



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΠΩΣ ΟΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ  
ΜΕ ΤΟΥΣ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥΣ  
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΙΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΞΙΕΣ ΤΟΥΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

του  
**ΠΕΤΡΟΥ ΛΑΒΔΟΓΙΑΝΝΗ**  
(ΑΕΜ: 11919007)

**Επιβλέπων: ΣΤΕΡΙΑΝΗ ΜΑΤΣΙΩΡΗ, ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Θ.**

Βόλος, Ιούλιος - 2022



## Περίληψη

Τα τρόφιμα και οι ζωοτροφές προέρχονται συχνά από φυτά και ζώα που οι άνθρωποι καλλιεργούν και φροντίζουν εδώ και αρκετές χιλιάδες χρόνια. Με την πάροδο του χρόνου, τα πιο ελκυστικά φυτά και ζώα επιλέχθηκαν για την εκτροφή των επόμενων γενεών τροφίμων και ζωοτροφών. Αυτά τα πλεονεκτικά χαρακτηριστικά αναπτύχθηκαν ως αποτέλεσμα των φυσικά υπάρχουσων παραλλαγών στη γενετική σύνθεση των εν λόγω φυτών και ζώων. Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές βιοτεχνολογίας, γνωστές ως γονιδιακή τεχνολογία, έχει καταστεί εφικτή η επεξεργασία της γενετικής σύνθεσης ζωντανών κυττάρων και ειδών. Το γενετικό υλικό μετασχηματίζεται σκόπιμα για να του προσδώσει μια νέα ιδιότητα (π.χ. αντοχή σε ασθένειες, παράσιτα ή ξηρασία, ανοχή σε ζιζανιοκτόνα, ενίσχυση του θρεπτικού περιεχομένου ή της ποιότητας ενός προϊόντος, βελτίωση της απόδοσης). Αυτά αναφέρονται ως "γενετικά τροποποιημένα πλάσματα" (ΓΤΟ). Ο όρος "γενετικώς τροποποιημένα (ΓΤ) τρόφιμα ή ζωοτροφές" αναφέρεται σε τρόφιμα και ζωοτροφές που περιλαμβάνουν ή αποτελούνται από τέτοιους ΓΤΟ ή παρασκευάζονται από ΓΤΟ. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας γενετικά τροποποιημένων εντομοκτόνων και ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα οδήγησε σε μείωση 8,2 τοις εκατό στους ψεκασμούς φυτοφαρμάκων και 18,4 τοις εκατό μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της χρήσης ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων σε αυτές τις καλλιέργειες (όπως μετράται από τον δείκτη, το πηλίκο περιβαλλοντικών επιπτώσεων). Επιπλέον, η τεχνολογία έχει επιτρέψει σημαντικές μειώσεις στη χρήση καυσίμων και στις πρακτικές άρσης, οδηγώντας σε μεγάλη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την περιοχή καλλιέργειας ΓΤ. Αυτό ισοδυναμούσε με την εξάλειψη 16,7 εκατομμυρίων αυτοκινήτων από τους δρόμους το 2020.

## Abstract

Food and feed are often derived from plants and animals that people have cultivated and nurtured for several thousand years. Over time, the most attractive plants and animals were selected for breeding the subsequent generations of food and feed. These advantageous features developed as a result of naturally existing variants in the genetic makeup of those plants and animals. In recent years, utilizing advanced biotechnology techniques known as gene technology, it has been feasible to edit the genetic makeup of live cells and species. The genetic material is intentionally transformed to confer a new property on it (e.g., resistance to disease, pest, or drought, tolerance

to herbicides, enhancement of the nutritional content or quality of a product, improved yield). These are referred to as "genetically engineered creatures" (GMOs). The term "genetically modified (GM) food or feed" refers to foods and feed that include or are composed of such GMOs, or are manufactured from GMOs. The adoption of genetically modified insecticide and herbicide-resistant technology has led to an 8.2 percent reduction in pesticide sprays and an 18.4 percent reduction in the environmental impact of the use of herbicides and insecticides on these crops. Environmental Impact Assessment). In addition, technology has allowed significant reductions in fuel use and tillage practices, leading to a large reduction in greenhouse gas emissions from the GM growing area. That equated to examining 16.7 million cars off the road in 2020.

## Ευχαριστίες

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	9
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> .....	13
1.1 Ιστορική ανασκόπηση .....	13
1.2 Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.....	15
1.2.1 Ορισμός .....	15
1.2.2 Παραγωγή: Γενετική τροποποίηση φυτών και ζωικών ειδών .....	16
1.3 Κατηγορίες .....	24
1.4 Εφαρμογές της βιοτεχνολογίας .....	29
1.4.1 Αγροτική παραγωγή .....	29
1.4.2 Ζωικοί οργανισμοί.....	31
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> .....	32
2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ΓΤΤ.....	32
2.1.1 Πλεονεκτήματα.....	32
2.1.2 Κίνδυνοι και αντιπαραθέσεις γύρω από τη χρήση των ΓΤΟ.....	35
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> .....	39
3.1 Ανάπτυξη και εξέλιξη ΓΤΟ.....	39
3.2 Ανάπτυξη μεθόδων .....	41
3.3 Μελλοντικές προοπτικές.....	44
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> .....	45
4.1 Συνύπαρξη γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών με συμβατές και βιολογικές καλλιέργειες .....	45
4.2 Άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις των ΓΤΟ .....	47
4.2.1. Καθαρή παραγωγή.....	47
4.2.2. Κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών .....	49
4.2.3 Ροές αερίων του θερμοκηπίου .....	51
4.2.4. Αύξηση ή μείωση της βιοποικιλότητας.....	53
4.2.5. Σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ καλλιεργειών και ζιζανίων και τροφικές αλληλεπιδράσεις για την καταπολέμηση παρασίτων .....	54
4.3 Πώς αντιλαμβάνονται οι καταναλωτές τα οφέλη και τα ρίσκα των ΓΤΤ.....	56
4.3.1 Αντικειμενική και υποκειμενική γνώση των καταναλωτών.....	57
4.3.2 Γνώσεις, στάσεις και πρόθεση αγοράς των καταναλωτών.....	59

Κεφάλαιο 5° .....	60
5.1 Μεθοδολογία .....	60
5.1.1 Ερευνητικός σχεδιασμός .....	60
5.1.2. Ερευνητικό εργαλείο .....	60
5.1.3 Πληθυσμός – δείγμα.....	62
5.1.4 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων .....	62
5.1.5 Ηθικά θέματα.....	63
5.1.6 Περιορισμοί της έρευνας .....	63
Κεφάλαιο 6° .....	64
6.1 Αποτελέσματα.....	64
6.1.1 Γενικές ερωτήσεις.....	64
6.2 Ερευνητικά ερωτήματα .....	101
Συμπεράσματα .....	108
Βιβλιογραφία .....	114

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

**Γ.Τ.Φ.** : Γενετικά τροποποιημένα φυτά

**Γ.Τ.Ο.** : Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί

**Γ.Τ.Τ.** : Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα

**Γ.Τ.** : Γενετικά τροποποιημένο/η/α

**Η.Π.Α.** : Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

**Ε.Ε.** : Ευρωπαϊκή Ένωση

**B+** : Τοξίνη

**Cry 1 Ab:** Τοξίνη

**Bt:** *Bacillus thuringiensis*

**CRISPR:** clustered regularly interspaced short palindromic repeats - ομαδοποιημένες τακτικές διακεκομμένες σύντομες παλινδρομικές επαναλήψεις

**GABA:** Gamma aminobutyric acid - Γάμμα αμινοβουτυρικό οξύ

**DNA:** Δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ

**USDA:** United States Department of Agriculture - Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών

**BASF:** Badische Anilin- and Soda Fabrik

**FDA:** Food and Drug Administration - ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΩΝ



## Εισαγωγή

Οι καταναλωτές σε χώρες με μεγάλη ευημερία, όπως η Ευρώπη, η Βόρεια Αμερική και αλλού, δαπανούν περίπου το 10% του εισοδήματός τους για τρόφιμα. Οι καταναλωτές στα εύπορα έθνη είναι γενικά απαλλαγμένοι από παραδοσιακές διατροφικές ελλείψεις, ενώ η υπερκατανάλωση αποτελεί πρόβλημα για ορισμένους. Επιπλέον, οι περισσότεροι καταναλωτές σε σχετικά εύπορα έθνη έχουν πρόσβαση σε ιατρικές θεραπείες σε λογικές τιμές για την αντιμετώπιση βασικών αναγκών υγείας και η πλειοψηφία των καταναλωτών σε εύπορες χώρες έχει πρόσβαση σε προμήθεια ασφαλών και υγιεινών τροφίμων σε λογικές τιμές (Ribeiro et al., 2016).

Σε αυτά τα πλαίσια, η ιδέα ότι η βιοτεχνολογία θα μειώσει την τιμή των τροφίμων ή θα βελτιώσει τη διατροφική τους αξία δεν αποτελεί σημαντική ανησυχία. Αντίθετα, η δημόσια συζήτηση σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (ΓΤΤ) φαίνεται να έχει επικεντρωθεί στο ενδεχόμενο βλάβης του περιβάλλοντος ή της ανθρώπινης υγείας, χωρίς σαφή ορισμό του πλεονεκτήματος για τον καταναλωτή. Φυσικά, η κατάσταση είναι σημαντικά διαφορετική στα φτωχά έθνη όπου η πείνα και η κακή υγεία είναι κοινά φαινόμενα. Οι φτωχοί καταναλωτές ξοδεύουν συχνά το 70% του εισοδήματός τους σε τρόφιμα και η διατροφή τους αποτελείται κυρίως από βασικά τρόφιμα με ανεπάρκεια βιταμινών, μετάλλων και, πολύ πιθανόν, άλλων διατροφικών συστατικών που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της καλής υγείας και τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών που σχετίζονται με τη διατροφή των ενηλίκων.

Επιπλέον, οι φτωχοί λαοί γενικά δεν έχουν πρόσβαση σε κατάλληλη υγειονομική περίθαλψη λόγω των χαμηλών αποδοχών τους. Η βιοτεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους καταναλωτές στα υπανάπτυκτα έθνη με τρεις βασικούς τρόπους. Αρχικά, η βιοτεχνολογία παρέχει ένα σημαντικό νέο εργαλείο για την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών, τόσο μέσω της ταχύτερης και αποτελεσματικότερης συμβατικής αναπαραγωγής όσο και, πιο αμφιλεγόμενα, μέσω της εισαγωγής νέων γονιδίων σε είδη καλλιεργειών μέσω διαγονιδιακών μεθόδων. Αυτό περιλαμβάνει τη δυνατότητα να εισαχθούν στην παραγωγή νέες εκτάσεις με δυσμενή καλλιεργητικά περιβάλλοντα, όπως αυτές με υψηλά αλατούχα εδάφη. Δεύτερον, οι εφαρμογές φυτοφαρμάκων μπορούν να μειωθούν με την υιοθέτηση καλλιεργειών Bt (δηλαδή καλλιεργειών που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα έντομα ως αποτέλεσμα του γονιδίου *Bacillus*

thuringiensis (Bt) που παράγει μια ειδική για τα έντομα τοξίνη). Η μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων ωφελεί την υγεία των γεωργών, ενώ παράλληλα μειώνει τις τιμές των εισροών. Τρίτον, οι μεταλλαγμένες τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της περιεκτικότητας σε μικροθρεπτικά συστατικά ή/και της βιοδιαθεσιμότητας των τροφίμων που καταναλώνονται ευρέως σε υποανάπτυκτα έθνη.

Η πρώτη κατεύθυνση, η οποία επικεντρώνεται στην αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών, συνδέεται με ένα συχνά αμφισβητούμενο ερώτημα: Χρειάζεται η χρήση της βιοτεχνολογίας για τη σίτιση του κόσμου; Η απάντηση είναι πολύ υποκειμενική και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εντυπώσεις του καθενός για τις τρέχουσες συνθήκες. Οι χώρες σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν ήδη το μεγαλύτερο μέρος της διαθέσιμης καλλιεργήσιμης γης για τη γεωργία. Καθώς οι πληθυσμοί συνεχίζουν να αυξάνονται, θα χρειαστεί περισσότερη παραγωγή τροφίμων για να καλυφθούν οι μελλοντικές παγκόσμιες ανάγκες σε τρόφιμα (Ribeiro et al., 2016). Αυτό, με τη σειρά του, καθιστά αναγκαίες τις δαπάνες για τη γεωργική έρευνα με στόχο την αύξηση του δυναμικού απόδοσης των διαφόρων καλλιεργειών τροφίμων, καθώς και την παραγωγή ψαριών και ζώων. Τα δημητριακά έχουν επωφεληθεί σε μεγάλο βαθμό από τη συμβατική αναπαραγωγή κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών.

Μέσω των προσπαθειών έρευνας και επέκτασης που συνδέονται με την "Πράσινη Επανάσταση", ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής ρυζιού, σιταριού και αραβοσίτου στις αναπτυσσόμενες χώρες ξεπέρασε την αύξηση του πληθυσμού και άλλους παράγοντες που συνδέονται με την αυξημένη ζήτηση (για παράδειγμα, υψηλότερα εισοδήματα των νοικοκυριών), με αποτέλεσμα τη μείωση κατά 30-40% των προσαρμοσμένων στον πληθωρισμό τιμών ρυζιού και σιταριού μεταξύ 1970 και 1997 (Παγκόσμια Τράπεζα, 1990-1999). Η παγκόσμια προσφορά και η τιμή των σιτηρών είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μέσω του διεθνούς εμπορίου. Οι παραδοσιακές πρόοδοι στην εκτροφή στην Αυστραλία, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική συνέβαλαν επίσης στη μείωση του κόστους των δημητριακών.

Οι συνεχιζόμενες χαμηλές τιμές του σιταριού είναι αναπόφευκτες όσο χρηματοδοτείται η γεωργική έρευνα, ωστόσο μια ανησυχητική τάση είναι ότι η χρηματοδότηση της δημόσιας γεωργικής έρευνας έχει μειωθεί (Rosegrant, Paisner, Meijer, & Witcover, 2001). Συχνά υποστηρίζεται ότι υπάρχει αρκετή τροφή στον πλανήτη για να τραφούν όλοι. Με εξαίρεση

μερικές περιοχές ακραίας φτώχειας και ανακατατάξεων που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές και εμφύλιους πολέμους, αυτό ισχύει κυρίως για τα δημητριακά. Τα δημητριακά (μαζί με τις ρίζες και τους κονδύλους τους) είναι οι φθηνότερες πηγές ενέργειας για τις μειονεκτούσες κοινότητες. Η πρόσβαση σε φθηνά βασικά τρόφιμα εξαλείφει τη ρητή πείνα, όπως αυτή ορίζεται απλά από την άποψη των ενεργειακών αναγκών.

Ωστόσο, μια ποικιλία μη βασικών τροφίμων, όπως τα ζωικά και τα ιχθυηρά προϊόντα, τα φρούτα, τα όσπρια και τα λαχανικά, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε βιοδιαθέσιμες βιταμίνες και μέταλλα, ή αλλιώς μικροθρεπτικά συστατικά, καθώς και ίσως άλλα συστατικά της διατροφής που είναι σημαντικά για τη βέλτιστη υγεία και μια παραγωγική ζωή. Όπως αναλύεται λεπτομερέστερα παρακάτω, ο υποσιτισμός με μικροθρεπτικά συστατικά είναι διάχυτος στα φτωχά έθνη, επηρεάζοντας περισσότερο το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού. Αυτή η δυσχερής κατάσταση είναι σε μεγάλο βαθμό αποτέλεσμα των διατροφικά ανεπαρκών γευμάτων. Οι φτωχοποιημένοι επιθυμούν να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες μη βασικών ειδών, τα οποία είναι συχνά προσβάσιμα στις αγορές της γειτονιάς. Ωστόσο, λόγω του συνδυασμού της υψηλής τιμολόγησης και της περιορισμένης αγοραστικής δύναμης, τα εν λόγω είδη είναι απλά πολύ ακριβά για τους φτωχούς ώστε να τα καταναλώνουν σε μεγάλες ποσότητες.

Το προσαρμοσμένο στον πληθωρισμό κόστος των μη βασικών ειδών δεν έχει μειωθεί σε ορισμένες περιπτώσεις, έχει αυξηθεί κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών. Λόγω της κακής ποιότητας της διατροφής και του συνεπαγόμενου υποσιτισμού με μικροθρεπτικά συστατικά, ορισμένοι άνθρωποι, ιδίως τα παιδιά και οι μητέρες τους που έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε βιταμίνες και ανόργανα άλατα, έχουν υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας, αρρωσταίνουν συχνότερα, οι γνωστικές τους ικανότητες διακυβεύονται για το υπόλοιπο της ζωής τους και είναι λιγότερο παραγωγικά μέλη του εργατικού δυναμικού από ό,τι θα μπορούσαν να είναι. Το βιοτικό τους επίπεδο και η συλλογική οικονομική τους ανάπτυξη τίθενται σε κίνδυνο χωρίς λόγο. Για να επιδεινωθούν τα πράγματα, η ανταγωνιστική συνέργεια μεταξύ υποσιτισμού και ασθένειας οδηγεί σε διατροφικές απαιτήσεις που υπερβαίνουν εκείνες των καλά θρεπόμενων πληθυσμών (Ribeiro et al., 2016).

