



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΑΕΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΓΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ ΑΕΙ (ΠΕΓΑ)

«Οι σύγχρονες τεχνικές βιο-ανάλυσης στην υγεία, τη γεωργία, το περιβάλλον και τη διατροφή»

ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η μοριακή αιτιολόγηση του κινδύνου που ενέχουν για την διατροφή μας τα μεταλλαγμένα τρόφιμα.

Η πιο σημαντική διαπίστωση όλων όσων εγκρίνουν την χρήση της γενετικής μηχανικής στην γεωργία, είναι ότι οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί (ΓΤΟ) δεν είναι μόνο μια φυσική επέκταση της παραδοσιακής γενετικής βελτίωσης για την παραγωγή νέων ποικιλιών φυτών και ζώων, αλλά ότι είναι επίσης πιο ακριβής όσο και ασφαλής. Μάλιστα λένε ότι:

1. Οι ΓΤΟ δίνουν στην φύση μια επιτάχυνση σε ένα δρόμο που θα έπαιρνε έτσι και αλλιώς.
2. Μεταφέροντας ένα συγκεκριμένο γονίδιο από ένα οργανισμό σε ένα άλλο, τα αποτελέσματα είναι πιο προβλέψιμα (και έτσι πιο ακριβή και ασφαλή) από ότι συμβαίνει στις παραδοσιακές μεθόδους γενετικής βελτίωσης που προχωράμε εμπειρικά.
3. Σε μοριακή και χημική βάση, το DNA είναι το ίδιο σε όλους τους οργανισμούς και έτσι δεν διατρέχεται κανένας κίνδυνος όταν γονίδια μετακινούνται μεταξύ άσχετων εξελικτικά ειδών (π.χ. από τον σκορπιο στην πατάτα).

Όμως, μιας και τεχνικά αν μιλήσει κανείς, δεν παρουσιάζεται ουδεμία ομοιότητα ανάμεσα στην γενετική μηχανική και την παραδοσιακή γενετική βελτίωση, πόσο αληθινοί είναι οι παραπάνω ισχυρισμοί;

Οργάνωση των μηχανισμών γονιδιακού ελέγχου

Εάν τα σωστά γονίδια εκφραστούν στη σωστή χρονική στιγμή και μέσα στα σωστά κύτταρα, το γεγονός αυτό διαβεβαιώνει ότι η σωστή πρωτεΐνη και κατ'επέκταση η σωστή λειτουργία θα συμβεί στο σωστό χρόνο και τόπο αλλά και σε σωστή ποσότητα μέσα στο σώμα. Για να πετύχει αυτό η φύση φρόντισε και δημιούργησε μηχανισμούς που επιτρέπουν ή δεν επιτρέπουν την έκφραση των γονιδίων με την μορφή μοριακού διακόπτη. Οι μοριακοί διακόπτες που αναφέραμε προηγούμενα έχειδειχθεί ότι λειτουργούν οργανωμένοι με ιεραρχική δομή λειτουργίας. Πρώτα -πρώτα, τα γονίδια είναι οργανωμένα σε διακριτές ομάδες ή οικογένειες, σε δομές που λέγονται 'περιοχές χρωματίνης' (chromatin domains) (Felsenfeld 1992, Dillon and Grosveld 1994, Pikaard 1998, Paul and Ferl 1998, Cohen et al 2000). Είναι πλέον ξεκάθαρο και αδιαμφισβήτητο, ότι η έκφραση και η λειτουργία των γονιδίων μέσα σε μια τέτοια περιοχή χρωματίνης παρουσιάζει στενή αλληλεξάρτηση ανάμεσα στα γονίδια (Wijgade et al 1995, Dillon et al 1997), και μάλιστα η έκφραση και η λειτουργία μιας περιοχής μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία και την έκφραση μέσα σε μια κοντινή ή και μακρινή περιοχή χρωματίνης (Flavell 1994, Matzke and Matzke 1998). Γενικά, αυτές οι περιοχές χρωματίνης μπορεί να βρίσκονται σε δύο δομικές διαμορφώσεις. Το DNA σε μια τέτοια περιοχή μπορεί να βρίσκεται σε ένα τύπο κλειστής, ελκωμένης και 'ανενεργούς' δομής, στην οποία τα γονίδια δεν εκφράζονται (switched off). Εναλλακτικά, το ίδιο DNA μπορεί να βρίσκεται σε μια 'ενεργή' διαμόρφωση όπου να επιτρέπεται μοριακά η έκφραση των γονιδίων και τελικά η παραγωγή πρωτεϊνών. Σε γενικές γραμμές, οι δύο αυτές διαμορφώσεις συμβαίνουν όταν το κύτταρο θέλει να παράγει (ενεργή διαμόρφωση) ή να μην παράγει (ανενεργή διαμόρφωση) συγκεκριμένες πρωτεΐνες, σε συγκεκριμένο χρόνο, προκειμένου να πετύχει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Είναι ξεκάθαρο ότι οποιαδήποτε τεχνολογία, η οποία σκοπεύει να δημιουργήσει χειρισμούς στο γενετικό πρόγραμμα ενός δεδομένου οργανισμού, πρέπει να διατηρήσει την φυσική σειρά και ιεραρχία των γονιδίων αλλά και των περιοχών της χρωματίνης που αναφέρθηκαν

προηγούμενα, η οποία σειρά και ιεραρχία έχει εξελιχθεί και λειτουργεί για εκατομμύρια χρόνια πριν από εμάς και πρέπει να συνεχιστεί και μετά από εμάς.

Γενετική μηχανική

Σε αντίθεση με τη φυλετική αναπαραγωγή, η γενετική μηχανική επιτρέπει την απομόνωση, αποκοπή, ένωση και μεταφορά ενός απλού γονιδίου ή πολλαπλών γονιδίων ανάμεσα σε συνολικά άσχετους οργανισμούς, σπάζοντας ταυτόχρονα και τους φραγμούς που βάζει η φύση, η οποία δεν επιτρέπει την αναπαραγωγή μη κοντινών στην εξέλιξη ειδών. Το αποτέλεσμα είναι να παράγονται συνδυασμοί γονιδίων, οι οποίοι ποτέ δεν θα συνέβαιναν στη φύση. Τα διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα φυτά περιέχουν γονίδια από ιούς, βακτήρια, ζώα, καθώς και από άσχετα μεταξύ τους φυτά. Επιπλέον, τα νεοεισερχόμενα γενετικά στοιχεία αποτελούνται από μη φυσικούς συνδυασμούς γενετικού υλικού. Γενετικά τροποποιημένες πατάτες, τομάτες, φράουλες, πρόκειται να κατασκευασθούν, οι οποίες θα περιέχουν γονίδια της «αντιπαγωτικής» πρωτεΐνης (anti-freeze protein) ενός ψαριού, της γλώσσας. Όλα αυτά με τη σειρά τους συνδέονται με ένα γονίδιο αντίστασης σε κάποιο αντιβιοτικό (antibiotic resistance gene) που συνήθως προέρχεται από βακτήρια. Αυτή η σύνδεση επιτρέπει την επιλογή του φυτού που θα τροποποιηθεί με το ξένο γενετικό υλικό. Οι επιστήμονες που φτιάχνουν τη νέα τομάτα, ελπίζουν και πιστεύουν ότι θα παρουσιάζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην παγωνιά. Αυτό είναι αναμφισβήτητα μια μεγάλη τεχνολογική πρόοδος. Όμως, η μεταφορά του DNA από τον ένα οργανισμό σε έναν άλλο μέσω της γενετικής μηχανικής μπορεί να γίνει με κάποιο βαθμό ασφάλειας σε μορφές ζωής που είναι χαμηλά στην εξέλιξη όπως είναι τα βακτήρια, ή ακόμη και οι μύκητες, αν και ανακύπτουν προβλήματα και σε αυτές τις περιπτώσεις λόγω βιοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν εξ αιτίας της γενετικής τροποποίησης.

Η δημιουργία γενετικά τροποποιημένων φυτών και ζώων είναι μία α-φυσική τεχνολογία. Μόλις ενεθεί στα κύτταρα των φυτών ή των ζώων το ξένο γενετικό υλικό, πηγαίνει και ενσωματώνεται τυχαία μέσα στο γένωμα του κυττάρου ξενιστή (φυτού ή ζώου). Σαν αποτέλεσμα αυτής της ενσωμάτωσης η φυσική γενετική αρχιτεκτονική διακόπτεται.

Μέσα στα εκατομμύρια κύτταρα τα οποία υφίστανται την τροποποίηση, μόνο ελάχιστα θα ενσωματώσουν μόνιμα το ξένο γενετικό υλικό. Η συντριπτική πλειοψηφία των κυττάρων τα οποία δεν ενσωμάτωσαν τα ξένα γονίδια, πεθαίνουν. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία όλων λίγο-πολύ των γενετικά τροποποιημένων φυτών και ζώων. Όπως συζητήθηκε προηγούμενα, περιοχές της χρωματίνης μπορεί να εκφραστούν ή να μην εκφραστούν σαν ένα μέρος της σωστής, φυσικής γονιδιακής λειτουργίας. Αφού λοιπόν η ενσωμάτωση νέων γονιδίων στο DNA του ξενιστή μέσω της γενετικής μηχανικής είναι μια τυχαία διαδικασία που δεν εξαρτάται από τις ικανότητες του επιστήμονα που εκτελεί το πείραμα, το ξένο γονίδιο μπορεί να ενσωματωθεί σε ενεργή ή ανενεργή περιοχή χρωματίνης, τη στιγμή που ενσωματώνεται. Εάν ενσωματωθεί σε μη ενεργή περιοχή χρωματίνης δεν θα μπορέσει να εκφραστεί (όσο και αν ο επιστήμονας θέλει το αντίθετο). Σε αντίθετη περίπτωση, εάν δηλαδή ενσωματωθεί σε ενεργή περιοχή τότε πιθανότατα θα εκφραστεί. Έτσι λοιπόν η τυχαία ενσωμάτωση του ξένου DNA σε μια ήδη ενεργή περιοχή χρωματίνης, ενέχει τον κίνδυνο να διαταράξει την οργανωμένη έκφραση και λειτουργία των ενδογενών γονιδίων. Καθώς ενσωματώνεται τυχαία στην ενεργή περιοχή το ξένο γενετικό υλικό παίρνει τη θέση ενός γονιδίου που εκείνη τη στιγμή θα έπρεπε να εκφραστεί. Όμως τώρα μπορεί και να μην εκφραστεί το ενδογενές αφού ξένο γενετικό υλικό ενσωματώθηκε δίπλα του και εκφράζεται αυτό. Είπαμε και πριν πως είναι πια αποδεκτό ότι οι λειτουργίες των

γονιδίων μέσα σε μια δεδομένη περιοχή χρωματίνης είναι αλληλοεξαρτώμενες και ακόμη ότι γονίδια μέσα στην ίδια περιοχή συναγωνίζονται για το ποιο θα εκφραστεί (Cohen et al, 2000).

