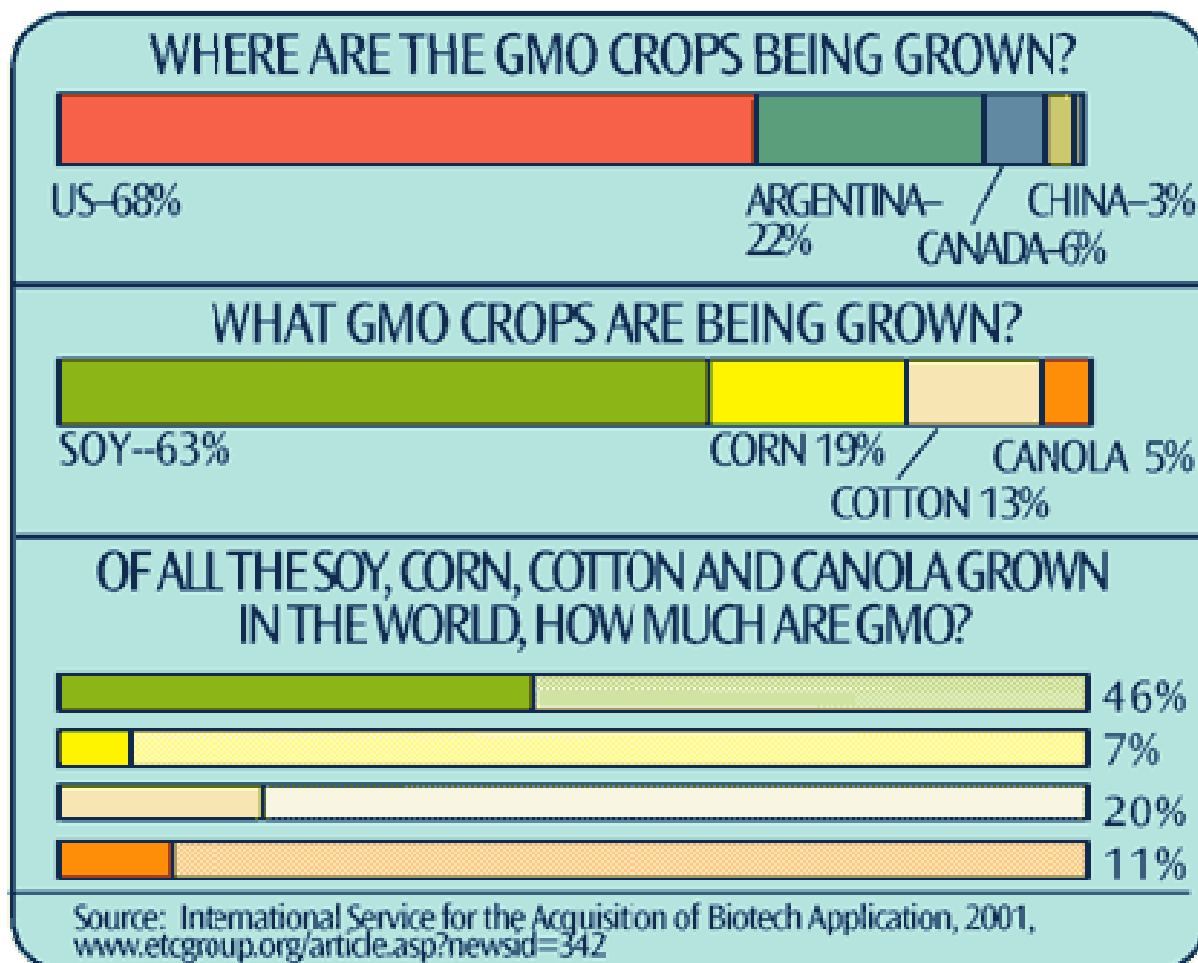
4.2 Πεδία για μελλοντική έρευνα

Αναμφιβόλως οι ερευνητές στο άμεσο μέλλον θα πρέπει να στραφούν στις επιπτώσεις που έχουν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα στην υγεία των ανθρώπων και συγκεκριμένα θα πρέπει να γίνουν εκτενέστερες μελέτες όσον αφορά τις τροφικές αλλεργίες που προκαλούνται από την κατανάλωση τροφών ανασυνδιασμένου DNA και τον κίνδυνο εμφάνισης άλλων παθήσεων, όπως καρκινωμάτων, πάντα σεβόμενοι τα ανθρώπινα δικαιώματα και τους κώδικες ηθικής και δεοντολογίας.