Η ζήτηση για μη στερεά τρόφιμα αυξάνεται ταχύτερα από τη ζήτηση για δημητριακά στις αναδυόμενες χώρες, καθώς τα ολοένα και πιο πλούσια νοικοκυριά αγοράζουν περισσότερα μη στερεά τρόφιμα από ό,τι δημητριακά, ασκώντας ανοδική πίεση στις τιμές των μη στερεών τροφίμων. Επιπλέον, η βελτίωση της παραγωγικότητας των μη βασικών τροφίμων μέσω της γεωργικής έρευνας (και συνεπώς η μείωση του κόστους) είναι πολύ πιο δαπανηρή από την αύξηση της παραγωγικότητας των βασικών τροφίμων, λόγω του πολύ μεγαλύτερου αριθμού των σχετικών μη βασικών τροφίμων. Έτσι, από αυτή την άποψη, ο πλανήτης αδυνατεί επί του παρόντος να προσφέρει επαρκή προμήθεια μη βασικών τροφίμων για ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού του, και οι πιθανότητες για βραχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη βελτίωση είναι σχετικά δυσοίωνες. Η βιοτεχνολογία παρέχει ένα ισχυρό νέο μέσο για την αύξηση της παγκόσμιας προσφοράς τροφίμων και τη μερική αποκατάσταση των συνθηκών που χαρακτηρίζονται από χαμηλή ποιότητα διατροφής (Ribeiro et al., 2016).

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Ιστορική ανασκόπηση

Η γενετική μηχανική είναι η επιστήμη της τροποποίησης του γενετικού υλικού ενός οργανισμού. Η διαγονιδιογένεση, η τεχνική μεταφοράς γονιδίων από ένα πλάσμα σε ένα άλλο, πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά μέσω της βιοτεχνολογίας το 1973 από τους Herbert Boyer και Stanley Cohen. Ήταν το αποτέλεσμα μιας σειράς τεχνολογικών εξελίξεων που επέτρεψαν τον άμεσο χειρισμό του γονιδιώματος. Η ανακάλυψη των ενζύμων περιορισμού DNA, η ικανότητα κατασκευής πλασμιδίων και η ανάπτυξη τεχνολογιών όπως η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης και η αλληλούχιση αποτέλεσαν σημαντικές εξελίξεις. Για τη μετατροπή του DNA σε έναν οργανισμό-ξενιστή χρησιμοποιήθηκαν η βιολιστική, ο ανασυνδυασμός με τη μεσολάβηση του *Agrobacterium* και η μικροέγχυση. Ο Rudolf Jaenisch δημιούργησε το πρώτο γενετικά τροποποιημένο θηλαστικό το 1974 (Kingsbury et al., 2009).

Η εμπορευματοποίηση της τεχνικής άρχισε το 1976 με την εισαγωγή γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων ικανών να παράγουν σωματοστατίνη, ενώ ακολούθησε η ινσουλίνη το 1978. Το 1983 δημιουργήθηκε το πρώτο γενετικά τροποποιημένο φυτό, όταν εισήχθη στον καπνό ένα γονίδιο ανθεκτικό στα αντιβιοτικά. Ακολουθώντας τις εξελίξεις, οι επιστήμονες μπόρεσαν να τροποποιήσουν και να προσθέσουν γονίδια σε πολλά διαφορετικά πλάσματα, προκαλώντας μια ποικιλία από διάφορες συνέπειες.

Η γενετική τροποποίηση των τροφίμων από τον άνθρωπο ξεκίνησε με την σκόπιμη επιλογή φυτών και ζώων περίπου 10.500-10.100 π.Χ. Η επιλεκτική αναπαραγωγή, κατά την οποία ζώα με επιθυμητές ιδιότητες (και συνεπώς με επιθυμητά γονίδια) χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή της επόμενης γενιάς, ενώ πλάσματα χωρίς το επιθυμητό χαρακτηριστικό δεν χρησιμοποιούνται, αποτελεί πρόδρομο της σύγχρονης έννοιας της γενετικής χειραγώγησης. Με την ανακάλυψη του DNA στις αρχές του 1900 και τις επακόλουθες εξελίξεις στη γενετική τεχνολογία μέχρι τη δεκαετία του 1970, κατέστη δυνατή η άμεση τροποποίηση του DNA και των γονιδίων που περιέχονται στο εσωτερικό των τροφίμων (Kingsbury et al., 2009).

Η πρώτη εφαρμογή γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στην παραγωγή τροφίμων έγινε το 1988, όταν η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων ενέκρινε γενετικά τροποποιημένα μικροβιακά ένζυμα. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, πολυάριθμα έθνη νομιμοποίησαν τη χρήση ανασυνδυασμένης χυμοσίνης. Παραδοσιακά, το τυρί παρασκευαζόταν με τη χρήση του ενζυμικού συμπλόκου πυτιά που λαμβανόταν από το βλεννογόνο του στομάχου των αγελάδων. Οι επιστήμονες τροποποίησαν βακτήρια ώστε να παράγουν χυμοσίνη, η οποία είναι επίσης ικανή να πήζει το γάλα, με αποκορύφωμα τον σχηματισμό τυροπήγματος (Kingsbury et al., 2009).

Η ντομάτα Flavr Savr ήταν το πρώτο γενετικά τροποποιημένο προϊόν που πιστοποιήθηκε για κυκλοφορία το 1994. Η Calgene την τροποποίησε ώστε να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής προσθέτοντας ένα γονίδιο που καθυστερούσε τη διαδικασία ωρίμανσης. Με την κυκλοφορία του ενός είδους καπνού που είναι ανθεκτικό στον ιό το 1993, η Κίνα έγινε η πρώτη χώρα που έφερε στην αγορά μια μεταλλαγμένη καλλιέργεια. Η καλλιέργεια της πατάτας *Bacillus thuringiensis* (Bt) επετράπη το 1995, καθιστώντας την, την πρώτη καλλιέργεια που παράγει φυτοφάρμακα και εγκρίθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες. Πρόσθετες γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες που εγκρίθηκαν για εμπορική διάθεση το 1995 περιλάμβαναν το canola με αλλαγμένη σύνθεση ελαίου, αραβόσιτο/καλαμπόκι Bt, βαμβάκι ανθεκτικό στο ζιζανιοκτόνο bromoxynil, βαμβάκι Bt, σόγια ανθεκτική στη γλυφοσάτη, κολοκύθι ανθεκτικό στον ιό και μια άλλη ντομάτα καθυστερημένης ωρίμανσης (Weiss et al, 2012).

Το 2000, οι επιστήμονες δημιούργησαν το χρυσό ρύζι, την πρώτη φορά που τα τρόφιμα τροποποιήθηκαν γενετικά για να βελτιώσουν το θρεπτικό τους περιεχόμενο.

Μέχρι το 2010, 29 κράτη είχαν διαθέσει στην αγορά βιοτεχνολογικές καλλιέργειες και άλλα 31 είχαν λάβει ρυθμιστική άδεια για την εισαγωγή μεταλλαγμένων καλλιεργειών. Το 2011, οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, με είκοσι πέντε γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες να λαμβάνουν ρυθμιστική έγκριση. Το 2015, οι γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες αντιπροσώπευαν το 92% του αραβοσίτου, το 94% της σόγιας και το 94% του βαμβακιού που παρήχθησαν στις Ηνωμένες Πολιτείες (Weiss et al, 2012).

Το 2015, ο σολομός AquAdvantage έγινε το πρώτο γενετικά τροποποιημένο ζώο που εγκρίθηκε για κατανάλωση ως τρόφιμο. Τα ψάρια τροποποιήθηκαν με ένα γονίδιο που ρυθμίζει την

αυξητική ορμόνη από έναν σολομό Τσινουκ του Ειρηνικού και έναν προωθητή από έναν ωκεάνιο σφυρί (*Zoarcetes americanus*). , επιτρέποντάς τους να αναπτύσσονται όλο το χρόνο αντί μόνο την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Οι πιο εκτεταμένα φυτευμένοι ΓΤΟ έχουν κατασκευαστεί ώστε να είναι ανθεκτικοί στα ζιζανιοκτόνα. Η χρήση ζιζανιοκτόνων ασκεί σημαντική πίεση επιλογής στα επεξεργασμένα ζιζάνια για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα. Η ευρεία χρήση της γλυφοσάτης για τη διαχείριση των ζιζανίων είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο φυτοφάρμακο από πολλά είδη ζιζανίων, όπως ο αμάραντος Palmer.

Στην Ιαπωνία, τα πρώτα επεξεργασμένα τρόφιμα με CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) έγιναν διαθέσιμα στην αγορά το 2021. Οι ντομάτες έχουν τροποποιηθεί γενετικά ώστε να παράγουν περίπου πέντε φορές την τυπική ποσότητα του δυνητικά χαλαρωτικού GABA (γ- αμινο βουτυρικό οξύ) . Το CRISPR χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 2014 σε ντομάτες. Λίγο αργότερα, τα πρώτα επεξεργασμένα με CRISPR θαλάσσια ζώα/θαλασσινά τρόφιμα και ένα δεύτερο σετ επεξεργασμένων με CRISPR τροφίμων διατέθηκαν στο κοινό στην Ιαπωνία: δύο ψάρια, το ένα εκ των οποίων αναπτύσσεται σε διπλάσιο μέγεθος από τα φυσικά δείγματα λόγω της διακοπής της λεπτίνης, της ορμόνης που ρυθμίζει την όρεξη, και το άλλο εκ των οποίων αναπτύσσεται σε 1,2 του φυσικού μέσου μεγέθους με την ίδια ποσότητα τροφής λόγω της απενεργοποίησης της μυοστατίνης, του αναστολέα της μυϊκής ανάπτυξης (Weiss et al, 2012).

## 1.2 Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

### 1.2.1 Ορισμός

Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι εκείνα που προέρχονται από πλάσματα των οποίων το γενετικό υλικό (DNA) έχει τροποποιηθεί με τρόπο που δεν συμβαίνει φυσιολογικά, όπως με την εισαγωγή γονιδίου από άλλο είδος. Συχνά αναφέρεται ως "σύγχρονη βιοτεχνολογία" ή "γονιδιακή τεχνολογία", ενώ η τεχνική αναφέρεται μερικές φορές ως "τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA" ή "γενετική μηχανική". Ενώ η πλειονότητα των επί του παρόντος

διαθέσιμων ΓΤ γευμάτων παράγεται από φυτά, στο μέλλον αναμένεται να εισαχθούν τρόφιμα που παράγονται από ΓΤ μικρόβια ή ΓΤ ζώα. Η πλειονότητα των σημερινών γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών δημιουργήθηκε για την ενίσχυση της παραγωγής με την εισαγωγή ανθεκτικότητας στις ασθένειες των φυτών ή την αύξηση της ανοχής στα ζιζανιοκτόνα. Επιπλέον, οι ΓΤ καλλιέργειες μπορούν να επιτρέψουν τη μείωση των τιμών των τροφίμων με την αύξηση των αποδόσεων και της αξιοπιστίας.

### 1.2.2 Παραγωγή: Γενετική τροποποίηση φυτών και ζωικών ειδών

Η γενετική τροποποίηση (ΓΤ) είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την προσθήκη DNA στο γονιδίωμα ενός οργανισμού. Για να δημιουργηθεί ένα γενετικά τροποποιημένο φυτό, εισάγεται νέο DNA στα φυτικά κύτταρα. Συνήθως, τα κύτταρα καλλιεργούνται στη συνέχεια σε καλλιέργεια ιστών για να γίνουν φυτά. Οι σπόροι αυτών των φυτών θα κληρονομήσουν το νέο DNA.

Όλα τα έμβια είδη έχουν χαρακτηριστικά που υπαγορεύονται από τη γενετική τους σύνθεση και την αλληλεπίδρασή της με το περιβάλλον τους. Η γενετική σύνθεση ενός οργανισμού καθορίζεται από το γονιδιόματά του, το οποίο αποτελείται από DNA σε όλα τα φυτά και τα ζώα. Το γονιδίωμα περιλαμβάνει γονίδια, τα οποία είναι τμήματα του DNA που συνήθως παρέχουν τις οδηγίες για τη σύνθεση πρωτεϊνών. Αυτές οι πρωτεΐνες είναι υπεύθυνες για τις ιδιότητες του φυτού. Για παράδειγμα, το χρώμα των λουλουδιών διέπεται από γονίδια που κωδικοποιούν οδηγίες για την παραγωγή πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για την παραγωγή των χρωστικών ουσιών που δίνουν στα πέταλα το χρώμα τους (Kim et al., 2014).

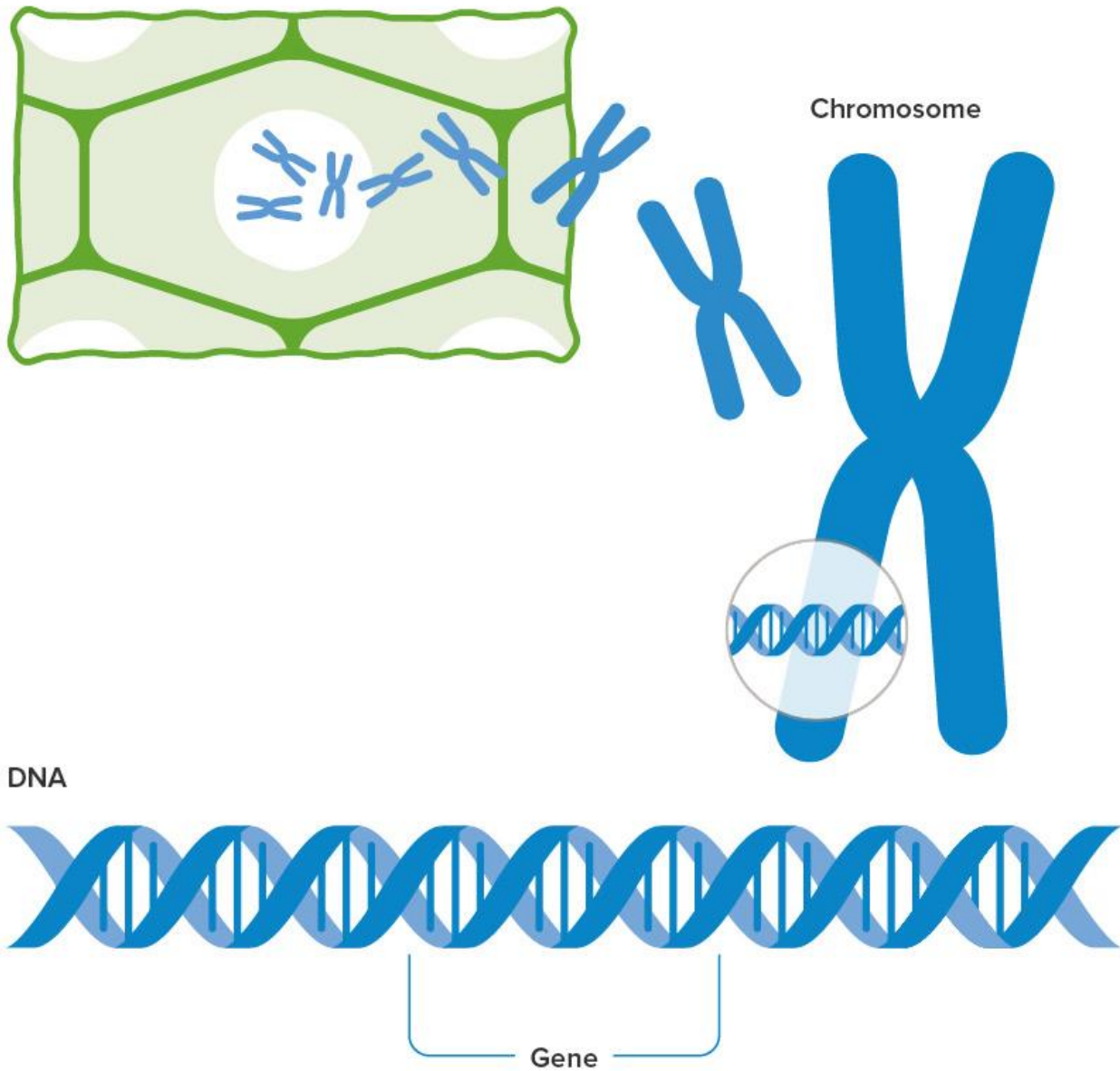
Η γενετική τροποποίηση των φυτών είναι η εισαγωγή μιας συγκεκριμένης αλληλουχίας DNA στο γονιδίωμα του φυτού, που προσδίδει νέες ή τροποποιημένες ιδιότητες στο φυτό. Αυτό μπορεί να αφορά την αλλαγή του προτύπου ανάπτυξης του φυτού ή την ανθεκτικότητά του σε μια συγκεκριμένη ασθένεια. Το πρόσθετο DNA ενσωματώνεται στο γονιδίωμα του ΓΤ φυτού, το οποίο μεταφέρεται μέσω των σπόρων που παράγονται από αυτά τα φυτά.



**FIGURE 1** The relationship between DNA, genes, chromosomes, genomes and cells

## Cell

Cell nucleus containing genome packaged in chromosomes.