Όμως τα φυτικά γενετικά ρυθμιστικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για να διεγείρουν την έκφραση του ξένου DNA (συνήθως ο ρυθμιστής Ca MV) είναι ανήμπορα να διεγείρουν την έκφραση εάν το DNA ενσωματωθεί σε ανενεργή περιοχή. Έτσι λοιπόν τα πάντα εξαρτώνται από το αν το ξένο DNA ενσωματωθεί σε ενεργή μεταγραφικά περιοχή. Όλα αυτά τα αποτελέσματα συνδυαζόμενα μπορεί να δώσουν μια μη προσδοκώμενη και πιθανότατα απρόβλεπτη διαταραχή της γενετικής λειτουργίας του ξενιστή. Τα φαινόμενα αυτά ονομάστηκαν σαν 'φαινόμενα γενετικής θέσης' (position effects) και καθιστούν πολύπλοκη την διαδικασία διαπίστωσης των γενετικών αλλαγών κάθε ΓΤΟ. Από τις εκατοντάδες των ΓΤ φυτών ή ζώων που προκύπτουν με τα ίδια ξένα γονίδια, μόνο λίγα πληρούν τις προϋποθέσεις της αγροτικής απόδοσης που θέλουμε, και αυτό επειδή κάθε ΓΤΟ περιέχει το ξένο DNA και σε διαφορετική θέση ενσωματωμένο. Φυτά ή ζώα με σαφή φαινοτυπικά προβλήματα αποσύρονται τελικά. Όμως οι αλλαγές εκείνες στη βιοχημεία του ξενιστή, οι οποίες πάντα συνοδεύουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, και οι οποίες μπορεί να σημαίνουν την παραγωγή νέων τοξινών, αλλεργιογόνων, καθώς και ποικίλες αλλαγές στη διατροφική αξία του 'νέου φυτού' αγνοούνται παντελώς, πιθανότατα και σκόπιμα από τους παραγωγούς αυτών των ΓΤΟ.

Συμπεράσματα

Είδαμε λοιπόν ότι:

1. Από τεχνικής άποψης, η γενετική τροποποίηση και η κλασσική βελτίωση δεν μοιάζουν σε τίποτα.
2. Οι ΓΤΟ (φυτά ή ζώα) αρχίζουν την ζωή τους στον δοκιμαστικό σωλήνα.
3. Η γενετική μηχανική χρησιμοποιεί τεχνητά φτιαγμένο γενετικό υλικό από διάφορους οργανισμούς και το εισάγει σε άλλους συνήθως εξελικτικά απομακρυσμένους.
4. Η γενετική τροποποίηση μέσω της γενετικής μηχανικής συνήθως διαταράσσει την αρχιτεκτονική του γενώματος του ξενιστή, με απρόβλεπτες συνέπειες στον ξενιστή.

Έτσι δεν είναι το γεγονός ότι η γενετική τροποποίηση είναι εξ ορισμού επικίνδυνη.

Είναι το ότι η γενετική τροποποίηση δημιουργεί απρόβλεπτες και συχνά μη επιδιωκόμενες βιοχημικές αλλαγές στον ξενιστή, που κάνουν τον ΓΤΟ να πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν 'νέος' οργανισμός που δεν γνωρίζουμε αν περιέχει τοξικές ουσίες που δεν περιείχε, είτε νέα προϊόντα με αντιγονικά αλλεργιογόνα δράση. Οι ΓΤΟ δεν είναι ούτε πιο ακριβής ούτε πιο ασφαλής επιλογή, από ότι δημιουργεί η κλασσική γενετική βελτίωση γιατί παραβιάζει τις βασικές αρχές της γενετικής λειτουργίας, ενώ η κλασσική μέθοδος διατηρεί τις αρχές της φύσης στα γενετικά συστήματα, δημιουργεί διασταυρώσεις μεταξύ συγγενών ειδών και διατηρεί την φυσική ιεραρχία του γενώματος. Για τούτο το λόγο οι τροφές που προκύπτουν από ΓΤΟ απαιτούν εντελώς διαφορετικούς μηχανισμούς ελέγχου της ασφάλειας των τροφών. Δεν αρκούν μόνο τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την αγροτική απόδοση, για να χαρακτηρίσει κανείς ακριβές και ασφαλές το νέον οργανισμό (φυτό ή ζώο).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα στη βιβλιογραφία η περίπτωση του γνωστού ερευνητή Pusztai, ο οποίος με την δημοσίευση της εργασίας που θα περιγράψουμε έχασε την δουλειά του. Στα τέλη του 1999 η ομάδα του Dr. Pusztai χρησιμοποίησε ΓΤ πατάτες που περιείχαν μια ουσία από κάποιο άλλο φυτό (συγκεκριμένα μια λεκτίνη), η οποία

ουσία αυξάνει την ανθεκτικότητα των φυτών της πατάτας σε έντομα και σκουλήκια (Ewen and Pusztai , 1999). Στη συνέχεια τάισαν αρουραίους με τέτοιες πατάτες και παρατήρησαν μετά από ορισμένες μέρες σημαντικές κυτταρικές αλλοιώσεις στο γαστρεντερικό σύστημα των ζώων. Σε ζώα μάρτυρες είχαν χορηγήσει κανονικές πατάτες στις οποίες πρόσθεσαν εξωγενώς μέχρι και 1000 φορές μεγαλύτερη ποσότητα λεκτίνης από τις ΓΤ πατάτες, και τα ζώα αυτά δεν έπαθαν απολύτως τίποτα. Οι ερευνητές αποδίδουν το γεγονός στο position effect που εξηγήσαμε νωρίτερα. Κάτι τέτοιο είναι πολύ πιθανόν να συμβαίνει και στα περισσότερα ΓΤ φυτά, αλλά όμως αυτά δεν δοκιμάζονται με χρόνια τεστ τοξικότητας. Θα μπορούσαμε να πούμε χωρίς ίχνος υπερβολής ότι σήμερα όλοι μας, άνθρωποι και ζώα, συμμετέχουμε σε ένα παγκόσμιο διατροφικό πείραμα, στο οποίο κανείς δεν μας ρώτησε αν θέλουμε να συμμετέχουμε και το κυριότερο θα περάσουν ίσως πολλά χρόνια για να καταλάβουμε τι γίνεται. Υπάρχουν όμως λύσεις. Ας ξεκινήσουμε από την πιο απλή:

Υποχρεωτική σήμανση όλων των ΓΤ τροφίμων. Ας αφήσουμε επιτέλους τον καταναλωτή να γνωρίζει και ας διαλέξει αυτός.

Επίδραση των ΓΤΟ στην υγεία και το περιβάλλον

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε προσπάθεια να εξηγηθεί πώς είναι δυνατόν η γενετική τροποποίηση να έχει επιπτώσεις στην βιοχημεία του ΓΤΟ, και στο τι τελικά παράγει ο ΓΤΟ μετά την τροποποίηση. Εδώ θα προσπαθήσουμε να δούμε πιο πρακτικά , το τι έχει γίνει γνωστό σε σχέση με την βλαπτική επίδραση του ΓΤΟ στην υγεία του ανθρώπου ή των ζώων εάν καταναλώσουν τον ΓΤΟ, καθώς επίσης και στο περιβάλλον.

Αλλεργιογόνος δράση

Σε έγγραφο της Επιτροπής Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) του 2000 αναφέρεται ότι : Μετά από δεκαετίες εκτεταμένης χρήσης του *Bacillus thuringiensis* (Bt) σαν φυτοφάρμακο (πήρε έγκριση το 1961), δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις άμεσης ή καθυστερημένης αλλεργικής αντίδρασης στην δ-ενδοτοξίνη(την πρωτεΐνη του βακίλου η οποία ασκεί την φυτοπροστατευτική δράση) παρόλη την από στόματος, δέρματος και από εισπνοή έκθεση στο προϊόν αυτό .

Όμως ερευνητικές εργασίες που έχουν δει το φως της δημοσιότητας τα τελευταία 2 χρόνια δεν συμφωνούν καθόλου με τα παραπάνω. Το 1999 μια μελέτη που χρηματοδοτήθηκε από την EPA , δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Environmental Health Perspectives* με τίτλο «Ανοσολογικές απαντήσεις σε γεωργούς μετά από έκθεση σε παρασκευάσματα του *Bacillus thuringiensis* . Το άρθρο αναφέρει ότι χρειάζεται πολύ δουλειά ακόμη για να εκτιμηθεί η πιθανή αλλεργιογόνος δράση των σκευασμάτων Bt, καθώς υπάρχουν 3 μελέτες που υποστηρίζουν ότι τα σπρέι Bt προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις (Bernstein et al, 1999) . Στη μελέτη αυτή αναπτύσσεται ένα πρόγραμμα ελέγχου των αγροτών πριν και μετά την έκθεση σε σκευάσματα Bt . Αναφέρεται ότι ένας αριθμός αγροτών ήταν θετικός στο δερματικό τεστ, και μάλιστα βρέθηκαν αντισώματα IgE και IgG, τα επίπεδα των οποίων ήταν υψηλότερα σε εκείνους τους αγρότες που ήρθαν σε μεγαλύτερο βαθμό έκθεση με τα σκευάσματα Bt . Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι και το θετικό δερματικό τεστ αλλά και η ύπαρξη IgE αντισωμάτων είναι ενδεικτικά αλλεργικής αντίδρασης . Στην μελέτη βρέθηκε ότι 2 αγρότες ήταν θετικοί στο δερματικό τεστ έναντι εκχυλίσματος Bt, και επίσης ανέπτυξαν IgE αντισώματα . Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν πια δερματικά και ορολογικά τεστ για να μελετηθεί η αλλεργιογόνος δράση των διαφόρων δ-ενδοτοξινών του Bt που έχουν εισαχθεί στις γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες . Επίσης οι συγγραφείς αναφέρουν ότι τα αποτελέσματα τους δείχνουν την πιθανότητα αλλεργικής αντίδρασης των ΓΤ τροφίμων από καλλιέργειες Bt (π.χ.