4.3 Επίλογος

Είναι αρκετά δύσκολο να επιχειρηματολογήσουμε χρησιμοποιώντας την γνώση που κατέχουμε ως τώρα για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και να κρίνουμε εάν η βιοτεχνολογία είναι ανήθικη ενώ η κλασικές τεχνικές βελτίωσης της παραγωγής είναι απολύτως φυσιολογικές. Παρόλα αυτά πρέπει να αναγνωρισθεί πως η βιοτεχνολογία παρέχει δυνατότητες πολύ μεγαλύτερες από αυτές των συμβατικών μεθόδων και με περισσότερους κινδύνους. Εφόσον τηρούνται τα όρια ασφαλείας, οι καταναλωτές είναι ενημερωμένοι για την προέλευση των τροφίμων που αγοράζουν και δίδεται η επιλογή μη κατανάλωσης γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η βιοτεχνολογία είναι διαθέσιμα σε αυτούς που μπορούν και θέλουν να τα χρησιμοποιήσουν ορθά (Irish Council of Bioethics,2007).

Εικόνα 9. Που βρίσκονται και ποια είναι τα περισσότερα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα



Βιβλιογραφία:

1. The European Parliament and the council of the European Union (12 March 2001). Directive on the release of genetically modified organisms (GMOs) Directive 2001/18/EC ANNEX I A. Official Journal of the European Communities, 2001, p. 17
2. FAO/ WHO standards, Codex Alimentarius ,2011
3. Paoletti C, Flamm E, Yan W, Meek S, Renckens S, Fellous M, Kuiper H, GMO risk assessment around the world: Some examples, Trends in Food Science & Technology ,2008, 19: 70- 78
4. Papparini A, Romano-Spic V, Public health issues related with the consumption of food obtained from genetically modified organisms, Biotechnology annual review, 2004, 4: 85-122
5. Uzogara S, The impact of genetic modification of human foods in 21st century: A review, Biotechnology Advances, 2000, 18: 179-206
6. Chao E, Krewski D, A risk-based classification scheme fro genetically modified foods 1: Conceptual development, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2008, 52:208-222
7. Report of the EFSA GMO Panel Working Group on Animal Feeding Trials, Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials, Food and Chemical Toxicology, 2008, 46: 2–70
8. Hirchi K, Nutritional improvements in plants: time to bite on biofortified foods, Trends in plant science, 2008: 13; 9
9. Deng P, Zhou X, Zhou P, Du Z, Hou H, Yang D, Tan J, Wu X, Zhang J, Yang J, Liu J, Liu G, Li Y, Liu J, Yu L , Fang S, Yang X, Edible safety requirements and assessment standards for agricultural genetically modified organisms, Food and Chemical Toxicology ,2008, 46: 1414–1436
10. Constable A, Jonas D, Cockburn A, Davi A, Edwards G, Hepburn P, Herouet-Guichenev C, Knowles M, Moseley B, Oberdorfer R, Samuels F, History of safe use as applied to the safety assessment of novel foods and foods derived from genetically modified organisms, Food and Chemical Toxicology, 2007, 45: 2513–2525
11. Flachowsky G, Aulrich K, Bohme H, Halle I, Studies on feeds from genetically modified plants (GMP) – Contributions to nutritional and safety assessment, Animal Feed Science and Technology, 2007, 133: 2–30

12. GM Science Review First Report, Prepared by the UK GM Science Review panel Chairman Professor Sir David King, Chief Scientific Advisor to the UK Government, 2003
13. James Clive . "Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995". The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2010.
14. Europa, Σύνοψη της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2013
15. EFSA (European Food Safety Authority). Guidance document of the scientific panel on genetically modified organisms for the risk assessment of genetically modified plants and derived food and feed. EFSA J. 2004, 99: 1–93
16. State Council of P.R. China, 2001. Regulations on administration of agricultural genetically modified organisms safety. Adopted at the 38th Executive Meeting of the State Council on May 9, 2001, promulgated by Decree No. 304 of the State Council of the People's Republic of China on May 23, 2001
17. König A., Cockburn, A., Crevel, R.W.R. Debruyne, E., Grafstroem R., Hammerling, U., Kimber, I., Kimber, I., Knudsen, I., Kuiper, H.A., Peijnenburg, A.A.C.M., Penninks, A.H., Poulsen, M., Schauzu, M., Wal, J.M., Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops. Food and Chemical Toxicology 2004,42: 1047–1088.
18. Iain F, What determines the acceptability of genetically modified food that can improve human nutrition?, Toxicology and Applied Pharmacology 2005, 207: S19 – S27
19. Southgate E, Davey M, Power J, Merchant R. Factors affecting the genetic engineering of plants by microprojectile bombardment. Biotechnol Adv 1995;13:631–57
20. Goldstein D, Tinland B, Gilbertson L, et al. Human safety and enetically modified plants: a review of antibiotic resistance markers and future transformation selection technologies. J App Microbiol 2005;99:7–23
21. Fu X, Duc L, Fontana S, et al. Linear transgene constructs lacking vector backbone sequences generate low-copy-number GM plants with simple integration patterns. *Transgenic Res* 2000;9:11–9
22. Bennett P, Livesey C, Nathwani D, Reeves D, Saunders J, Wise R. An assessment of the risks associated with the use of antibiotic resistance genes in genetically modified plants: report of the Working Party of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy. *J Antimicrob Chemother* 2004;53:418–31