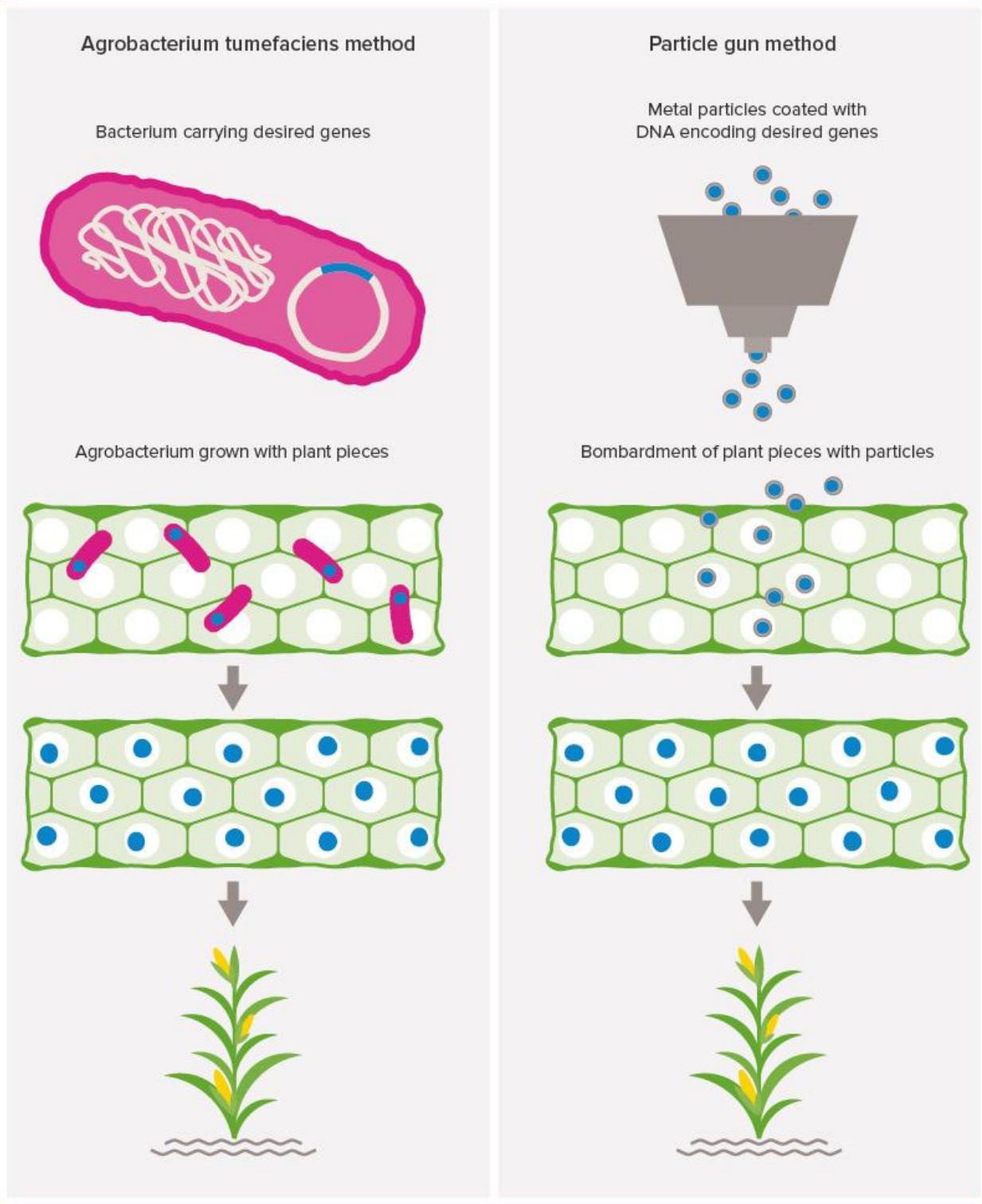


Εικόνα 1 Η σχέση μεταξύ DNA, γονιδίου, χρωμοσωμάτων και κυττάρων. (πηγή: ΠΟΥ – who.com)

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός γενετικά τροποποιημένου φυτού είναι η μεταφορά DNA σε ένα φυτικό κύτταρο. Μια τεχνική για τη μεταφορά του DNA είναι η επικάλυψη μικροσκοπικών μεταλλικών σωματιδίων με το επιθυμητό τμήμα DNA και στη συνέχεια η εκτόξευση των σωματιδίων σε φυτικά κύτταρα. Μια άλλη δυνατότητα είναι να χρησιμοποιηθεί ένα βακτήριο ή ένας ιός. Πολλοί ιοί και βακτήρια μεταφέρουν το DNA τους σε κύτταρα ξενιστές ως μέρος του συνήθους κύκλου ζωής τους. Το *Agrobacterium tumefaciens* είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο βακτήριο για γενετικά τροποποιημένα φυτά. Το επιθυμητό γονίδιο εισάγεται στο βακτήριο και τα βακτηριακά κύτταρα μεταδίδουν στη συνέχεια το νέο DNA στο γονιδίωμα του φυτικού κυττάρου. Μετά την επιτυχή απορρόφηση του DNA, τα φυτικά κύτταρα αναπτύσσονται για να σχηματίσουν ένα νέο φυτό. Αυτό είναι εφικτό λόγω της αξιοσημείωτης δύναμης των μεμονωμένων φυτικών κυττάρων να παράγουν πλήρη φυτά. Σε σπάνιες περιπτώσεις, η διαδικασία μεταφοράς του DNA μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια ανθρώπου. Για παράδειγμα, το γονιδίωμα της γλυκοπατάτας περιέχει αλληλουχίες DNA που μεταδόθηκαν πριν από χιλιάδες χρόνια από βακτήρια *Agrobacterium* (Scott et al., 2016).

Υπάρχουν πρόσθετες μέθοδοι για την τροποποίηση του γονιδιώματος των καλλιεργειών, μερικές από τις οποίες είναι καθιερωμένες, όπως η μεταλλακτική αναπαραγωγή, και άλλες που είναι σχετικά νέες, όπως η επεξεργασία γονιδιώματος, αλλά για τους σκοπούς αυτής της ερώτησης και απάντησης, θα επικεντρωθούμε στη ΓΤ, όπως αυτή ορίζεται σήμερα για ρυθμιστικούς σκοπούς στην Ευρώπη.

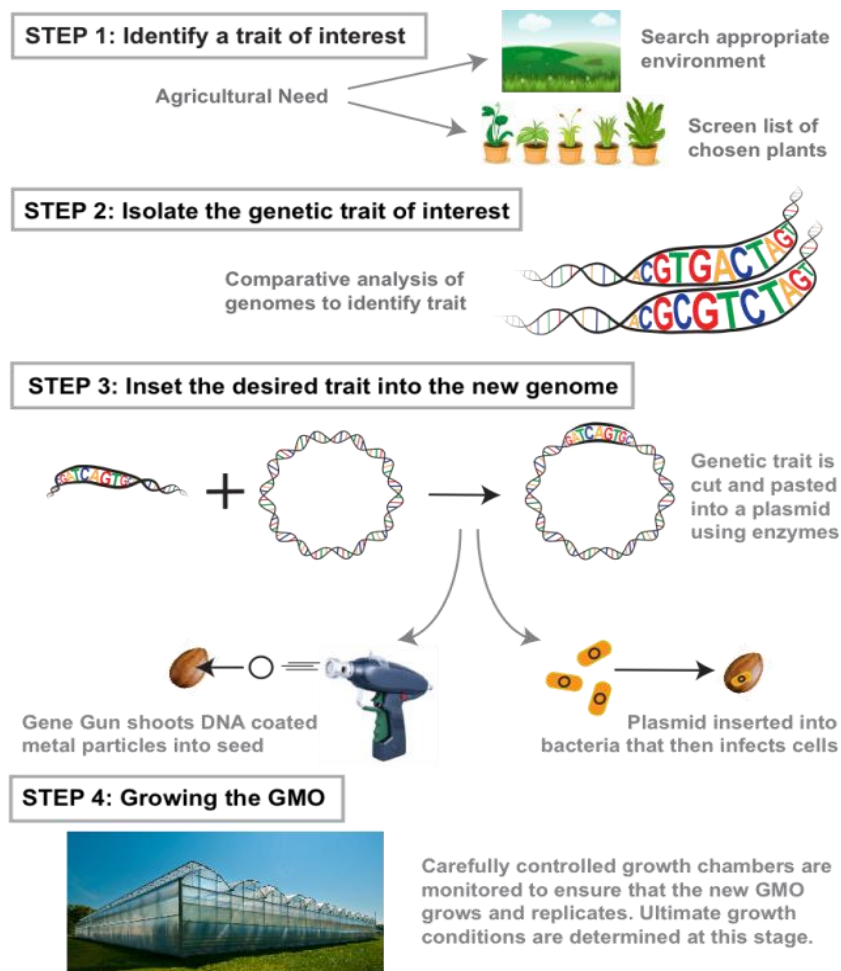
FIGURE 2 DNA transfer procedures



Εικόνα 2 Διαδικασία μεταφοράς DNA (πηγή: ΠΟΥ – who.com)

### 1.2.3 Δημιουργία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών

Η γενετική μηχανική είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται συχνά στη βιολογική έρευνα. Τροποποιημένα ποντίκια χρησιμοποιούνται στη βιοϊατρική έρευνα, τροποποιημένοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία φαρμακευτικών προϊόντων, όπως η ινσουλίνη, και τροποποιημένες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Όλα αυτά τα προϊόντα γενετικής μηχανικής κατασκευάστηκαν με τη χρήση των ίδιων βασικών βημάτων: επιλογή μιας επιθυμητής ιδιότητας, εξαγωγή αυτού του χαρακτηριστικού, εισαγωγή του στο γονιδίωμα ενός επιλεγμένου οργανισμού και, τέλος, παραγωγή του τροποποιημένου πλάσματος. Οι διαδικασίες αυτές αναλύονται παρακάτω, χρησιμοποιώντας παραδείγματα από τη Monsanto, της οποίας η τεχνολογία είναι δημόσια διαθέσιμη (Kim et al., 2014).



Εικόνα 3 Βήματα παραγωγής ΓΤΟ (πηγή: ΠΟΥ – who.com)

## **Βήμα 1: Προσδιορισμός ενός επιθυμητού χαρακτηριστικού**

Για να ανακαλύψουν ένα επιθυμητό νέο χαρακτηριστικό, οι επιστήμονες καταφεύγουν συχνά στη φύση. Ο επιτυχής εντοπισμός ενός νέου γενετικού χαρακτηριστικού ενδιαφέροντος απαιτεί συχνά ένα μείγμα κριτικής σκέψης και καλής τύχης. Για παράδειγμα, αν οι ερευνητές αναζητούν ένα χαρακτηριστικό που θα επιτρέψει σε μια καλλιέργεια να ευδοκιμήσει σε μια συγκεκριμένη περιοχή, θα κυνηγήσουν πλάσματα που το κάνουν αυτό με φυσικό τρόπο. Εναλλακτικά, αν οι ερευνητές προσπαθούν να αυξήσουν τη θρεπτική αξία μιας καλλιέργειας, μπορεί να ελέγξουν έναν κατάλογο φυτών για την παρουσία ενός θρεπτικού συστατικού που τους ενδιαφέρει.

Ένα χαρακτηριστικό που συναντάται σήμερα στους ΓΤΟ ως αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού τύχης και αναλυτικής σκέψης είναι η ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο Roundup. Η Monsanto ανέπτυξε τα φυτά "Roundup Ready" μετά την ανακάλυψη βακτηρίων που περιείχαν ένα γονίδιο που τους επέτρεπε να ευδοκίμουν κοντά στο ζιζανιοκτόνο κοντά σε μια παραγωγή Roundup. Αν και δεν είναι εμπορικά διαθέσιμο στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Syngenta έχει τροποποιήσει το Golden Rice ώστε να έχει υψηλότερη συγκέντρωση προ-βιταμίνης A, την οποία το ανθρώπινο σώμα μπορεί να μετατρέψει σε βιταμίνη A. Οι ερευνητές της Syngenta βρήκαν την αλληλουχία του γονιδίου που είναι υπεύθυνη για την παραγωγή της προ-βιταμίνης A και ανέπτυξαν έναν κατάλογο φυτών για να δοκιμάσουν τη χρήση αυτής της αλληλουχίας. Με λίγη τύχη, ένα φυσικό φυτό, ο αραβόσιτος, διέθετε ένα γονίδιο που επέτρεπε στο Χρυσό Ρύζι να παράγει προβιταμίνη A σε επίπεδο επαρκές για να καλύψει τις διατροφικές απαιτήσεις των ανθρώπων με έλλειψη βιταμίνης A (Scott et al., 2016).

## **Βήμα 2: Απομόνωση του επιθυμητού γενετικού χαρακτηριστικού**

Η συγκριτική ανάλυση χρησιμοποιείται για να αποκρυπτογραφήσει ποια περιοχή του γονιδιωματικού κώδικα ενός οργανισμού κωδικοποιεί το επιθυμητό χαρακτηριστικό. Εξετάζονται τα γονιδιώματα φυτών με και χωρίς το χαρακτηριστικό, προκειμένου να βρεθούν γονίδια που υπάρχουν αποκλειστικά στα πρώτα. Η σύγκριση των γονιδιωμάτων διαφορετικών ειδών που μοιράζονται ένα χαρακτηριστικό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ενός γονιδίου, όπως έγινε κατά την παραγωγή του χρυσού ρυζιού. Εάν δεν υπάρχει γενετική βάση δεδομένων για σύγκριση, οι επιστήμονες θα καταστρέψουν σκόπιμα ή θα "χτυπήσουν"

τμήματα του γονιδιώματος που τους ενδιαφέρει μέχρι να εξαφανιστεί το επιθυμητό χαρακτηριστικό, ανακαλύπτοντας έτσι τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για το χαρακτηριστικό (Kim et al., 2014).

Η Monsanto έχει εφεύρει και κατοχυρώσει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια τεχνολογία γνωστή ως chipping σπόρων για την επιτάχυνση αυτής της διαδικασίας. Η Monsanto χρησιμοποιεί αυτή την προσέγγιση για να ξυρίσει τμήματα σπόρων για γενετική αλληλουχία υψηλής απόδοσης, διατηρώντας παράλληλα τη βιωσιμότητα των υπόλοιπων σπόρων για φύτευση. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μια γενετική βάση δεδομένων για τα φυτά πριν από την ανάπτυξή τους, χρησιμοποιώντας μια τεχνολογία γραμμωτού κώδικα για τη συσχέτιση των φυτών με τους γονότυπους τους. Οι ερευνητές μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες για να ανακαλύψουν νέες ιδιότητες ενδιαφέροντος και να μεγιστοποιήσουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά σε μια καλλιέργεια επιλέγοντας τους καλύτερους γονότυπους με βάση τους φαινότυπους των φυτών.

### **Βήμα 3: Δημιουργία ενός νέου γονιδιώματος με το επιθυμητό γενετικό χαρακτηριστικό.**

Λόγω της άκαμπτης δομής των σπόρων των φυτών, είναι δύσκολο να τροποποιηθούν τα γονιδιώματά τους. Πολυάριθμες επιχειρήσεις βιοτεχνολογίας χρησιμοποιούν "γονιδιακά όπλα", τα οποία χρησιμοποιούν μια γόμωση διαμετρήματος 22 για να πυροδοτήσουν μεταλλικά σωματίδια φορτωμένα με DNA στον φυτικό ιστό. Η Monsanto δεν χρησιμοποιεί πλέον γονιδιακά όπλα, αλλά βασίζεται σε ένα μικρόβιο που ονομάζεται *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο εισβάλλει φυσικά στους σπόρους και τροποποιεί τα γονιδιώματα των φυτών εισάγοντας τμήματα του δικού του DNA στο γονιδίωμα του φυτού.

Η γενετική μηχανική των βακτηρίων για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης είναι μια συχνή τεχνική στην έρευνα της βιοτεχνολογίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την κοπή και επικόλληση μιας επιθυμητής αλυσίδας DNA σε ένα πλασμίδιο, ένα μικροσκοπικό κυκλικό μόριο DNA. Στη συνέχεια, τα βακτήρια σοκάρονται με θερμότητα ή ηλεκτρισμό για να εξασφαλιστεί ότι το τροποποιημένο πλασμίδιο γίνεται αποδεκτό από τα κύτταρα. Χειριζόμενοι το *A. tumefaciens*, το οποίο είναι ευκολότερο να τροποποιηθεί από τους ίδιους τους σπόρους των φυτών, οι ερευνητές μπορούν να αξιοποιήσουν την εγγενή επεμβατική δραστηριότητα των βακτηρίων ως δούρειο

ίπο για την εισαγωγή επιθυμητών χαρακτηριστικών στο DNA μιας καλλιέργειας (Kim et al., 2014).

#### **Βήμα 4: Καλλιέργεια ΓΤΟ**

Μετά την επιτυχή ενσωμάτωση ενός γενετικού χαρακτηριστικού στο γονιδίωμα ενός οργανισμού, ο τροποποιημένος οργανισμός πρέπει να είναι ικανός να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί με το νέο τροποποιημένο γονιδίωμά του. Αρχικά, οι γονότυποι των οργανισμών πρέπει να επαληθευτούν για να διασφαλιστεί ότι οι ερευνητές πολλαπλασιάζουν μόνο είδη με κατάλληλα αλλαγμένο γονιδίωμα.

Οι εταιρείες βιοτεχνολογίας καταβάλλουν σημαντικά ποσά για τη συντήρηση και τον πολλαπλασιασμό αυτών των φυτών μετά την επιτυχή ανάπτυξή τους. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν κλιματικά ελεγχόμενους θαλάμους ανάπτυξης και οι βιολόγοι επιθεωρούν συχνά τα φυτά με το χέρι για να διασφαλίσουν ότι αναπτύσσονται κανονικά.

Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, οι επιχειρήσεις βιοτεχνολογίας θα χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένα μηχανήματα, όπως ο φυτευτής GenV της Monsanto, για να παρακολουθούν τα φυτά και να καθορίζουν τις ιδανικές συνθήκες φύτευσης και ανάπτυξης για μέγιστη συγκομιδή. Οι ΓΤΟ σπόροι συχνά περιλαμβάνουν οδηγίες για την απόσταση και τη διατροφή ως συνέπεια αυτών των πειραμάτων (Kim et al., 2014).