καλαμπόκι) . Προσθέτουν δε ότι τώρα πια που υπάρχουν τα τεστ θα πρέπει το θέμα της αλλεργίας από τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα να τεθεί σε νέα βάση .

Είναι σαφές ότι πλέον όλες οι Bt καλλιέργειες πρέπει να ελέγχονται με αυτόν τον τρόπο. Αν και η αντίδραση ήταν ενάντια στην προ-δ-ενδοτοξίνη, γενετικές μελέτες έδειξαν ότι τα γονίδια για τις δ-ενδοτοξίνες του Bt , Cry1Ab και Cry1Ac ήταν παρόντα στα παρασκευάσματα Bt που κυκλοφορούν στην αγορά. Είναι επίσης γνωστό ότι τα γονίδια των δ-ενδοτοξινών Cry1Ab και Cry1Ac που έχουν εισαχθεί στο καλαμπόκι Bt και στο βαμβάκι Bt είναι ελαφρώς τροποποιημένα (truncated versions) .

Αν ο αντιγονικός επίτοπος των ενδοτοξινών που προκαλεί την αλλεργική αντίδραση, δεν βρίσκεται στο κομμάτι που έχει αφαιρεθεί στο καλαμπόκι Bt και στο βαμβάκι Bt (κάτι που δεν είναι γνωστό και είναι μάλλον απίθανο) τότε οι παραπάνω καλλιέργειες περιέχουν ένα αλλεργιογόνο επίτοπο .

Σήμερα οι εταιρείες παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων φυτών εφαρμόζουν τις παρακάτω μεθόδους για την εκτίμηση πιθανής αλλεργικής αντίδρασης:

- 1) ομολογία της αλληλουχίας των αμινοξέων με γνωστά αλλεργιογόνα,
- 2) ανθεκτικότητα στην γαστρική πέψη,
- 3) σταθερότητα στην θέρμανση και
- 4) μοριακό βάρος

Επομένως εφόσον υπάρχουν πια τα δερματικά και ορολογικά τεστ για τις δ-ενδοτοξίνες του Bt πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιούνται, γιατί παρέχουν ασύγκριτα πιο ασφαλείς πληροφορίες .

Έστω και αν τα τεστ αυτά δημιουργήθηκαν μετά την έγκριση των καλλιεργειών, πρέπει οι εταιρείες παρόλη την έγκριση να τα δοκιμάσουν για να ξαναελέγξουν με πιο ασφαλή πλέον τρόπο τα προϊόντα τους . Ένας από τους συγγραφείς της παραπάνω εργασίας είναι και ο Dr. Donald Doerflez, επιστήμονας της EPA . Αναρωτιέται κανείς εύλογα γιατί η EPA δεν κινήθηκε στην κατεύθυνση να κάνει αυτά τα τεστ, που είναι απλά, φτηνά και όχι χρονοβόρα ;

Η EPA λέει ότι η έκθεση του ανθρώπου στις Cry πρωτεΐνες του Bt είναι τόσο ασήμαντη που δεν εμπεριέχει κίνδυνο (EPA, Biopesticide Fact Sheet, 1999) . Δεν αναφέρει όμως η EPA καμία εργασία για να υποστηρίξει την ασήμαντη έκθεση, ούτε και ορίζει τι θεωρεί ασήμαντη έκθεση .

Από την άλλη μεριά υπάρχει επιστημονική ένδειξη ότι έκθεση σε σκόνη από σπόρους (grain dust) μπορεί να οδηγήσει σε αλλεργικά συμπτώματα, με χαρακτηριστική την περίπτωση του άσθματος των αρτοποιών (Bauz, 1998) . Πρόσφατες επίσης μελέτες μιλούν για εμπλοκή της σκόνης από καλαμπόκι σε αναπνευστικές παθήσεις όπως η άμεση αναπνευστική φλεγμονή (acute respiratory inflammation, Park et al 1998, Wohlford - Lenane et al, 1998) . Επίσης για αλλεργία που προέρχεται από την σκόνη των αποστειρωμένων γαντιών χειρουργείου (Crippa et al, 1997) .

Η συγκέντρωση της δ-ενδοτοξίνης στις καλλιέργειες Bt, ειδικά στο καλαμπόκι Bt, είναι 10-100 φορές μεγαλύτερη από ότι στα σπρέι Bt . Επίσης η συγκέντρωση της Cry9C στον σπόρο είναι 100 φορές μεγαλύτερη από ότι η συγκέντρωση των Cry1Ab και Cry1Ac στο καλαμπόκι και το βαμβάκι . Έτσι η συγκέντρωση της Cry9C στην σκόνη από καλαμπόκι είναι πάνω από 100 φορές από ότι το επίπεδο των ενδοτοξινών στα σπρέι Bt . Άρα οι καλλιέργειες Bt έχοντας 100 και πλέον φορές μεγαλύτερα επίπεδα δ-ενδοτοξινών είναι δυνητικά πολύ πιο αλλεργιογόνες από τα σπρέι Bt .

Στο καλαμπόκι Starlink που κυκλοφορεί σαν ζωοτροφή νόμιμα αλλά και για ανθρώπινη κατανάλωση (παράνομα) όπως δείχθηκε πριν λίγους μήνες στις ΗΠΑ , η εταιρεία παρασκευής του Aventis αναφέρει ότι μπορεί ένα άτομο να πάρει μέχρι και 8,5 μικρογραμμάρια (εκατομμυριοστά του γραμμαρίου) με τη δίαιτα καθημερινώς. Όμως

σύμφωνα με τον Dr. Rick Helm, ειδικό στις αλλεργίες από τρόφιμα ακόμη και νανογραμμάρια (1 μικρογραμμάριο = 1000 νανογραμμάρια) μπορεί να δημιουργήσουν αλλεργική αντίδραση όταν χορηγηθούν με την τροφή σε κάποιο άτομο εάν η πρωτεΐνη είναι αλλεργιογόνος . Άρα θα πρέπει η κατανάλωση καλαμποκιού Bt να μπει σε νέο πλαίσιο, μιας και ενέχει σοβαρούς κινδύνους εμφάνισης αλλεργιών στον άνθρωπο αλλά και στα ζώα .

Γονίδια ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά

Το 1991-1992 , όταν ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (Food and Drug Administration, FDA) ανέπτυξε την πολιτική του για τα γενετικά τροποποιημένα φυτά, η επικρατούσα άποψη στην επιστημονική κοινότητα ήταν ότι το DNA είναι ένα πολύ ευαίσθητο μόριο, το οποίο διασπάται στο περιβάλλον από ένζυμα και επίσης υδρολύεται κατά την πέψη στο γαστρεντερικό αυλό του ανθρώπου και των ζώων . Σήμερα γνωρίζουμε ότι τα πράγματα είναι κάπως διαφορετικά (Traavik, 1998) . Αν και οι DNAσες (τα ένζυμα που διασπούν το DNA) είναι παρόντα ευρέως στο περιβάλλον, ελεύθερο DNA έχει βρεθεί σε όλα τα οικοσυστήματα (θαλάσσια, γλυκού νερού, ιζήματα, κλπ.) (Lorenz and Wackernagel, 1994) . Ακόμη ερευνητικές εργασίες αναφέρουν ότι ελεύθερο DNA βρίσκεται σε σημαντικά ποσά στο περιβάλλον . Μεγαλύτερα ποσά DNA απομονώνονται από το έδαφος σε σχέση με το DNA που απομονώνεται από κυτταρικούς πληθυσμούς του εδάφους (Steffan et al, 1988) . Αργότερα, άλλες μελέτες έδειξαν ότι το ελεύθερο αυτό DNA προέρχεται από μικροοργανισμούς που δεν είναι πια παρόντες στο έδαφος (Spring et al, 1992), και μάλιστα ότι το DNA αυτό μπορεί να επιβιώσει και να εισαχθεί και να εκφραστεί σε άλλους μικροοργανισμούς . Τέλος, άλλες μελέτες έδειξαν ότι ρύπανση με ξενοβιοτικές ουσίες μπορεί να επηρεάσει την διάρκεια ζωής του ελεύθερου αυτού DNA και της δυνατότητάς του να μεταφερθεί σε άλλους οργανισμούς (Traavik, 1998) .

Οι πληροφορίες αυτές οδηγούν σε σοβαρές ανησυχίες για την τύχη των γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, γονιδίων που βρίσκονται πρακτικά σε όλα τα ΓΤ φυτά . Υπάρχει λοιπόν η πιθανότητα αυτά τα γονίδια να μεταφερθούν σε βακτήρια, με ανάλογο αποτέλεσμα , δηλαδή την δημιουργία βακτηρίων ανθεκτικών σε αντιβιοτικά . Στα θηλαστικά, επίσης υπάρχει το ίδιο ερωτηματικό . Εάν δηλαδή το ξένο DNA μπορεί να μην υποστεί πέψη και να απορροφηθεί από το επιθήλιο του γαστρεντερικού σωλήνα . Μελέτες στην δεκαετία του '70 (Maturin and Curtis, 1977) αλλά και του '80 (Mc Allan, 1982) σε αρουραίους και μηρυκαστικά, αντίστοιχα, έδειξαν ότι τα νουκλεϊνικά οξέα (DNA και RNA) υδρολύονταν πλήρως κατά την πέψη .

Όμως καθώς τα χρόνια πέρασαν , και αναπτύχθηκαν ευαίσθητοι μέθοδοι ανίχνευσης των νουκλεϊνικών οξέων, όπως η αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR, polymerase chain reaction), στα μέσα της δεκαετίας του '90 , ερευνητές στη Γερμανία, αναμόχλευσαν το θέμα με τις νέες πολύ πιο ευαίσθητες μεθόδους (Schubbert et al, 1994) . Τάισαν ποντίκια με DNA από ένα βακτηριοφάγο, τον M13 . Με την τεχνική της PCR, οι ερευνητές αυτοί βρήκαν ότι 2-4% του M13 DNA βρέθηκε στα κόπρανα, και μέχρι 0,1% στο ορό του αίματος και στα κύτταρα του αίματος. DNA του M13 με μήκος μέχρι ότι το 1/4 του μήκους του DNA του M13 βρέθηκε μέχρι και 7 ώρες μετά τη χορήγηση. Επομένως αφού το ελεύθερο DNA υπάρχει σε ένα ποσοστό στο γαστρεντερικό σωλήνα με μεγάλο μοριακό βάρος, υπάρχει η πιθανότητα να μεταφερθεί σε μικροοργανισμούς που ζουν εκεί και να τους μετατρέψει σε ανθεκτικούς σε αντιβιοτικά . Επίσης δείχθηκε ότι το ελεύθερο DNA στο γαστρεντερικό του ανθρώπου έχει χρόνο ημιζωής 6 λεπτά, χρόνο πολύ αρκετό για να μεταφερθεί το DNA σε βακτήρια που ζουν εκεί .