23. Brault, V., et al., Aphids as transport devices for plant viruses. *Comptes Rendus Biologies*, 2010. 333(6–7): p. 524-538.
24. Jensen A, Rønning B, Løvseth A, PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs), 2003. 375 : 985–993
25. Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ), 2012
26. Υγειονομική Υπηρεσία Κύπρου, 2011
27. European Commission, Health and Consumers, EU register of authorised GMOs, 2012
28. Bergmans H, Logie C, Van Maanen K, Hermsen H, Meredyth M, Van Der Vlugt C, identification of potentially hazardous human gene products in GMO risk assessment. *Environ Biosafety Res.* 2008;7(1):1-9.
29. Mesnage R, Clair E, Gress S, Then S, Székács A, Séralini G, Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide, *Journal of Applied Toxicology.* 2012
30. Seralini Gilles, Clair Emilie et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize, *Food and chemical Toxicology.* 2012, 50:11
31. Hilbeck A, McMillan J, Meier M, Humbel A, Schläpfer-Miller J, Trtikova M, A controversy re-visited: Is the coccinellid *Adalia bipunctata* adversely affected by Bt toxins? *Environmental Sciences Europe* 2012, 24:10
32. Lehrer, S.B., Horner, W.E. and Reese, G., 1996. Why are some proteins allergenic? Implications for biotechnology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 553–564
33. Bernstein, I.L., Bernstein, J.A., Miller, M., Tierzieva, S., Bernstein, D.I., Lummus, Z., Selgrade, M.K., Doerfler, D.L. and Seligy, V.L., Immune responses in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. *Environmental Health Perspectives*, 1999. 107, 575–582
34. D'Agnolo G., GMO: Human Health Risk Assessment, *Veterinary Research Communications*, 2005, 29(Suppl. 2)7–11
35. Zimmermann M, Hurrell R, Improving iron, zinc and vitamin A nutrition through plant biotechnology. *Curr Opin Biotechnology.* 2002,13(2):142-5
36. Frossard E, Bucher M, Mächler F, Mozafar A, Hurrell R: Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *J Sci Food Agric* 2000, 80:861-879.

37. Eastham K, Sweet J, with contributions from other participants in the AIGM program, Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Environmental issue report No 28, 2002
38. Al-Babili S, Beyer P, Golden Rice-five years on the road- five years to go? Trends in plant science. 2005, 10; 12
39. Gonsaves D, Transgenic Papaya in Hawaii and beyond. AgBioForum. 2004; 7: 36-40
40. Greg Jaffe, Director of Biotechnology at the Center for Science in the Public Interest. In the Atlantic, 2013.
41. Starch DK, International starch: Production of corn starch, 2011
42. Venneria E, Fanasca S, Monastra G, Finotti E, Ambra R, Azzini E, Durazzo A, Foddai M, Maiani G. J.Agric.Food.Chem. 2008, 56; 19
43. Hug K, Genetically modified organisms: do the benefits outweigh the risks? Medicina (Kaunas), 2008; 44(2)
44. Harden L, Eriksson M. A case-control study of non-Hodgkinlymphoma and exposure to pesticides. Cancer 1999;85:1353-60.
45. Dale P. Environmental impact of biotech crops. J Anim Sci 2001;79(Suppl E):E144-7.
46. Heinemann J, Sparrow A, Traavik T. Is confidence in the monitoring of GE foods justified? Trends Biotechnol 2004;22:331-6
47. Johnson, Stanley R. et al Quantification of the Impacts on US Agriculture of Biotechnology-Derived Crops Planted in 2006 National Center for Food and Agricultural Policy, 2008.
48. Anthony Kinney J. and Susan Knowlton. Designer Oils: The High Oleic Acid Soybean. Genetic Modification in the Food Industry: A Strategy for Food Quality Improvement. Ed. Roller, Sibel and Susan Harlander. London: Blackie, 1998.
49. Domingo Jose L. Toxicity Studies of Genetically Modified Plants: A Review of the Published Literature. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2007: 721-733.
50. Halvorsen, B. L.; Holte, K.; Myhrstad, M. C. W.; Barikmo, I.; Hvattum, E.; Remberg, S. F.; Wold, A. B.; Haffner, K.; Baugerod, H.; Andersen, L. F.; Moskaug, J. Ø.; Jacobs, D. V. J.; Blomhorf, R. A systematic screening of total antioxidant in dietary plants *J. Nutr.* 2002
51. Levander, O. A. Fruit and vegetable contributions to dietary mineral intake in human health and disease *HortScience* 1990: 25: 1486-1488

52. Ciliberti R, Molinelli A. Towards an GMO discipline: Ethical remarks. *Vet Res Commun* 2005;29(Suppl. 2):27-30.
53. Takeda, S. & Matsuoka, M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes *Nature Rev. Genet.* 2008: 9; 444–457.
54. Herring R. Opposition to transgenic technologies: ideology, interest and collective action frames, *Nature Reviews Genetics.* 2008: 9; 458-463
55. Irish Council for Bioethics. Genetically modified crops and food: threat or opportunity for Ireland? Opinion. 2005