## 1.3 Κατηγορίες

### Καλλιέργειες

Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες (ΓΤ καλλιέργειες) είναι φυτά που έχουν μετατραπεί γενετικά για γεωργικούς σκοπούς. Οι πρώτες καλλιέργειες που δημιουργήθηκαν ήταν για ζωική ή ανθρώπινη χρήση και προσέφεραν ανθεκτικότητα σε ορισμένα παράσιτα, ασθένειες, περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλοιώσεις ή χημικές επεξεργασίες (π.χ. ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνο). Οι καλλιέργειες της δεύτερης γενιάς επεδίωκαν να αυξήσουν την ποιότητα, συχνά τροποποιώντας το διατροφικό προφίλ. Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες τρίτης γενιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μη διατροφικούς σκοπούς, όπως η παραγωγή φαρμακευτικών παραγόντων, βιοκαυσίμων και άλλων βιομηχανικά χρήσιμων προϊόντων, καθώς και η βιοεξυγίανση (Devos et al., 2014). Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες έχουν αναπτυχθεί για την αύξηση των συγκομιδών με τη μείωση της χρήσης εντομοκτόνων, την αύξηση της θρεπτικής αξίας και την ανοχή στις αβιοτικές καταπονήσεις. Από το 2018, οι εμπορικές καλλιέργειες αποτελούνται κυρίως από καλλιέργειες, όπως το βαμβάκι, η σόγια, ο αραβόσιτος/καλαμπόκι και η canola, με τη μεγάλη πλειονότητα των εισαγόμενων χαρακτηριστικών να προσδίδουν ανοχή στα ζιζανιοκτόνα ή ανθεκτικότητα στα έντομα.

Η πλειονότητα των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών έχει κατασκευαστεί ώστε να είναι ανθεκτικές σε συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα, συνήθως αυτά που περιέχουν γλυφοσάτη ή γλουφοσινάτη. Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες που έχουν αναπτυχθεί για να αντέχουν στα ζιζανιοκτόνα είναι πλέον πιο εύκολα προσβάσιμες από τους ανθεκτικούς τύπους που καλλιεργούνται με φυσικό τρόπο. Η πλειονότητα των γονιδίων που είναι σήμερα διαθέσιμα για τη γενετική μηχανική προέρχεται από το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (Bt) το οποίο κωδικοποιεί ενδοτοξίνες δέλτα (Devos et al., 2014).

Οι αγρότες έχουν αγκαλιάσει τις ΓΤ καλλιέργειες με ιλιγγιώδεις ρυθμούς- μεταξύ 1996 και 2013 καθώς η συνολική έκταση της γης που φυτεύτηκε με ΓΤ καλλιέργειες επεκτάθηκε κατά 100 φορές. Αν και η κατανομή ήταν άνιση γεωγραφικά, με ταχεία επέκταση στην Αμερική και σε τμήματα της Ασίας και μικρότερη στην Ευρώπη και την Αφρική, το 2013 μόλις το 10% της παγκόσμιας γεωργικής γης ήταν ΓΤ, με τις ΗΠΑ, τον Καναδά, τη Βραζιλία και την Αργεντινή



να αντιπροσωπεύουν το 90% αυτού του ποσοστού. Έχει εξαπλωθεί πιο ομοιόμορφα κοινωνικοοικονομικά, με περίπου το 54% των παγκόσμιων ΓΤ καλλιεργειών να φυτεύονται σε υπανάπτυκτες χώρες το 2013. Αν και ορισμένοι έχουν εκφράσει επιφυλάξεις, η πλειονότητα των μελετών έχει δείξει ότι η φύτευση ΓΤ καλλιεργειών ωφελεί τους αγρότες μειώνοντας τη χρήση φυτοφαρμάκων και αυξάνοντας τη φυτική παραγωγή και το κέρδος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων (Devos et al., 2014).

### **Λαχανικά και φρούτα**

Πολύ πριν οι άνθρωποι αρχίσουν να πειραματίζονται με μεταλλαγμένα, η γλυκοπατάτα εξελίχθηκε αυθόρμητα πριν από 8000 χρόνια μέσω της ενσωμάτωσης γονιδίων προερχόμενων από βακτήρια που αύξησαν την περιεκτικότητά της σε σάκχαρα. Οι Kyndt κ.ά. (2015) ανακάλυψαν ότι το DNA από το *Agrobacterium tumefaciens* από αυτό το φυσικό μεταλλαγμένο γεγονός εξακολουθεί να υπάρχει στο γονιδίωμα της καλλιέργειας σήμερα.

Το φυτό παπάγια έχει τροποποιηθεί γενετικά ώστε να είναι ανθεκτικό στον ιό της δακτυλιωτής κηλίδας (PSRV). Το "SunUp" είναι μια διαγονιδιακή ερυθρόσαρκτη ποικιλία παπάγιας Sunset ομοζυγωτική για το γονίδιο της πρωτεΐνης του περιβλήματος PRSV- το "Rainbow" είναι ένα κιτρινόσαρκο υβρίδιο F1 που δημιουργήθηκε από το ζευγάρι του "SunUp" με το μη διαγονιδιακό κιτρινόσαρκο "Καροho". Η γενετικά τροποποιημένη ποικιλία εγκρίθηκε το 1998 και μέχρι το 2010, η γενετική μηχανική χρησιμοποιήθηκε για τη γενετική επεξεργασία του 80% της παπάγιας της Χαβάης. Σύμφωνα με τους New York Times, "χωρίς αυτήν, η βιομηχανία παπάγιας της πολιτείας θα είχε χαθεί". Στην Κίνα, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο της Νότιας Κίνας δημιούργησε μια μεταλλαγμένη παπάγια ανθεκτική στον PRSV, η οποία έλαβε άδεια για εμπορική φύτευση το 2006- μέχρι το 2012, το 95% της παπάγιας που καλλιεργείται στην επαρχία Γκουανγκντόνγκ και το 40% της παπάγιας που καλλιεργείται στην επαρχία Χαϊνάν ήταν γενετικά τροποποιημένη. Στο Χονγκ Κονγκ, όπου απαγορεύεται η καλλιέργεια και η απελευθέρωση όλων των τύπων γενετικά τροποποιημένης παπάγιας, πάνω από το 80% των καλλιεργούμενων και εισαγόμενων παπάγιας ήταν μεταλλαγμένες (Devos et al., 2014).

Η πατάτα New Leaf είναι ένα γενετικά τροποποιημένο προϊόν που δημιουργήθηκε με τη χρήση του *Bacillus thuringiensis* (Bt) για να παρέχει προστασία εντός του φυτού από το σκαθάρι της

πατάτας Κολοράντο, που καταστρέφει τις αποδόσεις. Η Monsanto δημιούργησε την πατάτα New Leaf για τις επιχειρήσεις fast food στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Ακυρώθηκε το 2001 λόγω της απόρριψης από τους λιανοπωλητές και των ζητημάτων εξαγωγής για τους παραγωγούς τροφίμων. Η BASF υπέβαλε αίτηση στην Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων το 2011 για την έγκριση της καλλιέργειας και εμπορίας της πατάτας Fortuna για χρήση σε ζωοτροφές και τρόφιμα. Η πατάτα έγινε ανθεκτική στην όσιμη πανώλη με την ενσωμάτωση των γονιδίων ανθεκτικότητας blb1 και blb2 από τη μεξικανική άγρια πατάτα *Solanum bulbocastanum*. Η BASF απέσυρε την αίτησή της τον Φεβρουάριο του 2013. Το USDA ενέκρινε μια γενετικά τροποποιημένη πατάτα που δημιουργήθηκε από την J. R. Simplot Company το 2014, επειδή περιείχε 10 γενετικές τροποποιήσεις που μείωναν το μώλωπα και παρήγαγαν λιγότερο ακρυλαμίδιο όταν τηγανίζονταν. Αντί να προσθέτουν νέες πρωτεΐνες, οι τροποποιήσεις διαγράφουν ορισμένες πρωτεΐνες από τις πατάτες με τη χρήση παρεμβολής RNA.

Το USDA ενέκρινε την εισαγωγή ενός γενετικά τροποποιημένου ανανά που έχει ροζ απόχρωση και "υπερεκφράζει" ένα γονίδιο που προέρχεται από μανταρίνια, ενώ καταστέλλει άλλα γονίδια, ενισχύοντας έτσι τη σύνθεση λυκοπενίου. Ο κύκλος άνθησης του φυτού τροποποιήθηκε για να προωθηθεί μια πιο σταθερή ανάπτυξη και ποιότητα. Σύμφωνα με το USDA, ο καρπός "δεν έχει τη δυνατότητα να εξαπλωθεί ή να παραμείνει στο περιβάλλον μετά τη συγκομιδή". Σύμφωνα με την υποβολή της Del Monte, ο ανανάς παράγεται εμπορικά σε περιβάλλον "μονοκαλλιέργειας" που εμποδίζει τον σχηματισμό σπόρων εκθέτοντας τα άνθη του φυτού σε πηγές γύρης συμβατές με το φυτό. Η εισαγωγή στη Χαβάη απαγορεύεται για λόγους "υγιεινής των φυτών". Η Del Monte άρχισε να πωλεί ροζ ανανάδες τον Οκτώβριο του 2020 με την εμπορική ονομασία "Pinkglow".

Τα αρκτικά μήλα πιστοποιήθηκαν για πώληση στις Ηνωμένες Πολιτείες από το USDA τον Φεβρουάριο του 2015, καθιστώντας τα το πρώτο γενετικά τροποποιημένο μήλο που επιτρέπεται να πωληθεί στη χώρα. Η αποσιώπηση των γονιδίων χρησιμοποιείται για την αναστολή της έκφρασης της οξειδάσης της πολυφαινόλης (PPO), εμποδίζοντας έτσι το μαύρισμα του καρπού (Devos et al., 2014).

## **Αραβόσιτος/καλαμπόκι**

Ο αραβόσιτος/καλαμπόκι που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τροφίμων και αιθανόλης έχει τροποποιηθεί γενετικά ώστε να είναι ανθεκτικός σε διάφορα ζιζανιοκτόνα και να εκφράζει μια πρωτεΐνη *Bacillus thuringiensis* (Bt) που σκοτώνει συγκεκριμένα έντομα. Το 2010, σχεδόν το 90% του αραβόσιτου που καλλιεργείται στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν γενετικά τροποποιημένο (Devos et al., 2014). Το 2015, το 81% των εκτάσεων αραβόσιτου στις Ηνωμένες Πολιτείες διέθετε το χαρακτηριστικό Bt, ενώ το 89% διέθετε το χαρακτηριστικό ανθεκτικό στη γλυφοσάτη. Το καλαμπόκι μπορεί να επεξεργαστεί σε κόκκους ή αλεύρι και να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή τηγανίτες, μάφινς, ντόνατς, αρτοσκευάσματα και ζυμαρικά, καθώς και βρεφικά γεύματα, προϊόντα κρέατος, δημητριακά και ορισμένα ζυμωμένα προϊόντα. Το αλεύρι μάζα και η ζύμη μάζα από αραβόσιτο χρησιμοποιούνται για την παρασκευή κελυφών τάκο, τσιπς καλαμποκιού και τортίγιας.

## **Σόγια**

Το 2014, η σόγια αντιπροσώπευε περισσότερο από το ήμισυ όλων των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών που καλλιεργήθηκαν. Σόγια που έχουν τροποποιηθεί γενετικά ώστε να αντέχουν στα ζιζανιοκτόνα και να παράγουν καλύτερα έλαια. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το 94% των εκτάσεων σόγιας ήταν γενετικά τροποποιημένες ώστε να είναι ανθεκτικές στη γλυφοσάτη το 2015.

## **Ρύζι**

Το χρυσό ρύζι είναι η πιο γνωστή γενετικά τροποποιημένη καλλιέργεια, σκοπός της οποίας είναι η ενίσχυση του θρεπτικού περιεχομένου. Διαθέτει τρία γονίδια που βιοσυνθέτουν το β-καροτένιο, πρόδρομο της βιταμίνης A, στα βρώσιμα τμήματα του ρυζιού. Στόχος της είναι η ανάπτυξη ενός εμπλουτισμένου τροφίμου που μπορεί να καλλιεργηθεί και να καταναλωθεί σε μέρη με έλλειψη της διατροφικής βιταμίνης A, η οποία αναμένεται να σκοτώνει 670.000 παιδιά κάτω των πέντε ετών κάθε χρόνο και να προκαλεί επιπλέον 500.000 περιπτώσεις μόνιμης νεανικής τύφλωσης. Το αρχικό χρυσό ρύζι είχε 1,6 γραμμάρια καροτενοειδών ανά γραμμάριο, αλλά η μετέπειτα εξέλιξη αύξησε το ποσοστό αυτό κατά 23 φορές. Έλαβε την πρώτη του έγκριση για χρήση σε τρόφιμα το 2018 (Devos et al., 2014).

## **Σιτάρι**

Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2017, το γενετικά τροποποιημένο σιτάρι είχε μελετηθεί σε πειράματα πεδίου, αλλά δεν είχε διατεθεί στο εμπόριο.

## **Μανιτάρια**

Τον Απρίλιο του 2016, το USDA ανακοίνωσε ότι ένα λευκό μανιτάρι (*Agaricus bisporus*) που μετασηματίστηκε με την τεχνολογία CRISPR δεν θα έπρεπε να περάσει από τη ρυθμιστική διαδικασία του οργανισμού. Η κυβέρνηση θεωρεί ότι το μανιτάρι απαλλάσσεται από την υποχρέωση, δεδομένου ότι δεν εισήχθη ξένο DNA κατά τη διαδικασία επεξεργασίας- αντίθετα, αφαιρέθηκαν λίγα ζεύγη βάσεων από ένα διπλασιασμένο γονίδιο που κωδικοποιεί ένα ένζυμο που προκαλεί καφετιά, με αποτέλεσμα να μειωθεί κατά 30% το επίπεδο του ενζύμου.

## **Κτηνοτροφία**

### **Γενετικά τροποποιημένα ζώα**

Τα γενετικά τροποποιημένα ζώα αναφέρονται σε είδη όπως τα βοοειδή, τα πρόβατα, οι χοίροι, οι κατσίκες, τα πτηνά, τα άλογα και τα ψάρια, στα οποία έχει τροποποιηθεί το γενετικό υλικό (DNA) με διαδικασίες γενετικής μηχανικής. Σε άλλες περιπτώσεις, ο στόχος είναι η εισαγωγή ενός νέου χαρακτηριστικού στα ζώα που δεν υπάρχει φυσικά στο είδος, μια διαδικασία γνωστή ως διαγονιδιοποίηση (Devos et al., 2014).

Οι δοκιμές διαγονιδιακών μεθόδων σε χερσαία ζωικά είδη, καθώς και σε υδρόβια είδη, όπως ψάρια και οστρακοειδή, αξιολογήθηκαν σε μια αξιολόγηση του 2003 που εκδόθηκε για λογαριασμό της Food Standards Australia New Zealand. Η ανασκόπηση συζητούσε τα μοριακά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στα πειράματα, καθώς και τις προσεγγίσεις για την ανίχνευση των διαγονιδίων στα ζώα και τα προϊόντα, καθώς και τις δυσκολίες σταθερότητας των διαγονιδίων.

## Σολομός

Ο αμερικανικός FDA ενέκρινε τον Νοέμβριο του 2015 έναν γενετικά τροποποιημένο σολομό για ανθρώπινη κατανάλωση, ο οποίος θα εκτρέφεται σε ορισμένα χερσαία εκκολαπτήρια στον Καναδά και τον Παναμά.

## Μικρόβια

Οι βακτηριοφάγοι αποτελούν βασική οικονομική αιτία αποτυχίας της καλλιέργειας στη βιομηχανία τυριού. Πολυάριθμοι μικροοργανισμοί καλλιέργειας, κυρίως ο *Lactococcus lactis* και ο *Streptococcus thermophilus*, έχουν αναλυθεί και τροποποιηθεί γενετικά για να αυξήσουν την ανθεκτικότητα στους φαγούς. Αυτό ήταν ιδιαίτερα εμφανές στον τομέα των πλασμιδιακών και ανασυνδυασμένων χρωμοσωμικών αλλαγών.

## 1.4 Εφαρμογές της βιοτεχνολογίας

### 1.4.1 Αγροτική παραγωγή

Ενώ η Πράσινη Επανάσταση τριπλασίασε την παραγωγή τροφίμων, αυτή εξακολουθούσε να είναι ανεπαρκής για τη συντήρηση του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού. Οι αυξημένες αποδόσεις αποδίδονται εν μέρει στην υιοθέτηση βελτιωμένων τύπων καλλιεργειών, αλλά κυρίως σε βελτιωμένες μεθόδους διαχείρισης και στην εφαρμογή αγροχημικών (λιπάσματα και φυτοφάρμακα). Ωστόσο, τα αγροχημικά είναι μερικές φορές απαγορευτικά ακριβά για τους αγρότες στις φτωχές χώρες, και πρόσθετα κέρδη απόδοσης με τις υπάρχουσες ποικιλίες δεν είναι εφικτά μέσω της συμβατικής αναπαραγωγής (Christoph et al., 2018).

Τα γενετικά τροποποιημένα φυτά έχουν αποδειχθεί ευεργετικά με διάφορους τρόπους. Η γενετική τροποποίηση έχει βελτιώσει την ανθεκτικότητα των καλλιεργειών σε αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης με τους ακόλουθους τρόπους: (i) κρύο, ξηρασία, αλάτι, ζέστη). (ii) λιγότερη εξάρτηση από τα εντομοκτόνα (καλλιέργειες ανθεκτικές στα παράσιτα). (iii) βοήθησε στη μείωση των μετασυλλεκτικών απωλειών. (iv) αυξημένη αποδοτικότητα της χρήσης

ανόργανων συστατικών από τα φυτά (έτσι αποφεύγεται η πρόωρη εξάντληση της γονιμότητας του εδάφους). (v) αυξημένη θρεπτική αξία των τροφίμων, π.χ. χρυσό ρύζι, δηλαδή ρύζι με προσθήκη βιταμίνης "Α".