Η ίδια ερευνητική ομάδα (Schubbert et al, 1997) έδειξε αργότερα ότι το DNA του βακτηριοφάγου M13 όταν χορηγήθηκε μέσω της τροφής σε ποντίκια μπορεί να ανιχνευθεί σε τμήματα μέχρι και 1/7 του μήκους του φάγου, μέσα σε ιστούς των ζώων. Μάλιστα βρέθηκε ότι ενσωματώνεται στο DNA του ποντικού σε συγκεκριμένες περιοχές . Ιδιαίτερη αίσθηση στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα έκανε η ερευνητική εργασία μιας ομάδας από τη Γερμανία (Einspanier et al, 2001) όπου βρέθηκε ότι το φυτικό DNA μπορεί σε ένα μικρό ποσοστό να περνάει σε μεγαλομοριακή μορφή μέσω του γαστρεντερικού και να ανιχνεύεται σε ιστούς ζώων όπως η αγελάδα και η κότα . Σημαντική ήταν η παρουσία τέτοιου DNA στο γάλα. Γίνεται αντιληπτό, ότι με αυτές τις πληροφορίες δεν είναι καθόλου απίθανο να περάσει κομμάτι DNA με τις πληροφορίες για την αντίσταση στα αντιβιοτικά μέσα σε γεννητικά κύτταρα του παραγωγικού ζώου . Τέτοιου είδους μεταλλάξεις δεν είναι απίθανες στη φύση . Ας θυμηθούμε εδώ ότι ένα αντίστοιχο γεγονός αποτελεί η καρκινογενετική διαδικασία που συμβαίνει τουλάχιστον μια φορά στη ζωή μας σε ένα κύτταρο ανάμεσα σε τρισεκατομμύρια κύτταρα.

Σε ένα άλλο πείραμα, ένα γενετικά τροποποιημένο πλασμίδιο βρέθηκε να επιβιώνει σε ποσοστό μέχρι και 25% μέχρι μια ώρα σε έκθεση σε ανθρώπινο σάλιο (Mercer et al, 1999) . Μερικά διασπασμένο πλασμιδιακό DNA μπόρεσε και εισχώρησε και μεταμόρφωσε τον μικροοργανισμό *Streptococcus gordonii*, ένα βακτήριο που φυσιολογικά ζει στο ανθρώπινο στόμα και τον φάρυγγα . Μιας και το DNA των ΓΤ φυτών δεν διασπάται εντελώς μέσα στο στόμα, είναι δυνατόν να μεταφερθεί σε βακτήρια του στόματος και να τα μεταμορφώσει . Εφόσον λοιπόν τα ΓΤ φυτά που φτάνουν στο πιάτο μας περιέχουν γονίδια αντίστασης σε αντιβιοτικά, είναι δυνατόν να μεταφερθούν αυτά σε βακτήρια του στόματος και να τα κάνουν ανθεκτικά σε αντιβιοτικά. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι στο καλαμπόκι Bt της εταιρείας Novartis, το οποίο περιέχει το γονίδιο αντίστασης στο αντιβιοτικό αμπικιλίνη, το γονίδιο αυτό βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο ενός βακτηριακού ρυθμιστή αντί για ένα φυτικό ρυθμιστή που συνήθως γίνεται, και έτσι αυξάνεται πολύ η πιθανότητα έκφρασης της ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη σε βακτήρια του στόματος τα οποία απορρόφησαν το DNA αυτό .

Τον Σεπτέμβριο του 1998, η Βρετανική Βασιλική Εταιρεία κυκλοφόρησε ένα έγγραφο, περί της απαγόρευσης της χρήσης γονιδίων ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά, στα ΓΤ τρόφιμα . Τον Μάιο του επόμενου έτους , η Βρετανική Ιατρική Εταιρεία, η οποία αντιπροσωπεύει το 85% των γιατρών της Βρετανίας , κυκλοφόρησε ένα έγγραφο που μιλούσε για το ίδιο πράγμα και μάλιστα τόνιζε ότι : η χρήση γονιδίων ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά, στα ΓΤ τρόφιμα είναι ένας μικρός μεν αλλά απαράδεκτος εάν συμβεί κίνδυνος για τον άνθρωπο . Γι' αυτό πρέπει να μπει ένα τέλος στη χρήση αυτή και σύντομα (BMA , 1999) .

Η οδηγία 90/220 της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρεται στην απελευθέρωση ΓΤΟ στο περιβάλλον . Σύντομα αναμένεται τροποποίηση αυτής, η οποία περιέχει την πρόταση να μην υπάρχει πια ΓΤ τρόφιμο που να περιέχει γονίδια ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά, μέχρι το 2005 (EC Services, 2000) .

Συμπερασματικά, πιστεύουμε ότι σε λίγα χρόνια δεν θα χρησιμοποιούνται πλέον γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά στους ΓΤΟ που προορίζονται να μπουν στην τροφική αλυσίδα του ανθρώπου και των ζώων , γιατί αποτελούν ένα κίνδυνο που μπορούμε να αποφύγουμε .

Δοκιμασίες άμεσης τοξικότητας (acute toxicity testing)

Προκειμένου να πάρει έγκριση ένα ΓΤ φυτό στις ΗΠΑ , η EPA ζητά τη δοκιμασία άμεσης τοξικότητας μετά από κατανάλωση από του στόματος σε πειραματόζωα . Για παράδειγμα στο καλαμπόκι Bt, γίνεται η δοκιμασία με δ-ενδοτοξίνη

απομονωμένη από ΓΤ βακτήρια και όχι από ΓΤ καλαμπόκι. Η ΕΡΑ πιστεύει ότι δεν υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά στην ενδοτοξίνη που έχει απομονωθεί από βακτήρια ή από φυτά.

Εδώ αγνοείται ένα βασικό φαινόμενο της βιολογίας, η μετά-μεταφραστική τροποποίηση μιας πρωτεΐνης, αφού μεταφραστεί στον οργανισμό στον οποίο το αντίστοιχο γονίδιο εκφράζεται. Βακτήρια, φυτά, ζώα έχουν διαφορετικούς μηχανισμούς τέτοιας τροποποίησης, η οποία έχει να κάνει με τη δομή και λειτουργία όλης της πρωτεΐνης. Παραδείγματα τέτοιας τροποποίησης είναι η γλυκοσυλίωση και η ακετυλίωση των πρωτεϊνών. Η γλυκοσυλίωση είναι η προσθήκη σακχαρούχων ομάδων που μπορούν να αλλάξουν δραματικά την δομή και την λειτουργία μιας πρωτεΐνης. Και είναι γνωστό ότι η γλυκοσυλίωση συνδέεται με την αλλεργική αντίδραση (Benjuoad et al, 1992). Οι πληροφορίες που έχουν δοθεί στην ΕΡΑ, αναφέρουν ότι η δ-ενδοτοξίνη δεν γλυκοσυλιώνεται στα φυτά.

Η ακετυλίωση των πρωτεϊνών είναι η προσθήκη ακετυλοομάδων σε συγκεκριμένα αμινοξέα. Αν και δεν έχει κατανοηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό η ακετυλίωση των πρωτεϊνών, έχει βρεθεί ότι πρωτεΐνες όπως οι ιστόνες που δεσμεύονται στο DNA, ακετυλιώνονται και η ακετυλίωση ρυθμίζει την αλληλεπίδρασή τους με το αρνητικά φορτισμένο DNA. Πριν μερικά χρόνια (Harbour et al, 1992) βρέθηκε ότι η ανασυνδυασμένη αυξητική ορμόνη βοδιού (rbGH) ακετυλιώνεται και δημιουργείται το αμινοξύ έμιλον-N-ακετυλολυσίνη όταν η rbGH παράγεται σε βακτήρια E. coli. Η παραγωγή αυτού του μεταλλαγμένου αμινοξέος μπορεί να διαφύγει κάλλιστα την ανίχνευση, αφού κατά την ανάλυση εφαρμόζονται συνθήκες υδρόλυσης που μπορούν να απομακρύνουν την ακετυλο-ομάδα (Violand et al, 1994). Έτσι λοιπόν το αποτέλεσμα αυτής της τροποποίησης στην ασφάλεια, την δομή και την λειτουργικότητα της rbGH δεν έχει μελετηθεί. Να σημειωθεί εδώ ότι rbGH απομονωμένη από E. coli (όπως το παράδειγμα παραπάνω) χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα για την πάχυνση αγελάδων στις ΗΠΑ. Στην Ευρώπη η χρήση της rbGH απαγορεύεται.

Έτσι λοιπόν γίνεται αντιληπτό ότι κατά την διάρκεια της εκτίμησης ΓΤ φυτών για άδεια από την αντίστοιχη υπηρεσία (όπως η ΕΡΑ στις ΗΠΑ) θα πρέπει να εφαρμόζεται η δοκιμασία με ολόκληρο το ΓΤ φυτό και όχι με παρασκεύασμα απομονωμένο από άλλη πηγή (όπως στην περίπτωση του καλαμποκιού Bt η δ-ενδοτοξίνη δοκιμάστηκε απομονωμένη από βακτήρια).

Χαρακτηρισμός του ΓΤ προϊόντος

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί στη διεθνή βιβλιογραφία εργασίες που ασχολούνται με την ασφάλεια του ΓΤ προϊόντος προερχόμενου από γενετικά τροποποιημένα φυτά. Οι εργασίες αυτές καταλήγουν σε επιστημονικά συμπεράσματα που μας οδηγούν στη σκέψη ότι Επιτροπές όπως η ΕΡΑ στις ΗΠΑ που δίνουν άδεια κυκλοφορίας σε τέτοια προϊόντα πρέπει να υιοθετήσουν αλλαγές στη διαδικασία χορήγησης της άδειας, μιας και όπως θα εξηγηθεί στη συνέχεια δεν εξασφαλίζεται με τίποτα η έλλειψη τοξικότητας ενός καταναλωτή.