Εκτός από αυτές τις εφαρμογές, η ΓΤ έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή προσαρμοσμένων φυτών που προσφέρουν στη βιομηχανία εναλλακτικές πηγές, όπως άμυλα, καύσιμα και φάρμακα. Μεταξύ των εφαρμογών της βιοτεχνολογίας στη γεωργία που θα εξετάσετε σε βάθος είναι η ανάπτυξη φυτών ανθεκτικών στα παράσιτα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων. Ο *Bacillus thuringiensis* παράγει την τοξίνη Bt (εν συντομία Bt). Το γονίδιο της τοξίνης Bt κλωνοποιήθηκε από βακτήρια και παρήχθη σε φυτά για να προσδώσει ανθεκτικότητα στα έντομα χωρίς τη χρήση φυτοφαρμάκων- στην πραγματικότητα, δημιουργήθηκε ένα βιο-παρασιτοκτόνο. Το βαμβάκι Bt, το καλαμπόκι Bt, το ρύζι, η ντομάτα, η πατάτα και η σόγια είναι μερικά μόνο παραδείγματα. Τα στελέχη του *Bacillus thuringiensis* παράγουν πρωτεΐνες που είναι θανατηφόρες για συγκεκριμένα έντομα όπως τα λεπιδόπτερα (σκουλήκι του καπνού, βραχιόνας), τα κολεόπτερα (σκαθάρια) και τα δίπτερα (μύγες, κουνούπια). Το *B. thuringiensis* κρυσταλλώνει τις πρωτεΐνες κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης φάσης της ανάπτυξής τους. Οι κρύσταλλοι αυτοί αποτελούνται από μια πολύ δηλητηριώδη εντομοκτόνο πρωτεΐνη (Devos et al., 2014). Η πρωτεΐνη της τοξίνης Bt υπάρχει ως ανενεργή πρωτοξίνη, αλλά μόλις καταναλωθεί από ένα έντομο, η αδρανής τοξίνη μετατρέπεται σε ενεργή μορφή λόγω του αλκαλικού pH του στομάχου, το οποίο διαλύει τους κρυστάλλους. Η ενεργή τοξίνη προσκολλάται στην επιφάνεια των επιθηλιακών κυττάρων του μεσόπλευρου εντέρου, σχηματίζοντας οπές που έχουν ως αποτέλεσμα τη διόγκωση και τη λύση των κυττάρων, με τελικό αποτέλεσμα το θάνατο του εντόμου. Τα γονίδια της τοξίνης *Bacillus thuringiensis* εξήχθησαν και ενσωματώθηκαν σε πολλά γεωργικά φυτά, συμπεριλαμβανομένου του βαμβακιού.

Η επιλογή των γονιδίων καθορίζεται από την καλλιέργεια και το παράσιτο, καθώς η πλειονότητα των δηλητηρίων Bt είναι ειδικά για τις ομάδες εντόμων. Η τοξίνη κωδικοποιείται από το γονίδιο *cryIAc*. Υπάρχουν αρκετά από αυτά- για παράδειγμα, οι πρωτεΐνες που εκφράζονται από τα γονίδια *cryIAc* και *cryIIAb* ρυθμίζουν τα βαμβακόσπορα, ενώ η πρωτεΐνη που κωδικοποιείται από το *cryIAb* ελέγχει τον αραβοσίτορα.

### 1.4.2 Ζωικοί οργανισμοί

Τα διαγονιδιακά ζώα είναι εκείνα των οποίων το DNA έχει τροποποιηθεί ώστε να περιέχει και να εκφράζει ένα πρόσθετο (ξένο) γονίδιο. Έχουν δημιουργηθεί διαγονιδιακά αρουραίοι, κουνέλια, χοίροι, πρόβατα, αγελάδες και ψάρια, ενώ τα ποντίκια αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 95% όλων των διαγονιδιακών ζώων. Κάποιοι από τους λόγους που εκτρέφονται είναι (Cristoph et al., 2018):

- Φυσιολογία και ανάπτυξη στη φυσιολογική κατάσταση: Τα διαγονιδιακά ζώα μπορούν να τροποποιηθούν ιδιαίτερα ώστε να καταστεί δυνατή η μελέτη της γονιδιακής ρύθμισης και του τρόπου με τον οποίο αυτή επηρεάζει τη φυσιολογική λειτουργία και ανάπτυξη του σώματος, για παράδειγμα, η μελέτη περίπλοκων αυξητικών παραγόντων όπως ο ινσουλινοειδής αυξητικός παράγοντας. Με την εισαγωγή γονιδίων από διαφορετικά είδη που τροποποιούν τη δημιουργία αυτού του παράγοντα και την παρακολούθηση των επακόλουθων βιολογικών επιπτώσεων, μπορούν να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με τη βιολογική λειτουργία του παράγοντα στο σώμα.
- Έρευνα ασθενειών: Πολυάριθμα διαγονιδιακά ζώα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο τα γονίδια συμβάλλουν στην ανάπτυξη ασθενειών. Αυτά δημιουργούνται ειδικά για να λειτουργούν ως μοντέλα για τις ανθρώπινες ασθένειες, επιτρέποντας την έρευνα νέων θεραπειών για τις ασθένειες. Επί του παρόντος υπάρχουν διαγονιδιακά μοντέλα για μια ποικιλία ανθρώπινων ασθενειών, όπως ο καρκίνος, η κυστική ίνωση, η ρευματοειδής αρθρίτιδα και η νόσος Αλτσχάιμερ.
- Βιολογικά αγαθά: Ενώ τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία συγκεκριμένων ανθρώπινων ασθενειών μπορεί να περιέχουν βιολογικά προϊόντα, η κατασκευή τέτοιων ειδών είναι συχνά απαγορευτικά δαπανηρή. Διαγονιδιακά ζώα ικανά να παράγουν πολύτιμα βιολογικά προϊόντα μπορούν να δημιουργηθούν με την εισαγωγή ενός τμήματος DNA (ή γονιδίων) που κωδικοποιεί ένα συγκεκριμένο προϊόν, όπως η ανθρώπινη πρωτεΐνη (-1-αντιθρυψίνη) που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία του εμφυσήματος. Με παρόμοιο τρόπο γίνονται προσπάθειες θεραπείας της φαινυλκετονουρίας (PKU) και της κυστικής ίνωσης. Το 1997, η Rosie, η πρώτη διαγονιδιακή αγελάδα, παρήγαγε γάλα εμπλουτισμένο με ανθρώπινη πρωτεΐνη (2,4

γραμμάρια ανά λίτρο). Το γάλα περιελάμβανε ανθρώπινη α-λακταλβουμίνη και παρείχε ένα καλύτερα ισορροπημένο διατροφικό προφίλ για τα ανθρώπινα βρέφη σε σχέση με το κανονικό αγελαδινό γάλα.

- Η ασφάλεια των εμβολίων: Παράγονται διαγονιδιακά ποντίκια με σκοπό την αξιολόγηση της ασφάλειας των εμβολίων πριν από τη χρήση τους στον άνθρωπο. Τα διαγονιδιακά ποντίκια χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ασφάλειας του εμβολίου της πολιομυελίτιδας. Εάν είναι αποτελεσματικά και αποδειχθούν αξιόπιστα, μπορεί τελικά να αντικαταστήσουν τους πιθήκους στη δοκιμή της ασφάλειας των παρτίδων εμβολίων.
- Δοκιμές για τη χημική ασφάλεια: Η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως δοκιμή τοξικότητας/ασφάλειας. Η προσέγγιση είναι πανομοιότυπη με εκείνη που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της τοξικότητας ενός φαρμάκου. Δημιουργούνται διαγονιδιακά ζώα με γονίδια που αυξάνουν την ευαισθησία τους σε επικίνδυνες χημικές ουσίες σε σύγκριση με μη διαγονιδιακά ζώα. Στη συνέχεια εκτίθενται σε επιβλαβείς χημικές ουσίες και διερευνώνται οι συνέπειες που προκύπτουν. Οι τοξικολογικές δοκιμές σε αυτά τα ζώα θα μας επιτρέψουν να λάβουμε τα ευρήματα πιο γρήγορα.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ΓΤΤ

#### 2.1.1 Πλεονεκτήματα

Μέσω των δοκιμών και της χρήσης, οι γενετικά τροποποιημένες (ΓΤ) καλλιέργειες έχουν αποδειχθεί ασφαλείς και μπορεί ακόμη και να βελτιώσουν την ασφάλεια των συμβατικών τροφίμων. Όπως το έθεσε ο φυσικός Neil deGrasse Tyson, "πρακτικά κάθε τρόφιμο που αγοράζετε σε ένα κατάστημα για ανθρώπινη χρήση είναι γενετικά τροποποιημένο". Δεν υπάρχουν καρπούζια χωρίς σπόρους που να βρίσκονται στη φύση. Δεν υπάρχουν άγριες αγελάδες... Έχουμε αλλάξει γενετικά όλα τα φρούτα, τα φυτά και τα ζώα που καταναλώνουμε από τότε που πρωτοκαλλιεργήθηκαν. Αυτό αναφέρεται ως τεχνητή επιλογή".



Σε πάνω από 30 χρόνια εργαστηριακών δοκιμών και πάνω από 15 χρόνια μελέτης πεδίου, δεν έχει εντοπιστεί καμία ανησυχία για την υγεία που να συνδέεται με την πρόσληψη ΓΤΟ. Η Martina Newell-McGoughlin, Διευθύντρια του Συστημικού Προγράμματος Έρευνας και Εκπαίδευσης Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, δήλωσε ότι "οι ΓΤΟ έχουν υποβληθεί σε αυστηρότερες δοκιμές από οποιοδήποτε άλλο προϊόν στην ιστορία της γεωργίας".

Πάνω από 2.000 έρευνες που έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως έχουν αποδείξει την ασφάλεια των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών. Οι άνθρωποι έχουν καταναλώσει τρισεκατομμύρια γεύματα που περιέχουν συστατικά ΓΤΟ, χωρίς να έχει καταγραφεί κανένα περιστατικό ασθένειας που να σχετίζεται με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.

Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες μπορούν επίσης να αναπτυχθούν ώστε να έχουν λιγότερες φυσικές αλλεργίες και δηλητήρια, καθιστώντας τις έτσι ασφαλέστερες και πιο υγιεινές. Η Hortense Dodo, μια μοριακή επιστήμονας, δημιούργησε γενετικά ένα φιστίκι που είναι υποαλλεργικό αναστέλλοντας την πρωτεΐνη που μπορεί να προκαλέσει μια θανατηφόρα αντίδραση σε άτομα με αλλεργία στα φιστίκια.

Επιπροσθέτως, οι ΓΤΟ καλλιέργειες συμβάλλουν στη μείωση των τιμών των τροφίμων και στην αύξηση της θρεπτικής τους αξίας, βοηθώντας έτσι στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας πείνας.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με το Παγκόσμιο Επισιτιστικό Πρόγραμμα, μια ανθρωπιστική οργάνωση, 720 έως 811 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από πείνα. Η έλλειψη τροφίμων επιδεινώνεται από την αύξηση του πληθυσμού, την κλιματική αλλαγή, την υπερκαλλιέργεια και τη λειψυδρία. Η γενετική μηχανική μπορεί να συμβάλει στην επίλυση αυτών των ζητημάτων αυξάνοντας τις γεωργικές αποδόσεις και βοηθώντας τους αγρότες να καλλιεργούν τρόφιμα σε περιοχές που είναι επιρρεπείς στην ξηρασία ή σε εξαντλημένα εδάφη, μειώνοντας έτσι τις τιμές των τροφίμων και τρέφοντας περισσότερους ανθρώπους.

Σύμφωνα με τον David Zilberman, καθηγητή οικονομικών της γεωργίας και των πόρων στο UC Berkeley, οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες έχουν "αυξήσει την απόδοση του καλαμποκιού, του βαμβακιού και της σόγιας κατά 20% έως 30%, επιτρέποντας σε ορισμένους ανθρώπους να υπάρξουν που δεν θα μπορούσαν χωρίς αυτές". Αν υιοθετούνταν ευρέως σε παγκόσμια κλίμακα, οι τιμές των τροφίμων θα μειώνονταν και λιγότεροι άνθρωποι θα πέθαιναν από την πείνα".

Για να αντιμετωπίσουν την ανεπάρκεια βιταμίνης Α, την κύρια αιτία τύφλωσης των βρεφών στα υπανάπτυκτα έθνη, οι ερευνητές παρήγαγαν μια γενετικά τροποποιημένη ποικιλία ρυζιού με την ονομασία "Χρυσό ρύζι" που παράγει μεγάλη ποσότητα β-καροτίνης. Σύμφωνα με έρευνα της υπηρεσίας ασφάλειας τροφίμων της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας, το "Χρυσό Ρύζι" "έχει κριθεί ότι είναι εξίσου ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση με τα παραδοσιακά τρόφιμα που προέρχονται από ρύζι".

Τέλος, η καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων έχει πολλά περιβαλλοντικά οφέλη, όπως η μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, η μειωμένη σπατάλη νερού και οι μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι δύο κύριες κατηγορίες ΓΤΟ καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται είναι εκείνες που είναι βιομηχανικά τροποποιημένες ώστε να παράγουν τα δικά τους φυτοφάρμακα ή εκείνες που είναι ανθεκτικές στα ζιζανιοκτόνα. Πάνω από το 80% του καλαμποκιού που καλλιεργείται στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι Bt, το οποίο παράγει το δικό του φυτοφάρμακο *Bacillus thuringiensis* (Bt). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 35% της ανάγκης ψεκασμού με φυτοφάρμακα πάνω από τα χωράφια καλαμποκιού, ενώ δεκάδες μελέτες έχουν αποδείξει ότι το καλαμπόκι Bt δεν έχει κινδύνους για το περιβάλλον ή την υγεία.

Έχει αποδειχθεί ότι οι ανθεκτικοί στην ξηρασία τύποι ΓΤΟ αραβοσίτου μειώνουν τη διαπνοή (την εξάτμιση του νερού από τα φυτά) έως και κατά 17,5%, με αποτέλεσμα τη μείωση της σπατάλης νερού.

Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες σόγιας με ανοχή στα ζιζανιοκτόνα (Ht) έχουν μειώσει την απαίτηση για κατεργασία του εδάφους για την εξάλειψη των ζιζανίων. Η κατεργασία του εδάφους είναι μια διαδικασία που σπάει το έδαφος και παραδίδει άνθρακα στην επιφάνεια. Όταν ο άνθρακας συνδυάζεται με το οξυγόνο που υπάρχει ήδη στην ατμόσφαιρα, μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η μειωμένη κατεργασία του εδάφους προστατεύει το ανώτερο έδαφος, μειώνει τη διάβρωση του εδάφους και την απορροή (κρατώντας τα λιπάσματα μακριά από το πόσιμο νερό) και μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η μειωμένη χρήση της βενζίνης και της κατεργασίας του εδάφους που συνδέεται με την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά το ισοδύναμο της εξάλειψης 12 εκατομμυρίων αυτοκινήτων από τους δρόμους κάθε χρόνο.

Μέχρι το 2050, ο παγκόσμιος πληθυσμός προβλέπεται να αυξηθεί κατά δύο δισεκατομμύρια. "Από πού θα προέλθει λοιπόν αυτή η πρόσθετη τροφή;" διερωτήθηκε ο Andrew Allan, επιστήμονας φυτών στο Πανεπιστήμιο του Όκλαντ. Δεν μπορεί να προέλθει από την αυξημένη χρήση γης, αφού η αυξημένη χρήση γης απαιτεί περισσότερη αποψίλωση των δασών, η οποία ανεβάζει ακόμη περισσότερο την [παγκόσμια] θερμοκρασία.

### 2.1.2 Κίνδυνοι και αντιπαραθέσεις γύρω από τη χρήση των ΓΤΟ

Παρά το γεγονός ότι τα γονίδια που μεταφέρονται υπάρχουν φυσικά σε άλλα είδη, οι επιπτώσεις της αλλαγής της φυσιολογικής κατάστασης ενός οργανισμού μέσω της έκφρασης ξένων γονιδίων είναι ασαφείς. Εξάλλου, τέτοιες αλλαγές στον μεταβολισμό του οργανισμού, στον ρυθμό ανάπτυξης ή/και στην ανταπόκριση σε εξωτερικές περιβαλλοντικές μεταβλητές μπορεί να είναι επιζήμιες. Αυτές οι επιπτώσεις έχουν αντίκτυπο όχι μόνο στον ίδιο τον ΓΤΟ, αλλά και στο φυσικό οικοσύστημα. Οι κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία μπορεί να περιλαμβάνουν την έκθεση σε νέα αλλεργιογόνα στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και τη μετάδοση γονιδίων ανθεκτικών στα αντιβιοτικά στη χλωρίδα του εντέρου.

Η οριζόντια μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας σε φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα ή αντιβιοτικά δεν θα έθετε σε κίνδυνο μόνο τους ανθρώπους, αλλά θα δημιουργούσε και οικολογικές ανισορροπίες, επιτρέποντας σε προηγούμενως αβλαβή φυτά να ανθίσουν ανεξέλεγκτα, ενισχύοντας έτσι τη μετάδοση ασθενειών τόσο μεταξύ φυτών όσο και μεταξύ ζώων. Αν και η πιθανότητα οριζόντιας μεταφοράς γονιδίων μεταξύ ΓΤΟ και άλλων ειδών δεν μπορεί να αποκλειστεί, ο κίνδυνος αυτός θεωρείται αρκετά ελάχιστος στην πράξη. Η οριζόντια μεταφορά γονιδίων συμβαίνει στη φύση με σχετικά χαμηλό ρυθμό και δεν μπορεί να αναπαραχθεί σε ένα βέλτιστο εργαστηριακό περιβάλλον χωρίς την ενεργή τροποποίηση του γονιδιώματος-στόχου για την ενίσχυση της ευαισθησίας (Ma et al., 2003).