Οι πληροφορίες που υπάρχουν από τις εργασίες αυτές λίγο πολύ σχετίζονται με το γεγονός των απρόβλεπτων αποτελεσμάτων στη βιοχημεία του ΓΤ φυτού, εξαιτίας της τυχαίας ενσωμάτωσης του ξένου DNA όπως εξηγήθηκε εκτεταμένα στο προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι είναι σαφές ότι εμφανίζεται πειστικά σε όλες τις μελέτες το θέμα των δοκιμών του ΓΤ προϊόντος σε πειραματόζωα για μεγάλα χρονικά διαστήματα (1-2 χρόνια) και όχι για λίγες εβδομάδες που είναι σήμερα. Και οπωσδήποτε η δοκιμή να αφορά ολόκληρο το ΓΤ φυτό.

Οι μελέτες οι οποίες αφορούν τα μη προβλέψιμα από πλευράς τοξικότητας αποτελέσματα, μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: μη προβλέψιμη συμπεριφορά της έκφρασης των ενδογενών και εξωγενών γονιδίων του ΓΤ φυτού και διαφορές από την διαφορική μετά-μεταφραστική τροποποίηση των εκφραζόμενων πρωτεϊνών των ΓΤ φυτών. Και οι δύο αυτές αιτίες θεωρητικά αναλύθηκαν προηγούμενα. Στη συνέχεια θα προσπαθήσω να δείξω με παραδείγματα τη σημασία τους μέσω μελετών που έχουν δει το φως της δημοσιότητας σε διεθνή και έγκριτα επιστημονικά περιοδικά.

Στα τέλη της δεκαετίας του '80, μια ομάδα ερευνητών προσπάθησε να επέμβει στο χρώμα των ανθών του καπνού και της πετούνιας με μεθόδους γενετικής μηχανικής. Συγκεκριμένα προσπάθησαν να κατασκευάσουν ΓΤ φυτά που περιείχαν ένα συνθετικά φτιαγμένο DNA που λειτουργούσε σαν αντιγονίδιο για κάποιο γονίδιο που παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των χρωστικών του άνθους (Van der Krol et al, 1988). Το αποτέλεσμα που αναμενόταν ήταν η δημιουργία φυτών που θα είχαν το ίδιο χρώμα στα άνθη τους. Όμως τα φυτά που δημιούργησαν είχαν το καθένα και διαφορετική απόχρωση στο χρώμα ανθέων. Και όχι μόνο αυτό, αλλά όταν άλλαζε εποχή μερικά άνθη άλλαζαν το χρώμα τους, ενώ άλλα όχι. Τα αποτελέσματα αυτά εξηγούνται με την υπόθεση ότι κάθε φυτό που δημιουργήθηκε είχε και σε διαφορετικό σημείο το ξένο DNA, και έτσι δεν μπορούσε να εξασφαλιστεί μια ομοιογένεια στο χρώμα των ανθέων, εξ αιτίας του φαινομένου «position effect» που εξηγήθηκε νωρίτερα. Σε μερικά φυτά το επιδιωκόμενο χαρακτηριστικό εκφράστηκε πολύ, σε άλλα λίγο, σε άλλα ενδιάμεσα και η φύση γνωρίζει ευτυχώς καλύτερα από μας την ερμηνεία του όρου ποσότητα.

Έχοντας στο μυαλό μας το φαινόμενο του «position effect» μπορούμε να καταλάβουμε τι πήγε στραβά στο Μισούρι και το Τέξας πριν 4 χρόνια όταν δεκάδες χιλιάδες στρέμματα του ΓΤ βαμβακιού της Monsanto ουσιαστικά πήγαν χαμένα. Στο Μισούρι, τον πρώτο χρόνο της έγκρισης του ΓΤ βαμβακιού ανθεκτικού στο φυτοφάρμακο Roundup, σχεδόν 100.000 στρέμματα του βαμβακιού αυτού είχαν πρόβλημα. Σε μερικές περιπτώσεις τα φυτά έριξαν τις μπάλες του βαμβακιού, ενώ σε άλλα το ξένο DNA δεν εκφράστηκε σωστά, και έτσι όλη η σοδειά εξολοθρεύτηκε από το φυτοφάρμακο Roundup στο οποίο υποτίθεται ότι ήταν ανθεκτική (Fox, 1997).

Η εταιρεία Monsanto υποστήριξε ότι το πρόβλημα δημιουργήθηκε εξ αιτίας των ακραίων κλιματολογικών συνθηκών. Τελικά επειδή το θέμα πήρε διαστάσεις η Monsanto πλήρωσε αποζημίωση στους αγρότες αρκετά εκατομμύρια δολάρια. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αποζημίωση δόθηκε εθελοντικά από την εταιρεία, χωρίς οι αγρότες να καταφύγουν σε δικαστήρια, όπως απειλούσαν στην αρχή. Στο Τέξας, αρκετοί αγρότες είχαν προβλήματα επίσης με το βαμβάκι Bt. Στο 50% περίπου των στρεμμάτων που καλλιεργήθηκαν το ΓΤ βαμβάκι Bt απέτυχε να προσδώσει στο φυτό προστασία από το πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού (*Helicoverpa Zea*). Επίσης πολλοί αγρότες είχαν προβλήματα με την βλάστηση, την χαμηλή απόδοση και πολλά άλλα. Τα προβλήματα ήταν τελικά πολλά και οι αγρότες κατέφυγαν κατά της Monsanto. Τελικά πέρυσι η Monsanto ρύθμισε την υπόθεση χωρίς την ανάγκη δίκης, πληρώνοντας πάλι αρκετά εκατομμύρια δολάρια (σύμφωνα με δήλωση του δικηγόρου των αγροτών J. Schanks). Βλέπουμε δηλαδή σοβαρά προβλήματα, απρόβλεπτα, στην καλλιέργεια, με κριτήριο τις φαινοτυπικές αλλαγές στην αγροτική απόδοση του προϊόντος. Όμως γιατί να μην υπάρχουν και προβλήματα στο φυτό που να σχετίζονται με την περιεκτικότητα σε διάφορες ουσίες που να αντανakλούν τελικά στην διατροφική τους ασφάλεια, μια και το συγκεκριμένο βαμβάκι, καταλήγει και σε βαμβακόπιτα για αγελάδες. Επίσης το λάδι από τους σπόρους βαμβακιού χρησιμοποιείται σε διάφορες τροφές. Δυστυχώς αυτά τα

ερωτηματικά δεν μπορούν να απαντηθούν από τις μέχρι τώρα πληροφορίες που υπάρχουν ενός φάκελο του προϊόντος .

Την ίδια περίπου εποχή είδε την δημοσιότητα μια μελέτη των Reddy και Thomas (Reddy and Thomas , 1996) . Στην μελέτη αυτή , οι ερευνητές αναφέρουν ότι προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα ΓΤ καπνό που θα παρήγαγε ένα διαιτητικό λιπαρό οξύ, το γ-λινολεϊκό οξύ . Πράγματι έφτιαξαν τέτοιο καπνό που παρήγαγε το ζητούμενο οξύ, όμως δημιούργησαν και κάτι ακόμη που δεν το περίμεναν. Εξ αιτίας της τυχαίας ενσωμάτωσης του ξένου DNA στον ΓΤ καπνό, σταμάτησε να λειτουργεί ένα μεταβολικό μονοπάτι, με αποτέλεσμα την συσσώρευση ενός μορίου, του δεκαοκτατετραενικού οξέος, το οποίο είναι τοξικότατο στον άνθρωπο και έχει βιομηχανική χρήση. Η τοξίνη αυτή δεν περιέχεται στον φυσικό καπνό. Βλέπουμε λοιπόν την δημιουργία τοξινών στα ΓΤ φυτά, οι οποίες δεν ήταν στο πρόγραμμα να παραχθούν .

Και ερχόμαστε σε ένα παράδειγμα που δεν αφορά τα ΓΤ φυτά, αλλά αφορά τη ΓΤ ζύμη που χρησιμοποιείται κατά κόρον από τους επιστήμονες για να παράγουν διάφορα «χρήσιμα» προϊόντα για κατανάλωση από τον άνθρωπο . Μια ερευνητική ομάδα το 1995 πήρε κάποια γονίδια από το γένωμα της ζύμης, τα διπλασίασε τεχνητά και τα επανασήγαγε στο γένωμα της ζύμης με γενετική μηχανική (Inose and Murata, 1995). Οι επιστήμονες αυτοί βρήκαν ότι τρεις φορές αύξηση στο επίπεδο ενός ενζύμου της γλυκόλυσης, της φωσφοφρουκτοκινάσης, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση 40-200 φορές του επιπέδου της μεθυλογλυοξάλης, μιας τοξικότατης ουσίας η οποία είναι μεταλλαξιγόνος (θετική στη δοκιμή μεταλλαξιγένεσης κατά Ames). Οι ερευνητές τονίζουν στο συμπέρασμα του άρθρου τους, ότι η διαταραχή στην αρχιτεκτονική του γενώματος είναι κατά πάσα πιθανότητα υπεύθυνη για την απρόβλεπτη και ανεπιθύμητη συσσώρευση του μεταλλαξιγόνου αυτού μεταβολίτη . Επισημαίνουν δε ότι η θεωρία της ουσιαστικής ισοδυναμίας (substantial equivalency) ανάμεσα σε ΓΤ και σε μη ΓΤ προϊόντα δεν ισχύει τουλάχιστον για τη ζύμη. Και μιας και η ζύμη χρησιμοποιείται για την παρασκευή πολλών ουσιών που φτάνουν σαν τροφή και στον άνθρωπο αλλά και στα ζώα σαν ζωοτροφή, θα πρέπει να δούμε οι υπεύθυνοι το θέμα του «substantial equivalency» με νέο πρίσμα.