Αντίθετα, οι ολέθριες επιπτώσεις της κάθετης μεταφοράς γονιδίων μεταξύ των ΓΤΟ και των αντίστοιχων άγριου τύπου έχουν καταδειχθεί από μελέτες μεταλλαγμένων ψαριών που απελευθερώθηκαν σε άγριους πληθυσμούς του ίδιου είδους (Muir & Howard, 1999). Οι διευρυμένες ικανότητες ζευγαρώματος των γενετικά τροποποιημένων ψαριών είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση της επιβιωσιμότητας των απογόνων τους. Έτσι, όταν ένα νέο διαγονίδιο

εισάγεται σε έναν άγριο πληθυσμό ψαριών, πολλαπλασιάζεται και μπορεί τελικά να θέσει σε κίνδυνο την επιβίωση τόσο του άγριου τύπου όσο και των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.

### **Οι ακούσιες συνέπειες της διαμάχης για το καλαμπόκι Bt σε άλλα είδη**

Το θέμα του καλαμποκιού Bt είναι ένα παράδειγμα δημόσιας συζήτησης σχετικά με τη χρήση ενός γενετικά τροποποιημένου φυτού. Το καλαμπόκι Bt παράγει μια πρωτεΐνη από το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*. Πριν από την ανάπτυξη του ανασυνδυασμένου καλαμποκιού, ήταν καλά τεκμηριωμένο ότι η πρωτεΐνη ήταν δηλητηριώδης για μια ποικιλία επιβλαβών εντόμων, συμπεριλαμβανομένης της κάμπιας του μονάρχη, και είχε χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως οικολογικά καλοήθες φυτοφάρμακο για αρκετά χρόνια. Το πλεονέκτημα των φυτών αραβοσίτου που εκφράζουν αυτή την πρωτεΐνη είναι ότι οι αγρότες μπορούν να εφαρμόζουν λιγότερα φυτοφάρμακα στις συγκομιδές τους. Δυστυχώς, οι σπόροι που φιλοξενούν γονίδια ανασυνδυασμένων πρωτεϊνών μπορεί να οδηγήσουν στην τυχαία εξάπλωση ανασυνδυασμένων γονιδίων ή στην έκθεση ειδών που δεν αποτελούν στόχους σε νέες επικίνδυνες χημικές ουσίες στο περιβάλλον.

Το διάσημο πλέον θέμα του καλαμποκιού Bt ξεκίνησε με μια εργαστηριακή έρευνα που διεξήχθη από τους Losey κ.ά. (1999), η οποία διαπίστωσε ότι οι προνύμφες μονάρχη πέθαναν πιο γρήγορα όταν τους δόθηκε γαλακτοβάμβακας (η φυσική τους πηγή τροφής) επικαλυμμένος με γύρη από μεταλλαγμένο καλαμπόκι από ό,τι όταν τους δόθηκε γαλακτοβάμβακας επικαλυμμένος με γύρη από συμβατικό καλαμπόκι. Η έρευνα των Losey et al. (1999) ακολουθήθηκε από μια άλλη (Jesse & Obrycki, 2000) που υποστήριζε ότι οι κανονικές ποσότητες γύρης του καλαμποκιού Bt στον αγρό ήταν επιζήμιες για τους μονάρχες.

Η εργασία αυτή προκάλεσε αντιδράσεις όταν επιστήμονες από άλλες εγκαταστάσεις την αμφισβήτησαν, υποστηρίζοντας ότι η εξαιρετικά μεγάλη ποσότητα γύρης που χρησιμοποιήθηκε στην εργαστηριακή μελέτη ήταν μη πρακτική και καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι μεταναστευτικές διαδρομές των μοναρχών δεν τους τοποθετούν κοντά στον αραβόσιτο κατά την περίοδο της γύρης. Έξι ομάδες ερευνητών από την κυβέρνηση, την ακαδημαϊκή κοινότητα και τη βιομηχανία πέρασαν τα επόμενα δύο χρόνια ερευνώντας το θέμα και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο κίνδυνος του καλαμποκιού Bt για τους μονάρχες ήταν "εξαιρετικά χαμηλός"

(Sears et al., 2001), επιτρέποντας στην Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ να παρατείνει την έγκριση του καλαμποκιού Bt για επτά επιπλέον χρόνια.

### **Οικονομικές συνέπειες**

Ένας άλλος φόβος σχετικά με τους ΓΤΟ είναι ότι οι ιδιωτικές επιχειρήσεις θα διεκδικήσουν την κυριότητα των οργανισμών που παράγουν και θα αρνηθούν να τους μοιραστούν με το κοινό με λογικό κόστος. Αν αυτοί οι ισχυρισμοί είναι αληθινοί, η χρήση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών υποστηρίζεται ότι θα είναι επιζήμια για την οικονομία και το περιβάλλον, καθώς οι πρακτικές μονοκαλλιέργειας από τα μεγάλα κέντρα παραγωγής αγροτικών προϊόντων (που μπορούν να πληρώσουν τους ακριβούς σπόρους) θα υπερκεράσουν την ποικιλομορφία που θα συνεισφέρουν οι μικροί αγρότες που δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά την τεχνολογία. Ωστόσο, μια πρόσφατη μετα-ανάλυση 15 ερευνών διαπιστώνει ότι, κατά μέσο όρο, τα δύο τρίτα των πλεονεκτημάτων των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών πρώτης γενιάς διανέμονται προς τα κάτω, ενώ μόνο το ένα τρίτο διανέμεται προς τα πάνω (Demont et al., 2007). Αυτές οι κατανομές των πλεονεκτημάτων παρατηρούνται τόσο στα ανεπτυγμένα όσο και στα αναπτυσσόμενα κράτη. Έτσι, τα δεδομένα από τις γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες πρώτης γενιάς καταρρίπτουν την υπόθεση ότι οι ιδιωτικές εταιρείες δεν θα μοιραστούν την ιδιοκτησία των ΓΤΟ.

### **Ανησυχίες σχετικά με τους ΓΤΟ και το ευρύ κοινό από φιλοσοφική και θρησκευτική άποψη**

Σύμφωνα με δημοσκόπηση του 2007 του Διεθνούς Συμβουλίου Πληροφόρησης για τα Τρόφιμα (IFIC) σε 1.000 Αμερικανούς πολίτες, το 33% θεωρούσε ότι τα βιοτεχνολογικά τρόφιμα θα βοηθήσουν τους ίδιους ή τις οικογένειές τους, ωστόσο το 23% δεν γνώριζε ότι τα βιοτεχνολογικά τρόφιμα είχαν ήδη εισέλθει στην αγορά. Επιπλέον, μόλις το 5% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι θα τροποποιήσουν τις συνήθειες αγορών τους ως συνέπεια των ανησυχιών για τα είδη βιοτεχνολογίας.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, τα πρότυπα αποδοχής από το κοινό στην Ευρώπη και την Ασία ποικίλλουν ανάλογα με το έθνος και την τρέχουσα διάθεση κατά τη στιγμή της μελέτης (Hoban, 2004). Οι στάσεις σχετικά με την κλωνοποίηση, τη βιοτεχνολογία και τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα ποικίλλουν ανάλογα με τον βαθμό εκπαίδευσης των ατόμων και την κατανόηση αυτών των όρων. Η υποστήριξη για τα διάφορα είδη βιοτεχνολογίας ποικίλλει- ωστόσο, όταν αναφέρονται τα ζώα, η υποστήριξη είναι γενικά χαμηλότερη.

Επιπλέον, ακόμη και αν οι καινοτομίες μοιράζονται εξίσου, ορισμένοι άνθρωποι θα συνεχίσουν να αντιτίθενται στους βρώσιμους ΓΤΟ, παρά τις εκτεταμένες δοκιμές ασφάλειας, λόγω προσωπικών ή θρησκευτικών απόψεων. Οι ηθικές δυσκολίες γύρω από τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς περιλαμβάνουν συζητήσεις σχετικά με την ικανότητά μας να "παίζουμε το Θεό" και την εισαγωγή ξένου υλικού σε τρόφιμα που απαγορεύονται για θρησκευτικούς λόγους. Ορισμένα άτομα θεωρούν ότι το να πειράζουμε τη φύση είναι εγγενώς κακό, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι η εισαγωγή φυτικού DNA στα ζώα ή το αντίστροφο είναι ανήθικη. Όσον αφορά τα γενετικά τροποποιημένα αγαθά, ορισμένοι που πιστεύουν ότι η παραγωγή τους είναι αντίθετη προς τη φύση ή τη θρησκεία έχουν πιέσει για σαφή πρότυπα επισήμανσης, ώστε να μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις αγοράς. Ο σεβασμός στην επιλογή των πελατών και η αποδοχή του κινδύνου είναι εξίσου κρίσιμα όσο και τα μέτρα κατά της ανάμειξης γενετικά τροποποιημένων και μη γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Για να καθοριστούν τα πρότυπα για την εν λόγω προστασία, πρέπει να θεσπιστεί ένας ολοκληρωμένος ορισμός του τι ορίζει έναν ΓΤΟ, καθώς και μια γενική συμφωνία για τον τρόπο με τον οποίο τα αγαθά πρέπει να επισημαίνονται.

Αυτές είναι κρίσιμες εκτιμήσεις καθώς ο αριθμός των ΓΤΟ συνεχίζει να αυξάνεται ως αποτέλεσμα της βελτίωσης των εργαστηριακών τεχνικών και των μέσων για την αλληλούχιση πλήρων γονιδιωμάτων, των βελτιωμένων διαδικασιών κλωνοποίησης και μεταφοράς γονιδίων και της αυξημένης γνώσης των συστημάτων γονιδιακής έκφρασης. Κατά συνέπεια, οι νομοθετικές πολιτικές που διέπουν την έρευνα αυτή πρέπει να εξελίσσονται παράλληλα. Οι κυβερνήσεις διενεργούν εκτιμήσεις κινδύνου πριν από την εμπορική διάθεση των ΓΤΟ για να διαπιστώσουν τις πιθανές επιπτώσεις της χρήσης τους, ωστόσο η δυσκολία εκτίμησης των επιπτώσεων της εμπορικής χρήσης των ΓΤΟ περιπλέκει τον έλεγχο αυτών των οργανισμών.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Ανάπτυξη και εξέλιξη ΓΤΟ

Οι πρώτοι ΓΤΟ ήταν φυτά με γονίδια ενός χαρακτηριστικού που ελέγχονταν από λίγους κοινούς υποκινητές (κυρίως τον υποκινητή του ιού του μωσαϊκού του κουνουπιδιού) και στοιχεία τερματισμού (κυρίως του *Agrobacterium tumefaciens*) (AgBios, 2008- Hemmer, 1997). Επιπλέον, οι φορείς μετασχηματισμού περιείχαν μια κατασκευή γονιδίου-δείκτη που συνήθως είναι μεταγραφικά αδρανές στα φυτά. Με λίγες εξαιρέσεις, τα χαρακτηριστικά είχαν αγρονομικό χαρακτήρα, με την ανοχή στα ζιζανιοκτόνα (glyphosate, glyphosinate και oxinyl) και την ανοχή στα έντομα να υπερισχύουν (διάφορες μορφές των πρωτεϊνών Cry του *Bacillus thuringiensis*). Για τα εργαστήρια που προσπαθούσαν να αναπτύξουν τεχνικές ανίχνευσης, η απόκτηση κατάλληλου υλικού αναφοράς αποτελούσε συχνά πρόκληση (Holst-Jensen et al., 2003). Ως αποτέλεσμα, οι μέθοδοι δοκιμής ΓΤΟ που δημιουργήθηκαν προσανατολίστηκαν στην ανίχνευση γενικών τμημάτων ή χαρακτηριστικών που απαντώνται σε ΓΤΟ, όπως στοιχεία υποκινητή και τερματιστή (προσεγγίσεις με βάση το DNA) ή εγγενείς πρωτεΐνες Cry (Anklam et al., 2002- Hernandez et al., 2005a,b- Holst-Jensen et al., 2003- James et al., 2003- MacCormick and Griffin, 1998- Rodriguez-Lazaro et al., 2007).

Καθώς ο αριθμός των ΓΤΟ που τέθηκαν στο εμπόριο αυξήθηκε γύρω στην αλλαγή της χιλιετίας, κατέστη σαφές ότι οι γενικές μέθοδοι (διαλογής) συχνά δεν μπορούσαν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των ενδιαφερομένων μερών, όπως οι κανονισμοί αδειοδότησης και επισήμανσης, λόγω της αδυναμίας ταυτοποίησης ή/και ποσοτικού προσδιορισμού. Εκτός από μερικές πρώιμες εξαιρέσεις, όπως η τομάτα Flavr Savr, η οποία ωριμάζει αργότερα και συνεπώς έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, σχεδόν όλοι οι ΓΤΟ που έχουν διατεθεί στο εμπόριο παρουσιάζουν αγρονομικά χαρακτηριστικά. Παρά τις ελπιδοφόρες δηλώσεις των προγραμματιστών κατά την προηγούμενη δεκαετία, τα χαρακτηριστικά που είναι σε μεγάλο βαθμό χρήσιμα για τους πελάτες βρίσκονται ακόμη στα σκαριά (Engel et al., 2002). Παραδείγματα περιλαμβάνουν το ρύζι που έχει ενισχυθεί με βιταμίνη Α και τα έλαια που προέρχονται από ελαιούχους σπόρους, των οποίων η σύνθεση των λιπαρών οξέων έχει αλλάξει (AgBios, 2008). Με την αλλαγή της χιλιετίας, εμφανίστηκε μια

νέα τάση, κατά την οποία αναμειγνύονται διαφορετικά αγρονομικά χαρακτηριστικά (gene stacking ή pyramiding- βλέπε Taverniers et al., 2008 και αναφορές σε αυτά). Αυτό δημιούργησε μια νέα δυσκολία για τους αναλυτές.

Εκτός από τον έλεγχο μεμονωμένων σπόρων ή ιστών που παράγονται από μεμονωμένα φυτά, καμία από τις διαθέσιμες σήμερα τεχνικές ανίχνευσης δεν μπορούσε να διακρίνει την παρουσία δύο ή περισσότερων ΓΤΟ με ένα χαρακτηριστικό ή σε συνδυασμό (Akiyama et al., 2005- Holst-Jensen et al., 2006- Taverniers et al., 2008). Ο αριθμός των χαρακτηριστικών που συνδυάζονται σε ΓΤΟ αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς, ενώ θα υποβάλλονται σε ρυθμιστική εξέταση από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) των Ηνωμένων Πολιτειών ([http://www.news.dow.com/dow\\_news/corporate/2008/20080616a.htm](http://www.news.dow.com/dow_news/corporate/2008/20080616a.htm)).

Υπάρχουν βάσιμες ενδείξεις ότι η τάση αυτή θα συνεχιστεί. Αντί να αναμειγνύονται μεμονωμένα γονίδια αγρονομικών χαρακτηριστικών, οι μελλοντικοί ΓΤΟ μπορεί να τροποποιηθούν με ομάδες γονιδίων που κωδικοποιούν μερικές ή ολόκληρες συνθετικές οδούς. Για παράδειγμα, είναι δυνατή η κατασκευή τεχνητών και τροποποιημένων χρωμοσωμάτων που επιτρέπουν τον συνδυασμό επιθυμητών γονιδίων σε σταθερά κληρονομήσιμα μεμονωμένα χρωμοσώματα (Birchler et al., 2008). Στον αραβόσιτο, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση του σύντομου υπεράριθμου χρωμοσώματος Β για την κατασκευή ενός μίνι χρωμοσώματος που αποτελείται κυρίως από ένα κεντρομερές και μια διαδρομή ανασυνδυασμού.

Σε σύγκριση με τις διαδικασίες μετασχηματισμού με τη μεσολάβηση του *Agrobacterium* ή τις βιολιστικές διαδικασίες μετασχηματισμού, η τεχνολογία αυτή μπορεί να αυξήσει τον γενετικό έλεγχο και την ιχνηλασιμότητα και μπορεί να επιτρέψει τη ρύθμιση της δοσολογίας των γονιδίων. Ορισμένοι ενδιαφερόμενοι έχουν εκφράσει επιφυλάξεις σχετικά με την ασφάλεια και τη δεοντολογία των διαγονιδιακών οργανισμών, δηλαδή τη μεταφορά γονιδίων πέρα από τα όρια των ειδών (Nielsen, 2003- Russel and Sparrow, 2008). Επιπλέον, η γονιδιακή τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί στην ενδογενετική και την οικογενειογενετική, δηλαδή τη μετακίνηση γονιδίων εντός ή μεταξύ αναπαραγωγικά συμβατών ειδών, επιταχύνοντας αποτελεσματικά τις συνήθεις διαδικασίες αναπαραγωγής (Nielsen, 2003). Αυτό θα προκαλούσε πιθανότατα λιγότερες ανησυχίες, αλλά θα μείωνε σημαντικά την ποικιλομορφία των προσβάσιμων και επιθυμητών χαρακτηριστικών γονιδίων.