Και ερχόμαστε στα τέλη του 1999, όπου μια μελέτη ενός γνωστού επιστήμονα είδε το φως της δημοσιότητας στο γνωστό επιστημονικό περιοδικό Lancet. Η συγκεκριμένη ερευνητική ομάδα χρησιμοποίησε ΓΤ πατάτες που περιείχαν μια ουσία από κάποιο άλλο φυτό, (συγκεκριμένα μία λεκτίνη, την αγλουτινίνη *Galanthus nivalis*) η οποία ουσία αυξάνει την ανθεκτικότητα των φυτών της πατάτας σε έντομα και σκουλήκια (Ewen and Pusztai, 1999) . Έτσι λοιπόν τάισαν αρουραίους με τέτοιες πατάτες και μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα παρατήρησαν ότι σε αυτά τα ζώα υπήρχε μια σημαντική διαταραχή στο γαστρεντερικό και συγκεκριμένα αύξηση του αριθμού των κυττάρων του λεπτού εντέρου .

Η διαταραχή αυτή δεν παρατηρήθηκε ούτε στα ζώα μάρτυρες, ούτε στα ζώα που ταΐστηκαν με φυσιολογικές πατάτες στις οποίες προστέθηκε εξωγενώς η λεκτίνη που υπήρχε στις ΓΤ πατάτες . Επίσης το 1990 ο ίδιος ερευνητής είχε χορηγήσει σε αρουραίους με την τροφή 1000 φορές μεγαλύτερη ποσότητα λεκτίνης από ότι περιέχεται στην ΓΤ πατάτα και δεν είχε παρατηρήσει καμία διαταραχή στο λεπτό έντερο (Pusztai et al, 1990). Έτσι οι ερευνητές στο άρθρο τους του 1999, αναφέρουν ότι αυτή η διαταραχή στο λεπτό έντερο προκλήθηκε ή από άλλα γονίδια που περιέχονταν στο εξωγενές DNA μαζί με το γονίδιο της λεκτίνης, για λόγους πρακτικούς όπως έχουμε εξηγήσει στο προηγούμενο κεφάλαιο, ή λόγω του «position effect» από την τυχαία ενσωμάτωση του εξωγενούς DNA στο γένωμα της πατάτας . Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν νεαρά ζώα, και μελετήθηκε σε βάθος η κατάσταση διαφόρων

οργάνων του σώματος. Συνήθως οι μελέτες που γίνονται για λογαριασμό των εταιρειών παραγωγής του ΓΤ φυτού δεν είναι τόσο λεπτομερείς . Έτσι είναι πιθανό οι μελέτες που υπάρχουν στους φακέλους προς έγκριση και αφορούν διάφορα ΓΤ φυτά που προορίζονται για κατανάλωση να μην περιλαμβάνουν όλες τις δυνατές παρενέργειες, επειδή είναι πλημμελείς από τη φύση τους. Η εργασία αυτή του Pusztai και των συνεργατών του έτυχε πολύ προκατειλημμένης κριτικής από πολλούς επιστήμονες, και ανέδειξε για άλλη μια φορά ένα μεγάλο πρόβλημα της επιστήμης. Τον επιστημονικό ρατσισμό. Καλώς ή κακώς υπάρχουν συμφέροντα στο χώρο της επιστήμης που είναι ικανά να συντρίψουν οποιονδήποτε σκεφτεί να πάει κόντρα σε αυτά τα συμφέροντα. Τελικά ο καταξιωμένος και πρωτοπόρος ερευνητής Pusztai απελύθη από την δουλειά του, λίγο καιρό μετά την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων που περιγράψαμε νωρίτερα .

Από τα παραδείγματα που αναφέραμε μέχρι τώρα γίνεται κατανοητό ότι δεν έχει πλέον νόημα να γίνονται δοκιμές τοξικότητας με απομονωμένο το συστατικό που εισήχθη σε κάποιο φυτό για να καταστεί τούτο γενετικά τροποποιημένο. Χρειάζονται μελέτες με ολόκληρο το φυτό, να γίνεται η χορήγηση μέσω της τροφής σε πειραματόζωα για αρκετό χρόνο και να μελετώνται διεξοδικά όλα τα όργανα των ζώων. Κάτι τέτοιο σήμερα τουλάχιστον, δεν γίνεται από μεριάς των εταιρειών παραγωγής .

Στο τομέα της ασφάλειας, της υγείας του καταναλωτή , ανήκει και το επόμενο παράδειγμα , το οποίο σκόπιμο αφήσαμε για το τέλος γιατί αποτελεί ίσως το πιο τρανταχτό και ακραίο παράδειγμα κινδύνου που διατρέχουν οι καταναλωτές οι οποίοι καταναλώνουν ΓΤ προϊόντα, μιας και με τίποτα δεν εξασφαλίζεται η έλλειψη τοξικότητα των προϊόντων αυτών από την κείμενη νομοθεσία και πρακτική .

Το 1989 στις ΗΠΑ συνέβη η πρώτη τραγωδία που αφορούσε θανάτους ανθρώπων από γενετικά τροποποιημένα προϊόντα . 37 άτομα πέθαναν και πάνω από 1500 αρρώστησαν σοβαρά, ορισμένα με μόνιμη ολική ανικανότητα, από ένα σύνδρομο που ονομάστηκε σύνδρομο ηωσινοφιλίας - μυαλγίας . Η ασθένεια χαρακτηρίστηκε από πολύ ψηλές τιμές ηωσινόφιλων (κυττάρων του αίματος) και διάχυτο μυϊκό πόνο .

Η εταιρεία Showa Denko παρήγαγε για χρόνια τρυπτοφάνη (είναι ένα αμινοξύ) για διαιτητική χρήση στους ανθρώπους . Τον Δεκέμβριο του 1988, η εταιρεία εισήγαγε ένα νέο τύπο του Βακίλου που παρήγαγε την τρυπτοφάνη (*Bacillus amylolique faciens*), ο οποίος τροποποιήθηκε γενετικά για να μεγιστοποιήσει την παραγωγή τρυπτοφάνης . Η τροποποίηση αυτή είχε σαν αποτέλεσμα και την παραγωγή ορισμένων ουσιών στο παρασκεύασμα της τρυπτοφάνης σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (< 0.01% του τελικού προϊόντος) . Όπως φάνηκε από μελέτες η φλεγμονώδης αυτή ασθένεια προηγήθηκε από μία ή και περισσότερες από τις παραπάνω ουσίες. Αυτές οι ουσίες - προσμίξεις ήταν η 1,1'- αιθυλιδενε-δισ (τρυπτοφάνη) ή EBT και η 3-(φαινυλαμινο) αλανίνη (PAA) . Αυτές οι προσμίξεις με άγνωστο μηχανισμό προκάλεσαν την ασθένεια. Σημαντική παρατήρηση: Και τότε άλλα πολύ πιο σημαντικά σήμερα, η κείμενη νομοθεσία επιβάλλει την ανίχνευση συστατικού στο ΓΤ προϊόν εάν τούτο είναι πάνω από 0.1% . Δηλαδή η κυκλοφορία της τρυπτοφάνης ήταν καθ' όλα νόμιμη το 1988, γιατί οι προσμίξεις που ενοχοποιήθηκαν ήταν σε ποσοστά < 0.01% , 10 φορές δηλαδή κάτω από το όριο ανάγκης ανίχνευσης. Παρόλη την τραγωδία, το 1996 στην Μεγάλη Βρετανία πήρε έγκριση με τις ίδιες προϋποθέσεις ένα σκεύασμα βιταμίνης B₂ . Σήμερα ισχύει η ίδια νομοθεσία. Τρανταχτό παράδειγμα το προηγούμενο μάθημα της τρυπτοφάνης του γιατί είναι ανάγκη να δοκιμάζεται για μακρόχρονη τοξικότητα ολόκληρο το προϊόν και όχι το απομονωμένο συστατικό. Ο θάνατος τόσο ανθρώπων φαίνεται πως δεν δημιούργησε τέτοια δυναμική για να αλλάξει η νομοθεσία ακόμη και 13 χρόνια μετά. Πολύ φοβάμαι ότι όταν ξανασυζητήσαμε το γεγονός μιας πιθανής νέας διατροφικής τραγωδίας από ΓΤ προϊόντα, ούτε τότε αυτές οι σκέψεις θα είναι επίκαιρες .

Υπάρχουν τελικά κίνδυνοι για το περιβάλλον από τους ΓΤΟ;

Επειδή ο κίνδυνος για το περιβάλλον αλλά και για την βιοποικιλότητα είναι ένα μεγάλο θέμα και ξεφεύγει του σκοπού αυτού του άρθρου, θα προσπαθήσω να κάνω μια πολύ μικρή αναφορά χωρίς να μπω σε πολλές λεπτομέρειες.

Από τα μέχρι τώρα αποτελέσματα των εργασιών που έχουν ανακοινωθεί ή δημοσιευθεί δεν είναι ξεκάθαρο το ποια τελικά μπορεί να είναι η επίπτωση των ΓΤ καλλιεργειών και των ΓΤ ζώων στο περιβάλλον. Τα προσεχή χρόνια πρόκειται να κυκλοφορήσει στην αγορά ΓΤ σολωμός ο οποίος θα έχει το γονίδιο της αυξητικής ορμόνης της γλώσσας και θα μεγαλώνει 10 φορές γρηγορότερα και 6 φορές μεγαλύτερος από τον φυσικό σολωμό. Τι θα μπορούσε να συμβεί κάτω από ακραίες κλιματολογικές συνθήκες, εάν σπάσει κάποιος κλωβός καλλιέργειας από μια καταιγίδα και δραπετεύσει ο ΓΤ σολωμός στην θάλασσα. Κανείς δεν μπορεί ούτε να το αποκλείσει αλλά ούτε και να προβλέψει το τι θα γινόταν.

Οι εν δυνάμει κίνδυνοι από τους ΓΤ μικροοργανισμούς και τα ΓΤ φυτά είναι ακόμη μεγαλύτεροι. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορούν οι ΓΤΟ να διασπαρθούν στο περιβάλλον. Πρώτα τα ΓΤ φυτά μπορούν να διασταυρωθούν με συγγενή τους άγρια φυτά. Οι ιοί των φυτών έχει βρεθεί ότι ενσωματώνουν μέσα στο γενωμά τους ξένα γονίδια από το ΓΤ φυτό. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει μια εξάπλωση των ιδιοτήτων ενός ΓΤ φυτού σε άλλα μέσω ιών των φυτών με δυσμενείς συνέπειες για το περιβάλλον. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ένας ανασυνδυασμένος ιός εντόμων που περιέχει το γονίδιο μιας τοξίνης του σκορπιού, και ο οποίος ψεκάζεται σε δοκιμαστικές καλλιέργειες του Καναδά σαν φυτοπροστατευτικό ευρέως φάσματος.