Είναι ενδιαφέρον ότι οι πρώτοι εμπορικοί ΓΤΟ ήταν ενδογενείς- η ντομάτα Flavr Savr της Calgene και η συγκρίσιμη ντομάτα της Zeneca τροποποιήθηκαν με την εισαγωγή μιας συντομευμένης μορφής του γονιδίου της πολυγαλακτουρονάσης της ντομάτας (AgBios, 2008). Η ενδογενής αποσιώπηση ανεπιθύμητων γονιδίων είναι μια άλλη τεχνική που μπορεί να αμβλύνει τις ανησυχίες για την ασφάλεια και τη δεοντολογία (Weeks et al., 2008). Ενώ έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος προς την κατεύθυνση της παραγωγής συνθετικών ζωντανών οργανισμών (SLO) (Lartigue et al., 2007), παραμένει ένα κενό μεταξύ της μεταφοράς ενός αντιγραμμένου γονιδιώματος σε έναν νέο ξενιστή και της εισαγωγής ενός προγραμματισμένου νέου γονιδιώματος (Holt, 2008). Αναμφίβολα, η τεχνολογία αυτή θα πυροδοτήσει έναν καταίγισμό ηθικών και επιστημονικών ερωτημάτων.

### 3.2 Ανάπτυξη μεθόδων

Οι βιοδοκιμές, οι δοκιμασίες με βάση πρωτεΐνες (κυρίως ανοσολογικές) και οι δοκιμασίες με βάση το DNA είναι οι κύριες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή ΓΤΟ. (εφαρμόζοντας κυρίως την τεχνολογία της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης [PCR]. Ωστόσο, έχουν δημιουργηθεί περισσότερες τεχνολογίες, οι οποίες θα εξεταστούν εν συντομία και θα εξεταστούν σε συνδυασμό με τις κύριες τεχνολογίες στη συνέχεια. Ενώ ο έλεγχος για την παρουσία ενός και μόνο χαρακτηριστικού ΓΤΟ μπορεί να απαιτεί μόνο μία προσέγγιση, ο έλεγχος για την παρουσία πολλών χαρακτηριστικών, ίσως για την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό, μπορεί να απαιτεί τη χρήση πολλών μεθόδων (Christianson et al., 2008- Holst-Jensen, 2007- James et al., 2003- Waiblinger et al., 2008).

Οι βιοδοκιμές βασίζονται στην ιδέα της έκθεσης φυταρίων από μια παρτίδα σπόρων σε ένα φυτοφάρμακο στο οποίο τα ΓΤ φυτά είναι ανθεκτικά αλλά τα μη ΓΤ φυτά είναι ευάλωτα. Η καταμέτρηση των επιζώντων και η σύγκρισή τους με τον αριθμό των προσβεβλημένων φυτών θα δώσει τη σχετική περιεκτικότητα της παρτίδας σπόρων σε ΓΤΟ. Τα πλεονεκτήματα των βιοδοκιμών είναι το πιθανό χαμηλό κόστος, οι ελάχιστες απαιτήσεις ικανότητας του χρήστη και η ικανότητά τους να επικυρώνουν τα προβλεπόμενα βιολογικά χαρακτηριστικά των ΓΤΟ. Το μειονέκτημά τους είναι ότι εφαρμόζονται μόνο σε ένα υποσύνολο βιολογικών χαρακτηριστικών,

χρειάζονται σημαντικά περισσότερο χρόνο για να εκτελεστούν από τις δοκιμές που βασίζονται σε πρωτεΐνες και DNA και έχουν χαμηλή επιλεκτικότητα.

Οι ανοσολογικές και φυσικοχημικές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταυτοποίηση πρωτεϊνών. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες με βάση τις πρωτεΐνες είναι οι ανοσοδοκιμασίες, στις οποίες συγκεκριμένα αντισώματα συνδεδεμένα με μια χρωματομετρική συσκευή ανίχνευσης ταυτοποιούν τις πρωτεΐνες-στόχους (αντιγόνα). Οι ανοσοδοκιμασίες έχουν αναπτυχθεί μάλλον αργά σε σύγκριση με τις προσεγγίσεις που βασίζονται στο DNA και χρησιμοποιούνται κυρίως ως εύκολα και οικονομικά αποδοτικά μέσα διαλογής στις γεωργικές επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούν πρώτες ή μη επεξεργασμένες ύλες. Δύο σημαντικά ζητήματα ενδέχεται να συμβάλλουν στην περιορισμένη εξέλιξη: το υψηλό κόστος παραγωγής συγκεκριμένων αντισωμάτων και η δυσκολία περιγραφής και σύνθεσης αντισωμάτων σε σύγκριση με τα ολιγονουκλεοτίδια που εφαρμόζονται μέσω τεχνολογιών που βασίζονται στο DNA.

Οι σημαντικές εξελίξεις περιλαμβάνουν τη στροφή από τα πολυκλωνικά αντισώματα προς πιο ειδικά μονοκλωνικά αντισώματα και από τις εργαστηριακές ενζυμικές ανοσοπροσοφητικές δοκιμασίες (ELISA) προς τις φορητές ταινίες πλευρικής ροής (LFS) για χρήση στο πεδίο, στα σημεία φόρτωσης και εκφόρτωσης και στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης και επεξεργασίας.

Η ποσοτική ικανότητα έχει επίσης βελτιωθεί. Αν και η πολυπλεξία των ανοσολογικών προσεγγίσεων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μικροσυστοιχιών (Ling et al., 2007), η πιο υποσχόμενη προσέγγιση για την πολυπλεξία των ανοσολογικών δοκιμών για την ανίχνευση ΓΤΟ ήταν μέχρι στιγμής η χρήση χρωματιστών σφαιριδίων επικαλυμμένων με αντισώματα και αναλυόμενων με κυτταρομετρία ροής (Fantozzi et al., 2007). Λόγω του γεγονότος ότι η γονιδιακή έκφραση και η μετάφραση μπορεί να είναι χαμηλές, για παράδειγμα όταν ελέγχονται από έναν ειδικό για τον ιστό υποκινητή ή όταν μεταβάλλονται από περιβαλλοντικές μεταβλητές, η ευαισθησία και η ποσοτικοποιησιμότητα των ανοσολογικών δοκιμών αποτελούν συχνά πρόβλημα. Η ευαισθησία μπορεί να αυξηθεί συνδυάζοντας τον ανοσοπροσδιορισμό με PCR, για παράδειγμα (Allen et al., 2006). Επιπλέον, τα γονίδια που ελέγχονται από συστατικούς υποκινητές μπορεί να παρουσιάζουν πολύ σταθερά επίπεδα έκφρασης και μετάφρασης. Οι ανοσοδοκιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποσοτικά σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά όχι συχνά σε προϊόντα υψηλής επεξεργασίας ή σύνθετα προϊόντα (Ermolli et al., 2006- Rodriguez-

Nogales et al., 2008- Shim et al., 2007- Van den Bulcke et al., 2007- van Duijn et al., 2002). Παρουσιάζονται εναλλακτικές προσεγγίσεις με βάση τις πρωτεΐνες, όπως οι ανοσομαγνητικοί ηλεκτροχημικοί αισθητήρες (Volpe et al., 2006), η δισδιάστατη ηλεκτροφόρηση σε πηκτή (Kim et al., 2006b) και η φασματομετρία μάζας (Ocana et al., 2007).

Το παγκόσμιο εμπόριο, ο τομέας της επεξεργασίας τροφίμων και οι υπηρεσίες επιβολής του νόμου βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις δοκιμές με βάση το DNA. Τα κύρια πλεονεκτήματα των δοκιμών με βάση το DNA είναι η ευαισθησία και η ειδικότητά τους. Τα μειονεκτήματά τους είναι κυρίως οικονομικά και σχετίζονται με τις ικανότητες. Δεδομένου ότι οι γενετικές τροποποιήσεις ορίζονται ως τροποποιήσεις του DNA, είναι προφανές ότι οι μέθοδοι που βασίζονται στο DNA παρέχουν το υψηλότερο επίπεδο μετρολογικής ιχνηλασιμότητας σε σύγκριση με τις μεθόδους που ανιχνεύουν και ποσοτικοποιούν μεταγραφικά (RNA), μεταφραστικά (πρωτεΐνες) ή φαινοτυπικά (βιοδοκιμές) παράγωγα του τροποποιημένου DNA (που απαριθμούνται με φθίνουσα σειρά μετρολογικής ιχνηλασιμότητας).

Μία από τις πιο εντυπωσιακές και αμφιλεγόμενες μελέτες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΓΤΟ (Quist and Chapela, 2001) έχει επικριθεί έντονα για την πιθανή χρήση ανεπαρκώς επικυρωμένων ή ακατάλληλων για το σκοπό αυτό μεθόδων και την έλλειψη κατάλληλων ελέγχων (Christou, 2002- Kaplinsky et al., 2002- Metz and Fütterer, 2002), με αποτέλεσμα τα ευρήματα να υπόκεινται σε μειωμένη αποδοχή. Υπάρχουν πολυάριθμες εναλλακτικές λύσεις στη συμβατική ηλεκτροφόρηση σε πηκτή για την ανίχνευση και την ταυτοποίηση ενισχυμένων με PCR στόχων, όπως η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση σε πηκτή (Garcia-Canas et al., 2004b- Heide et al., 2008a,b- Nadal et al., 2006), ο υβριδισμός σε επισημασμένα και χρωματισμένα σφαιρίδια και η κυτταρομετρία ροής (Fantozzi et al., 2008), ο υβριδισμός σε συστοιχίες (Germini et al (Shanahan et al., 2006).

Ενώ η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία που βασίζεται στο DNA, εναλλακτικές λύσεις, όπως η ισοθερμική ενίσχυση (Fukuta et al., 2004, Morisset et al., 2008a,b), η άμεση ανίχνευση του γονιδιωματικού DNA με τη χρήση ηλεκτροχημικών αισθητήρων (Stobiecka et al., 2007), η ανάλυση cDNA με τη χρήση μικροσυστοιχιών (Chen et al., 2004) και ο άμεσος υβριδισμός του γονιδιωματικού DNA σε μικροσυστοιχίες εισέρχονται στα συνήθη εργαστήρια. Τα εργαλεία αυτά γίνονται πολύ πιο ελκυστικά όταν συνδυάζονται με τεχνολογίες αυτοματοποίησης. Αυτές οι μέθοδοι υψηλής

απόδοσης είτε συνδυάζουν μία ή περισσότερες ολιγοπλεξικές PCR που ακολουθούνται από πολλαπλή (pooled) ταυτοποίηση του ενισχυμένου DNA (Hamels et al., 2009- Heide et al., 2008a,b- Leimanis et al., 2008- Mano et al., 2009- Nadal et al., 2006) είτε χρησιμοποιούν πολλαπλές ταυτόχρονες PCR (Hamels et al., 2009- He (Chaouachi et al., 2008- Mano et al., 2009).

### 3.3 Μελλοντικές προοπτικές

Οι τρέχουσες μέθοδοι δοκιμών είναι είτε απαγορευτικά δαπανηρές, είτε ακατάλληλες για χρήση στο πεδίο, είτε δεν έχουν επαρκή εξειδίκευση και ικανότητα ποσοτικού προσδιορισμού των ΓΤΟ. Οι μελλοντικές τεχνολογίες θα πρέπει να είναι ταχύτερες, φθηνότερες και ικανές για πολυπλεξία και ποσοτικοποίηση- θα πρέπει επίσης να είναι φορητές, ενώ θα πρέπει να είναι επαρκώς ακριβείς και ποσοτικές. Η επίτευξη όλων αυτών των στόχων μπορεί να αποδειχθεί πρόκληση. Εν τω μεταξύ, τα εργαστήρια προβλέπεται να εξαρτώνται όλο και περισσότερο από αποτελεσματικές διαδικασίες διαλογής που βασίζονται σε πολυπλεξία πρωτεϊνών και DNA, χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση μήτρας για να διαπιστωθεί η ανάγκη για πιο συγκεκριμένες μεθόδους ταυτοποίησης και ποσοτικοποίησης. Όταν θεσπιστούν επίσημα ποσοτικά όρια, οι ημιποσοτικές μέθοδοι ενδέχεται να αποκτήσουν δημοτικότητα προκειμένου να ταξινομηθούν τα δείγματα σε τρεις κατηγορίες: 1) συμβατά με ένα συγκεκριμένο ποσοτικό όριο, 2) μη συμβατά με ένα συγκεκριμένο ποσοτικό όριο και 3) που χρειάζονται πρόσθετη ποσοτική ανάλυση.

Η χαμηλού επιπέδου παρουσία μη εγκεκριμένων γεγονότων που έχουν εξεταστεί και θεωρηθεί ασφαλή σε άλλα έθνη μπορεί να γίνει όλο και περισσότερο αποδεκτή σε ορισμένες χώρες, προκειμένου να μετριαστούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο παγκόσμιο εμπόριο. Ωστόσο, οι παγκόσμιοι κανονισμοί για τον έλεγχο των ΓΤΟ, με ιδιαίτερη έμφαση στην ύπαρξη μη εγκεκριμένων ΓΤΟ, αναμένεται να αυξηθούν. (US Department of Agriculture, 2008- United States Government Accountability Office, 2008). Δεδομένων των ορίων της τεχνικής της μήτρας, όπως χρησιμοποιείται σήμερα, είναι σαφές ότι θα απαιτηθούν πρόσθετα αναλυτικά εργαλεία για να διευκολυνθεί ο εντοπισμός μη ανεκτών μη εγκεκριμένων περιστατικών.

Οι καινοτόμες τεχνολογίες μετασχηματισμού έχουν τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσουν τα είδη των αναλυτικών στόχων. Σε κάποιο βαθμό, τα ενδογενή, τα SNPs και η γονιδιακή αποσιώπηση απαγορεύουν τη χρήση της ταυτοποίησης ΓΤΟ με βάση τις πρωτεΐνες ή την PCR. Οι μικροσυστοιχίες γονιδιώματος, οι τεχνικές αλληλούχισης DNA, οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες και η φασματομετρία μάζας αποτελούν πιθανές επιλογές για την αντιμετώπισή τους.

Η εναρμόνιση και η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την ανάπτυξη ΓΤΟ, τις δοκιμές πεδίου και τις σχετικές αλληλουχίες DNA, τουλάχιστον μεταξύ των αρμόδιων αρχών και των σχετικών εργαστηρίων ελέγχου, μπορεί όχι μόνο να διευκολύνει την παρακολούθηση για μη εγκεκριμένους ΓΤΟ, αλλά μπορεί επίσης να είναι απαραίτητη για τον μετριασμό των πιθανών αρνητικών συνεπειών για το παγκόσμιο εμπόριο. Τέλος, οι αλλαγές στην πολιτική της βιοτεχνολογίας και στις απαιτήσεις αδειοδότησης και επισήμανσης μπορεί να μετατοπίσουν τις προτεραιότητες και να δημιουργήσουν νέα ζητήματα για τις εγκαταστάσεις ελέγχου ΓΤΟ, όπως καταδεικνύουν οι τρέχουσες προκλήσεις που σχετίζονται με τη στοίβαξη γονιδίων (Taverniers et al., 2008).

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### 4.1 Συνύπαρξη γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών με συμβατές και βιολογικές καλλιέργειες

Ένα κρίσιμο ερώτημα που προκύπτει ως αποτέλεσμα της εισαγωγής γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον είναι κατά πόσον η συμβίωση των οργανισμών αυτών με παραδοσιακές "συμβατικές" ή βιολογικές καλλιέργειες προκαλεί ζημία στις συμβατικές ή βιολογικές καλλιέργειες.

Το ζήτημα σε αυτή την περίπτωση είναι αν η ύπαρξη γενετικά τροποποιημένων οργανισμών σε καλλιέργειες που δεν είναι οι συνήθεις καλλιέργειες είναι τυχαία και αν οι αγρότες έχουν το δικαίωμα να αναπτύξουν συγκεκριμένα αγαθά. Επιπλέον, υπάρχει το ερώτημα αν οι

καταναλωτές θα έχουν τη δυνατότητα να αγοράζουν προϊόντα που προέρχονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς ή όχι.

Όλα τα μέρη που συμμετέχουν στη διερεύνηση της πιθανότητας μόλυνσης από μεταλλαγμένη ροή τονίζουν τον κίνδυνο, ο οποίος δεν είναι ασήμαντος, και παροτρύνουν τους αρμόδιους φορείς να αναλάβουν θετική δράση. Το 2002, η ΕΕ ασχολήθηκε για πρώτη φορά με αυτό το θέμα της συνύπαρξης. Στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι οι επιστήμονες να αποδεχθούν την ποσότητα του υλικού που μπορεί να μεταφερθεί από γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες σε συμβατικές ή βιολογικές καλλιέργειες. Οι αγρότες ζουν με το φόβο ότι οι συμβατικές τους καλλιέργειες θα μολυνθούν από γειτονικές γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες μέσω αερομεταφοράς ή επικονίασης από έντομα (Κολλάτος Γ., 2009).

Η διασταυρούμενη γονιμοποίηση των ΓΤΟ με άλλα είδη αποτελεί κίνδυνο που μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνος και να έχει απρόβλεπτες επιπτώσεις. Γονίδια από πλάσματα που έχουν τροποποιηθεί γενετικά μέσω της γύρης μεταδίδονται σε κοντινά καλλιεργούμενα φυτά. Ως αποτέλεσμα όλων αυτών, δημιουργούνται νέοι οργανισμοί που, ενώ δεν είναι γενετικά τροποποιημένοι, περιέχουν αναμφίβολα γονίδια από άλλους οργανισμούς. Αυτό δεν θα μπορούσε ποτέ να συμβεί στη φύση. Αυτό αναφέρεται από τους επιστήμονες ως γενετική μόλυνση. Κανείς δεν μπορεί να προβλέψει τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις από την ανάπτυξη αυτών των νέων ειδών. Οι αλλαγές στη βιοποικιλότητα της γης είναι απρόβλεπτες. Αν κάποιος θέλει να αναφερθεί σε τέτοια περιστατικά, αρκεί να δει το παράδειγμα του καλαμποκιού Β+. Η γύρη από αυτό το καλαμπόκι έχει τη δυνατότητα να είναι θανατηφόρα τόσο για τη μελισσοκομία όσο και για την πεταλούδα μονάρχη. Αν αυτή η γενετική ρύπανση συμβεί μέσω της διασταύρωσης με άλλα είδη, θα είναι δύσκολο να ανακαλυφθούν οι συνέπειες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Κουράκης Θ., 1997).