Οι περισσότερες ΓΤ καλλιέργειες φυτών που έχουν δημιουργηθεί είτε είναι υπό δημιουργία, συνήθως είναι ανθεκτικές σε ζιζανιοκτόνα ή παράγουν το δικό τους φυτοφάρμακο ενάντια σε κάποιο εχθρό του φυτού. Δοκιμές σε αγρούς στην Σκωτία και τη Δανία χρησιμοποιώντας ΓΤ ελαιοκράμβη ανθεκτική σε κάποιο φυτοφάρμακο, βρήκαν ότι η ελαιοκράμβη διασταυρώνεται με συγγενή ζιζάνια, παράγοντας έτσι μέσα σε μία μόνο καλλιεργητική περίοδο ΓΤ ανθεκτικά ζιζάνια, τα λεγόμενα σούπερ-ζιζάνια (superweeds). Ίδια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές με ΓΤ πατάτες. Επίσης πειράματα με ΓΤ βαμβάκι Bt αποκάλυψαν ότι λόγω της εξελικτικής πίεσης προέκυψαν ανθεκτικοί εχθροί του βαμβακιού Bt, οι οποίοι έκαναν μεγάλη ζημιά στην καλλιέργεια.

Επίσης δημιουργήθηκαν καλλιέργειες με βελτιωμένα καλλιεργητικά χαρακτηριστικά όπως ΓΤ σιτάρι το οποίο μπορεί να καθλώσει άζωτο στις ρίζες του (κατά αναλογία των ψυχανθών) και έτσι να χρειάζεται σε υφάλμυρα νερά. Όμως κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί την μη διασταύρωση των φυτών αυτών με άλλα συγγενή τους και τη διασπορά των ιδιοτήτων αυτών σε άλλα άγρια φυτά ή ζιζάνια με απρόβλεπτες συνέπειες για το περιβάλλον.

Ένα άλλο μείζον θέμα είναι το γεγονός ότι πολλά ΓΤ φυτά δημιουργούνται με σκοπό την μειωμένη χρήση ζιζανιοκτόνων, και γενικά φυτοφαρμάκων. Όμως έχει ήδη βρεθεί ότι αυτό επιταχύνει την εμφάνιση ανθεκτικών ζιζανίων ή άλλων εχθρών των φυτών και έτσι μακρόχρονα θα χρειαστούν μεγαλύτερες δόσεις των αγροχημικών για να καταστρέψουν για την περίφημη Roundup-Ready σόγια της Monsanto, όπου μερικά χρόνια μετά την εισαγωγή της η κατανάλωση Roundup αυξήθηκε αντί να μειωθεί (Antoniou, 1999). Τελικά αυτό επιβαρύνει και το περιβάλλον αλλά και την τσέπη του γεωργού ή του καλλιεργητή.

Το πρόβλημα της μείωσης της βιοποικιλότητας μέσω των ΓΤ καλλιεργειών ήδη έχει κάνει την εμφάνιση του μιας και οι ΓΤ σπόροι τείνουν να αντικαταστήσουν τους παραδοσιακούς στις ανεπτυγμένες χώρες. Πριν μερικά χρόνια υπήρχαν περίπου 100.000

ντόπιες ποικιλίες ρυζιού, καθεμιά προσαρμοσμένη στο δικό της περιβάλλον . Η εμφάνιση των νέων βελτιωμένων ποικιλιών είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθούν στις 10-15.000 περίπου (Αντωνίου, 1999) . Μια μελέτη του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ πρόσφατα, παρατήρησε ότι ντόπιες ποικιλίες διαφόρων καλλιεργειών στην Αφρική αντικαταστάθηκαν σαν υποδεέστερες από άλλες προερχόμενες από Ασία, Ευρώπη και Αμερική. Η εισαγωγή νέων ΓΤ ποικιλιών θα μειώσει τη βιοποικιλότητα αυτή ακόμη περισσότερο. Φαντάζεστε τι μπορεί να συμβεί μια μέρα, αν μια ΓΤ καλλιέργεια ίδιου τύπου καταστραφεί μαζικά στη γη από ένα ανθεκτικό έντομο . Μπορεί να υπάρχουν απρόβλεπτες συνέπειες στην παγκόσμια διάθεση τροφίμων . Γιατί λοιπόν να μην υιοθετήσουμε την υπόδειξη του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ και να βοηθήσουμε π.χ. στην ανάπτυξη των ντόπιων ποικιλιών διαφόρων καλλιεργειών στην Αφρική, από το να προσπαθούμε να περάσουμε τη καλλιέργεια ΓΤ σιταριού ή αραβοσίτου στις χώρες αυτές .

Η άποψη ότι θέλουμε να χορτάσουμε με ψωμί την Αφρική απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Οι νεοφερμένοι ΓΤ σπόροι πόσο θα προσαρμοστούν στο νέο περιβάλλον ; Ο χρόνος που θα σπαταληθεί για να απαντηθεί η ερώτηση αυτή μπορεί να αποβεί πιο χρήσιμος αν φροντίσουμε να εκσυγχρονίσουμε και να αναπτύξουμε τις ντόπιες ποικιλίες της πολύπαθης αυτής ηπείρου .

Σήμανση των προϊόντων που περιέχουν συστατικά από ΓΤΟ

Σήμερα στις ΗΠΑ οποιοδήποτε προϊόν που είναι ΓΤ όπως ΓΤ σόγια, ή επεξεργασμένα προϊόντα που περιέχουν συστατικά από ΓΤΟ όπως σογιέλαιο από ΓΤ σόγια, ή ψωμί με ΓΤ ζύμη, κλπ. δεν απαιτεί σήμανση .

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχει η οδηγία 49/2000 η οποία μιλάει για σήμανση όλων των προϊόντων που περιέχουν συστατικά προερχόμενα από ΓΤΟ, σε ποσοστό πάνω από 1% της συνολικής της μάζας . Όμως στην πράξη ακόμα δεν εφαρμόζεται . Η μεγαλύτερη ανησυχία του καταναλωτή είναι τα πολύ κοινά προϊόντα όπως νιφάδες καλαμποκιού, ή άλλα παρόμοια που καταναλώνονται πρακτικά από όλους στη δύση και ειδικά από παιδιά . Είναι τέτοια η κατάσταση σήμερα που ένας μεγαλοβιομηχανος παραγωγής π.χ. νιφάδων καλαμποκιού (corn flakes) δεν μπορεί να ξέρει αν η πρώτη ύλη που αγοράζει είναι ΓΤ ή όχι . Αλλά μαγαζιά προχωρούν στη σήμανση από μόνα τους για να προστατέψουν τους καταναλωτές και άλλα όχι . Παραδείγματα ΓΤ συστατικών στην καθημερινή μας ζωή ; Πάμπολλα . Να, μερικά : Ένζυμα που προέρχονται από ΓΤ βακτήρια και ΓΤ ζύμη χρησιμοποιούνται σε δεκάδες χρήσεις . Ένζυμα που διασπούν την πηκτική βελτιώνουν την ποιότητα των φρουτοχυμών που όλοι πίνουμε. Αμυλάσες χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία άρτου. Παλιά, την πυτιά που χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή του τυριού, την παίρναμε από το στομάχι των μηρυκαστικών. Σήμερα οι περισσότεροι παραγωγοί παράγουν την φέτα από ΓΤ ζύμη ή ΓΤ βακτήρια που έχουν τροποποιηθεί να παράγουν το ένζυμο του ζώου φτηνά και σε ανεξάντλητες ποσότητες .

Παραπροϊόντα ΓΤ σόγιας (π.χ. λεκιθίνη σόγιας, σογιέλαιο, κλπ.) προστίθενται σε περίπου 50% των επεξεργασμένων τροφίμων που κυκλοφορούν σήμερα, ενώ το ίδιο ποσοστό περιέχει παραπροϊόντα ΓΤ καλαμποκιού (σιρόπι, άμυλο, κλπ.) . Πρακτικά η σόγια και το καλαμπόκι που χρησιμοποιείται σήμερα παντού είναι ΓΤ και προέρχεται κύρια από τις ΗΠΑ . Δηλαδή είναι δύσκολο να τα αποφύγουμε στην καθημερινή μας διατροφή . Οι εταιρείες που χρησιμοποιούν μη ΓΤ προϊόντα βγάζουν καταλόγους, αλλά όταν ο καταναλωτής πηγαίνει να ψωνίσει δεν έχει συνήθως τον κατάλογο αυτόν.

Χρειάζεται οπωσδήποτε σήμανση των τροφίμων που περιέχουν ΓΤ συστατικά για δύο βασικούς λόγους . 1) Η σήμανση θα προστατέψει τον καταναλωτή από το βασικό του δικαίωμα : να γνωρίζει τι τρώει και να μπορεί να διαλέγει ο ίδιος . 2) Χωρίς σήμανση

δεν μπορεί να γίνει καμία προσπάθεια να ψάξει κάποιος αποτελέσματα στην υγεία από την κατανάλωση ΓΤ προϊόντων .

Προτάσεις

Το να δημιουργήσουμε νέες ποικιλίες για καλύτερες αποδόσεις ήταν η επικρατούσα άποψη για πολλά χρόνια στην αγροτική παραγωγή. Όμως ήρθαμε σε ένα σημείο που η ποσότητα ήταν πιο σημαντική από την ποιότητα. Οι ποικιλίες με τις μεγάλες αποδόσεις δεν υστερούν μόνο στη γεύση από τις παραδοσιακές αλλά και στη διατροφική αξία . Είναι κάπως ειρωνικό να ακούει κανείς τους μεγαλοπαραγωγούς τροφίμων να λένε ότι βασίζονται πια στη γενετική μηχανική για να δώσουν πίσω τη γεύση στο προϊόν, αντί να προβληματιστούν για να δουν πάλι τις παραδοσιακές καλλιέργειες (όσες έχουν μείνει) .

Εάν αναλύσουμε τη ΓΤ από πλευράς στοιχειώδους μοριακής γενετικής (όπως ήδη προσπαθήσαμε στο πρώτο κεφάλαιο) , είναι προφανές ότι η δημιουργία ΓΤ φυτών και ΓΤ ζώων είναι μια μη-ακριβής τεχνολογία με εν δυνάμει πολύ σοβαρούς κινδύνους για τον καταναλωτή ιδιαίτερα . Έτσι λοιπόν όλα τα τρόφιμα που προκύπτουν με αυτή την τεχνολογία μπορούν να λέγονται «πειραματικά» ειδικά αφού δεν υπάρχουν στοιχεία για πιθανή παρουσία νέων τοξινών και αλλεργιογόνων. Θα πρέπει οι βιοτεχνολόγοι να μην ξεχνούν τις βασικές αρχές της γενετικής λειτουργίας ή τους περιορισμούς αυτής της τεχνολογίας, ενώ προσπαθούν να πετύχουν τους επαγγελματικούς τους σκοπούς. Υπάρχει αρκετή επιστημονική πληροφορία ότι τα πράγματα μπορούν να πάνε πολύ στραβά. Επιπρόσθετα με την απουσία κάθε σήμανσης στα τρόφιμα που περιέχουν ΓΤ συστατικά το κοινό άθελά του συμμετέχει σε ένα παγκόσμιο τροφικό πείραμα, του οποίου τα αποτελέσματα θα αργήσουν να φανούν. Γιατί λοιπόν τα «πειραματικά» τρόφιμα να μην υφίστανται τις κλινικές δοκιμές τις οποίες υφίστανται όλα τα νέα φάρμακα πριν μπουν στην κατανάλωση ; Υπάρχουν οι πληροφορίες πια που μας δείχνουν ότι έχουν ωριμάσει οι συνθήκες για κάτι τέτοιο. Κλινικές δοκιμές σημαίνει 5-8 χρόνια μελέτη σε ανθρώπους εθελοντές για πιθανές παρενέργειες. Αν ήδη δεν έχετε πεισθεί για την αναγκαιότητα αυτής της πρότασης, θα πρέπει να περιμένετε να τελειώσει το παγκόσμιο τροφικό πείραμα, και τότε ίσως θα μπορέσουμε να βρούμε κοινές θέσεις .

Αν και σήμερα λίγες ΓΤ καλλιέργειες έχουν πάρει έγκριση και κυκλοφορούν , οι τάσεις δείχνουν (αν δεν συμβεί κάτι συνταρακτικό) ότι τα επόμενα 5-8 χρόνια τα περισσότερα φυτά που προορίζονται για κατανάλωση θα έχουν τροποποιηθεί με αυτή την τεχνολογία . Και δεν μιλάμε για κοινά όπως σόγια ή καλαμπόκι αλλά και για τα κοινά φρούτα και κηπευτικά όπως μήλα, φράουλες, σταφύλια, πατάτες και πολλά άλλα.

Για εκείνους από μας που δεν θέλουν να συμμετάσχουν στο παγκόσμιο τροφικό πείραμα, θα είναι πολύ δύσκολο . Η μόνη λύση διαφαίνεται να είναι η βιολογική γεωργία . Ήδη η ΓΤ σόγια και το ΓΤ καλαμπόκι έρχονται προς καλλιέργεια από τις ΗΠΑ στην Ευρώπη. Ένα μπουκκοτάζ από πλευράς καταναλωτών στα προϊόντα που περιέχουν παραπροϊόντα ΓΤ σόγιας η ΓΤ καλαμποκιού μοιάζει δύσκολο, αλλά προς το παρόν είναι η μόνη λύση .

Αξίζει να θυμηθούμε ότι δεν είμαστε τώρα μπροστά σε μια κρίση όπως η χημική ρύπανση του περιβάλλοντος ή άλλα προβλήματα όπως η επιδημία της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών . Εάν αφήσουμε να συμβεί γενετική ρύπανση στο έδαφος μας, στις καλλιέργειές μας, στα ζώα μας και στους συγγενείς οργανισμούς ίσως δεν θα είναι τόσο απλό να αφήσουμε μερικό χρόνο για να καθαριστεί το περιβάλλον όπως συνηθίζουμε να κάνουμε μέχρι τώρα. Θα κινδυνεύσουν τα παιδιά μας, ο πλανήτης ολόκληρος για χρονικό διάστημα που δεν το γνωρίζουμε. Αφού υπάρχουν πιο βιώσιμοι τρόποι και πιο ασφαλείς, αξίζει να παίρνουμε τέτοιο ρίσκο ;

Τελειώνοντας δεν μπορώ να αντισταθώ στον πειρασμό να σας θυμίσω τη φράση του Αϊνστάιν, με την οποία τελειώνω τις παραδόσεις μου στους φοιτητές μου κάθε χρονιά : Η φαντασία είναι πιο σημαντική από τη γνώση (Imagination is more important than knowledge) .

References

- Anonymous, 1998. Call for UK genetic food watchdog. Nature online service. Sept. 3.
- Baur, S. 1998. Characterized allergens causing bakers' asthma. *Allergy*, 53(6): 562-566.
- Bernstein, I.L, Bernstein, J.A., Miller, M., Tierzieva, S., Bernstein, D.I., Lumms, Z., Selgrade, M.K., Doerfler, D.L. and V.L. Seligy. 1999. Immune responses in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. *Environmental Health Perspectives*, 107(7): 575-582
- BMA (British Medical Association). 1999. The impact of genetic modification on agriculture, food and health. An interim statement. May, 1999. Board of Science and Education, British Medical Association.
- Crippa, M. and G. Pasolini. 1997. Allergic reactions due to glove-lubricant-powder in health-care workers. *International Archives of Occupational Environmental Health*, 70(6): 399-402.
- Csordas, A. 1990. On the biological role of histone acetylation. *Biochemistry Journal*, 265: 23-38.
- Doerfler, W. et al. 1997. Integration of foreign DNA and its consequences in mammalian systems. *Trends in Biotechnology*, 312:401-406.
- European Commission Services. 2000. Responses to the TACD (Trans Atlantic Consumer Dialogue) Recommendations on Food. Sept. 14, 2000.
- Ewen, S.W.B. and A. Pusztai. 1999. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galvanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *The Lancet*, 354 (9187): 1353-1354.
- Finnegan, H. and McElroy. 1994. Transgene inactivation: plants fight back! *Bio/Technology*, 12:883-888.
- Fox, J.L. 1997. Farmers say Monsanto's engineered cotton drops bolls. *Nature Biotechnology*, 15:1233.
- Harbour G.C., Garlick, R.L, Lyse, S.B., Crow, F.W., Tobins, R.H. and J.G. Hoogerheide. 1992. N⁻-acetylation can occur at lysine residues 157,167,171 and 180 of recombinant bovine somatotropin. *Techniques in Protein Chemistry III*: 487-495.
- Ho, M.W. 1998. *Genetic Engineering: Dream or Nightmare?* Gateway Books, Bath, United Kingdom.
- , Ryan, A. and J. Cummins. 1999. The cauliflower mosaic virus promoter-a recipe for disaster? *Microbial Ecology in Health and Disease*, (in press).
- Inose, T. and K. Murata. 1995. Enhanced accumulation of toxic compound in yeast cells having high glycolytic activity: A case study on the safety of genetically engineered yeast. *International Journal of Food Science and Technology*, 30:141-146.
- Jakowitsch, J., Mette, M.F., van derWinden, J., Matzke, M.A. and A.J.M. Matzke. 1999. Integrated pararetroviral sequences define a unique class of dispersed repetitive DNA in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(23): 13241-13246.

- Kuiper, H.A. et al. 1998. Food Safety Evaluation of Genetically Modified Foods as a Basis for Market Introduction. Ministry of Economic Affairs, The Hague, Netherlands.
- Lorenz, M.G. and W. Wackernagel. 1994. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbial Reviews*, 58: 563-602.
- Maturin, L. and R. Curtiss. 1977. Degradation of DNA by nucleases in intestinal tract of rats. *Science*, 196: 216-218.
- McAllan, A.B. 1982. The fate of nucleic acids in ruminants. *Progress in Nutritional Science*, 41: 309-317.
- Mercer, D.K., Scott, K.P., Bruce-Johnson, W.A., Glover, L.A. and H.J. Flint. 1999. Fate of free DNA and transformation of the oral bacterium *Streptococcus gordonii* DL1 by plasmid DNA in human saliva. *Applied and Environmental Microbiology*, 65: 6-10.
- Park, H.S., Nahm, D.H., Kirn, H.Y., Suh, C.H. and K.S. Kirn. 1998. Role of specific IgE, IgG and IgG4 antibodies to corn dust in exposed workers. *Korean Journal of Internal Medicine*, 13(2); 88-94
- Reddy, S.A. and T.L. Thomas. 1996. Expression of a cyanobacterial delta 6-desaturase gene results in gamma-linolenic acid production in transgenic plants. *Nature Biotechnology*, 14: 639-642.
- Sampson, H.A., L. Mendelson, and J.P. Rosen. 1992. Fatal and near-fatal anaphylactic reactions to food in children and adolescents. *New England J. Med.* 327: 380-384.
- Schnieke, Harbers, and Jaenisch. 1983. Embryonic lethal mutation in mice induced by retrovirus insertion into the alpha-1(I) collagen gene. *Nature*, 304: 315-320.
- Schubbert, R., Lettmann, C. and W. Doerfler. 1994. Ingested foreign (phage M13) DNA survives transiently in the gastrointestinal tract and enters the bloodstream of mice. *Molecules, Genes and Genetics*, 242:495-504.
- Spring, S. et al. 1992. Phylogenetic diversity and identification of nonculturable mangeto-tactic bacteria. *Systematics and Applied Microbiology*, 15:116-122.
- Steffan, R.J. et al. 1988. Recovery of DNA from soils and sediments. *Applied Environmental Microbiology*, 54: 2908-2915.
- Traavik, T. 1998. Too early may be too late: Ecological risks associated with the use of naked DNA as a tool for research, production and therapy. Directorate for Nature Research. Trondheim, Norway.
- Van der Krol; Lenting, and Veenstra et al. 1988. An anti-sense chalcone synthase gene in transgenic plants inhibits flower pigmentation. *Nature*, 333: 866-869.
- Violand, B.N., Schlittler, M.R., Lawson, C.Q., Kane, J.F., Siegel, N.R., Smith, C.E., Kolodziej, E.W. and K.L. Duffin. 1994. Isolation of *Escherichia coli* synthesized recombinant eukaryotic proteins that contain e-N-acetyllysine. *Protein Science*, 3:1089-1097.
- Wohlford-Lenane, C.L, Deetz, D.C. and D.A. Schwartz. 1999. Cytokine gene expression after inhalation of corn dust. *American Journal of Physiology*, 276(5 Pt. 1): L736-743.