Μια άλλη επίδραση που πρέπει να διερευνηθεί είναι η εμφάνιση νέων φυτών που έχουν τη δυνατότητα να μολύνουν είτε το έδαφος είτε τον υδροφόρο ορίζοντα. Ο έλεγχος όλων αυτών θα είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκτελεστεί. Μια άλλη ακούσια συνέπεια θα είναι η αύξηση της ανθεκτικότητας των νέων υβριδίων στα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Εάν τα ζώα τα τρώνε, υπάρχει πιθανότητα να πληγεί η υγεία τους. Η ισορροπία του οικοσυστήματος θα διαταραχθεί, με αποτέλεσμα αρνητικές επιπτώσεις στη χλωρίδα και την άγρια ζωή της περιοχής. Τα υπόγεια ύδατα και οι καρποί που πέφτουν στο χωράφι ως

αποτέλεσμα των ΓΤΟ μπορεί να μολύνουν τις παραδοσιακές καλλιέργειες (Ασηθιανάκης Α. Π., 2020).

Η γενετική ποικιλομορφία απειλείται από την ευρεία υιοθέτηση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών, καθώς η γενετική ομοιογένεια θα κυριαρχήσει σε όλες τις καλλιέργειες. Έτσι, η εύλογη ανησυχία είναι αν η βιοτεχνολογία θα επιταχύνει τις διαδικασίες επιλογής, μειώνοντας έτσι τη γενετική ποικιλομορφία.

## 4.2 Άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις των ΓΤΟ

### 4.2.1. Καθαρή παραγωγή

Οι αποδόσεις του αραβοσίτου, του σιταριού, του ρυζιού και της σόγιας έχουν μείνει στάσιμες ή μειωθεί σε πολλά μέρη του κόσμου κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 50 ετών, με αποτέλεσμα να υπάρχουν κενά στις αποδόσεις σε σχέση με την προγραμματισμένη παραγωγή (Ray et al., 2012). Συνεπώς, απαιτούνται λύσεις γεωργικής διαχείρισης που να ενισχύουν την καθαρή παραγωγή των καλλιεργειών (Mueller et al., 2012- Ray et al., 2012), πολύ περισσότερο που η κλιματική αλλαγή προβλέπεται να επηρεάσει τις παγκόσμιες συνθήκες ανάπτυξης, μεταβάλλοντας έτσι τις γεωργικές απαιτήσεις. Η φυτική παραγωγή μπορεί να αυξηθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα με τη μείωση του φορτίου εντόμων, ασθενειών και ζιζανίων. Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες (ΓΤ καλλιέργειες) που έχουν σχεδιαστεί για αντοχή στα ζιζανιοκτόνα (ΗΤ), ανθεκτικότητα στα έντομα και/ή μεγαλύτερη αντοχή στο στρες προβλέπεται να ικανοποιήσουν ένα μέρος των αυξανόμενων αναγκών παραγωγής (Areal et al., 2013). Το ρύζι που έχει τροποποιηθεί για αυξημένη απορρόφηση νιτρικών υπερτερεί έναντι του μη τροποποιημένου ρυζιού σε δοκιμές κλιματικού θαλάμου υπό βέλτιστη και ανεπαρκή παροχή αζώτου (Ranathunge et al., 2014), ωστόσο τα αποτελέσματα δεν έχουν ακόμη επιβεβαιωθεί στον αγρό. Τόσο τα πειράματα πεδίου όσο και τα πειράματα μεσοκόσμου αποκάλυψαν ότι είναι κρίσιμο να λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος και η αντιστάθμιση μεταξύ των χαρακτηριστικών όταν αξιολογείται ο αντίκτυπος στην καθαρή παραγωγή. Για παράδειγμα, οι αντισταθμίσεις μεταξύ της ανθεκτικότητας στα παράσιτα και της ανοχής στην ξηρασία (Naik

et al., 2005, Yanni et al., 2010), της ανθεκτικότητας στα παράσιτα και της αποδοτικότητας χρήσης αζώτου (Haegerle and Below, 2013) και των στοιβαγμένων χαρακτηριστικών και της φυσικής κατάστασης (Londo et al., 2011a, Shi et al., 2013) έχουν μελετηθεί σε διάφορα περιβαλλοντικά πλαίσια, γεγονός που καθιστά τη γενίκευση δύσκολη. Έτσι, κλιματικές μεταβλητές όπως η θερμοκρασία και η βροχόπτωση (Naik et al., 2005, Shi et al., 2013, Xu et al., 2013), όταν συνδυάζονται με ποικιλίες και χαρακτηριστικά των καλλιεργειών, οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις στις εκτιμήσεις της προβλεπόμενης απόδοσης μεταξύ των μελετών (Alston et al., 2009, Edgerton, 2009, Xu et al., 2013). Οι Shi κ.ά. (2013) κατέδειξαν αυξημένες αποδόσεις σε ποικιλίες αραβοσίτου που παράγουν τοξίνες από το *Bacillus thuringiensis* (Bt) που στοχεύουν τον ευρωπαϊκό αραβοσίτορα (*Ostrinia nubilalis*) ή προσδίδουν ανοχή στη γλυφοσινάτη, αλλά όχι σε ποικιλίες Bt που στοχεύουν τον ριζοσπάστη του αραβοσίτου (*Diabrotica* sp.) ή προσδίδουν ανοχή στη γλυφοσάτη, κατά τη διάρκεια ενός πειράματος αγρού διάρκειας 20 ετών. Η ετήσια διακύμανση της απόδοσης ήταν μικρότερη στις μεταλλαγμένες ποικιλίες από ό,τι στις κανονικές ποικιλίες, υπογραμμίζοντας την κρίσιμη ανάγκη μακροχρόνιας έρευνας.

Τα γενετικά τροποποιημένα μικρόβια μπορούν να τροποποιηθούν για να αυξήσουν την απόδοση των φυτών. Για παράδειγμα, σε σύγκριση με μη τροποποιημένα στελέχη του αζωτοδεσμευτικού βακτηρίου *Sinorhizobium meliloti*, ένα στέλεχος που έχει τροποποιηθεί ώστε να υπερεκφράζει γονίδια που εμπλέκονται στην ανάπτυξη συμβίωσης με τη μηδική (*Medicago sativa*) επέδειξε ένα παροδικό πλεονέκτημα σε μελέτες σε μικρόκοσμο και πεδίο (van Dillewijn et al., 2001). Όταν αυτό το γενετικά τροποποιημένο στέλεχος εξετάστηκε στον αγρό, το *S. meliloti* αποίκισε αμέσως τη ριζόσφαιρα του φυτού-ξενιστή και ανέστειλε την ανάπτυξη της *Pseudomonas* (Schwieger and Tebbe, 2000), γεγονός που υποδηλώνει ότι ο μικροβιακός πληθυσμός της ριζόσφαιρας μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στην εισαγωγή μικροβιακών στελεχών. Ωστόσο, η επίδραση του φυτικού είδους στη σύνθεση της μικροβιακής κοινότητας ήταν ισχυρότερη από την επίδραση του εμβολιασμού του GM *S. meliloti* (Schwieger and Tebbe, 2000). Γενικά, η ανεπάρκεια κατανόησης της χρήσης των ΓΤ μικροοργανισμών στο πεδίο καθιστά αδύνατη την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων σχετικά με τις οικολογικές επιπτώσεις ή τις επιπτώσεις τους στην καθαρή παραγωγή.



Τα γενετικά τροποποιημένα αγροτικά ζώα και ψάρια για τρόφιμα και ζωοτροφές περιλαμβάνουν είδη που έχουν τροποποιηθεί γενετικά για τη βελτίωση οικονομικά σημαντικών χαρακτηριστικών (Devlin et al., 2001), όπως ο ρυθμός ανάπτυξης, η σύνθεση του γάλακτος (Reh et al., 2004), η ανθεκτικότητα σε ασθένειες (Wall et al., 2005) και η επιβίωση (Forabosco et al., 2013), (Konishi et al., 2011). Η βιοτεχνολογική χειραγώγηση μη εξημερωμένων ζώων έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για την επιτάχυνση του ρυθμού ανάπτυξης των ψαριών. Στην ίδια ηλικία, το σωματικό βάρος των γενετικά τροποποιημένων σολομοειδών, κυπρίνων και τιλάπιων μπορεί να είναι έως και 100 φορές μεγαλύτερο από αυτό του άγριου τύπου (Nam et al., 2008). Η AquaBounty Technologies παρήγαγε τον σολομό AquAdvantage, ο οποίος είναι ένας σολομός του Ατλαντικού (*Salmo salar*) με ένα γονίδιο από σολομό Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) και έναν προωθητή από ωκεάνιο σφυρί (*Zoarcetes americanus*). Τα γενετικά τροποποιημένα ψάρια αναπτύχθηκαν 5-10 φορές ταχύτερα από τα μη γενετικά τροποποιημένα ψάρια κατά τη διάρκεια του σταδίου πριν από την εκκόλαψη. Ως αποτέλεσμα, αυτά τα ΓΤ ψάρια ωριμάζουν ένα χρόνο νωρίτερα από τους μη ΓΤ σολομούς (Butler and Fletcher, 2009, Fletcher et al., 2004). Μια άλλη τεχνική για την αύξηση της παραγωγής είναι ο χειρισμός των μυών έτσι ώστε να αναπτύσσονται δύο μυϊκές στιβάδες αντί για μία, όπως έχει αποδειχθεί στην ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*) (Medeiros et al., 2009).

#### 4.2.2. Κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών

Ο κύκλος των θρεπτικών στοιχείων επηρεάζεται άμεσα από την τροποποίηση των γονιδίων που εμπλέκονται στη χρήση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και έμμεσα από την τροποποίηση των μεταβολικών ή της σύνθεσης των φυτικών ιστών. Στα χερσαία οικοσυστήματα, δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή στους ρυθμούς αποσύνθεσης των υπολειμμάτων μεταξύ του αραβοσίτου Bt (Yanni et al., 2010), του ρυζιού Bt (Fang et al., 2012, Lu et al., 2010a) ή του σιταριού με αντιμυκητιασικά χαρακτηριστικά (Duc et al., 2011) σε σύγκριση με τα αντίστοιχα μη ΓΤΟ. Επιπλέον, δεν υπήρχαν διαφοροποιήσεις στο ρυθμό αποσύνθεσης μεταξύ μεταλλαγμένων και μη μεταλλαγμένων φύλλων *Populus* (Axelsson et al., 2011) ή μεταξύ φυτικού υλικού αραβοσίτου Bt και μη Bt σε υδάτινα ενδιαιτήματα (Chambers et al., 2010, Swan et al., 2009). Σε πειράματα πεδίου, οι γεωργικές πρακτικές (Londoo-R et al., 2013, Mungai et al.,

2005) και ο τύπος του φυτικού ιστού (Londoo-R et al., 2013) αποδείχθηκε ότι έχουν μεγαλύτερη σημασία για τον ρυθμό αποσύνθεσης από ό,τι οι ΓΤ ή μη ΓΤ ποικιλίες. Ωστόσο, ένα πείραμα πεδίου που χρησιμοποίησε μια διαγονιδιακή σειρά σημύδας με αντιμυκητιασικές ικανότητες αποκάλυψε μια μέτρια αύξηση των νηματωδών που τρέφονται με βακτήρια και όχι με μύκητες, χωρίς καμία επίδραση στον ρυθμό ή την ποιότητα της αποσύνθεσης (Vauramo et al., 2006). Αυτό μπορεί να εκληφθεί ως μείωση του αριθμού των μυκήτων στα φύλλα ως αποτέλεσμα των αντιμυκητιασικών επιδράσεων της σημύδας, παρέχοντας λιγότερη τροφή για τα μυκητοφάγα σκουλήκια. Υπήρξαν αναφορές για αλλαγές στη σύνθεση της μικροβιακής κοινότητας στα ριζοστρώματα ΓΤ και μη ΓΤ αραβόσιτου που καλλιεργήθηκε στον αγρό, ωστόσο οι διαφορές δεν ήταν τόσο σημαντικές όσο αυτές που παρατηρήθηκαν μεταξύ συμβατικών τύπων (Dohrmann et al., 2013).

Η χρήση γλυφοσάτης σε καλλιέργειες ΧΤ μπορεί ενδεχομένως να έχει έμμεση επίδραση στην ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων μέσω μικροβίων, καθώς το εν λόγω ζιζανιοκτόνο περιλαμβάνει τόσο άνθρακα όσο και άζωτο. Η γλυφοσάτη επηρέασε σημαντικά την ανακύκλωση του αζώτου σε μια εργαστηριακή έρευνα που χρησιμοποίησε εννέα διαφορετικά εδάφη, τόσο όσον αφορά την αύξηση του αζώτου που αποθηκεύτηκε στη μικροβιακή βιομάζα όσο και τη μακροπρόθεσμη αύξηση της ανοργανοποίησης του αζώτου (Haney et al., 2002). Έμμεσες επιπτώσεις στην ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών μπορεί επίσης να προκύψουν ως αποτέλεσμα αλλαγών στη στοιχειομετρία των θρεπτικών συστατικών της ριζόσφαιρας. Σε ένα πείραμα σε γλάστρα με βαμβάκι Bt, η διαθεσιμότητα αμμωνίου και νιτρικών μειώθηκε, αλλά η διαθεσιμότητα φωσφόρου αυξήθηκε σε σύγκριση με την ισογονική γραμμή (Sarkar et al., 2008). Τα φύλλα των φυτών βαμβακιού Bt περιέχουν πολύ περισσότερο άζωτο με τη μορφή αμινοξέων και ελεύθερων πρωτεϊνών σε σχέση με τα φύλλα των φυτών βαμβακιού χωρίς Bt (Chen et al., 2005). Αυτό δείχνει ότι το βαμβάκι Bt μειώνει το διαθέσιμο άζωτο στη ριζόσφαιρα μέσω της υψηλότερης απορρόφησης και ενσωμάτωσης αζώτου από αμμωνία και νιτρικά στα φύλλα σε σύγκριση με την ισογονική γραμμή. Εναλλακτικά, ένα διαγονιδιακό φυτό με εκκρίματα με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα μπορεί να μειώσει το pH στη ριζόσφαιρα, μειώνοντας έτσι το ρυθμό νιτροποίησης (Motavalli et al., 2004), επηρεάζοντας έτσι τον κύκλο του αζώτου στο έδαφος.

Η κτηνοτροφία αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή ρύπανσης από άζωτο και φώσφορο παγκοσμίως (Sutton et al., 2011) και η αποτελεσματική αξιοποίηση των ζωοτροφών στα γενετικά τροποποιημένα ζώα έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τον κύκλο των θρεπτικών στοιχείων μειώνοντας τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων από το ζώο στην κοπριά. Ο γενετικά τροποποιημένος χοίρος *Enviropig* καταναλώνει όλο το φωσφορικό άλας στα σιτηρά και τη σόγια και αποβάλλει 60% λιγότερο φωσφορικό άλας από τους συνηθισμένους χοίρους (Golovan et al., 2001). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς χοίρους, τα *Enviropigs* εκφράζουν το ένζυμο φυτάση στο σάλιο τους, επιτρέποντάς τους να χωνεύουν και να εξαγάγουν σημαντικά περισσότερο φώσφορο από τη φυτική διατροφή. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να αποφευχθεί η προσθήκη πρόσθετου φωσφόρου στη ζωοτροφή, μειώνοντας τόσο το άμεσο κόστος ζωοτροφών όσο και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής ζωοτροφών. Οι Phillips κ.ά. (2006) έδειξαν ότι η διασπορά κοπριάς από τα *Enviropigs* θα απαιτούσε 33% λιγότερη έκταση από τη διασπορά κοπριάς από παραδοσιακούς χοίρους. Ένα παράπονο που διατυπώθηκε σχετικά με το *Enviropig* είναι ότι επιτρέπει στους ιδιοκτήτες χοίρων να αποθηκεύουν περισσότερη κοπριά στην εκμετάλλευση λόγω της χαμηλότερης περιεκτικότητας των αποβλήτων σε φώσφορο. Αυτό μπορεί να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς αυξάνει τη συγκέντρωση άλλων χημικών ουσιών, όπως το άζωτο και το αμμώνιο (Food & Water Watch, 2010).

#### 4.2.3 Ροές αερίων του θερμοκηπίου

Οι ΓΤΟ μπορούν να έχουν άμεση επίδραση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) μέσω της τροποποίησης των εκπομπών που παράγονται από τα φυτά, τους οργανισμούς του εδάφους και τα ζώα της εκμετάλλευσης, ή μπορούν να έχουν έμμεση επίδραση μέσω αλλαγών στη διαχείριση του συστήματος παραγωγής. Στο πλαίσιο της δασοκομίας, τα δέντρα λεύκης με χαμηλό ισοπρένιο έχουν σχεδιαστεί για να συμβάλλουν στη μείωση της παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου (Behnke et al., 2012), αλλά η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου στις αροτραίες καλλιέργειες είναι πιο έμμεση. Μεταξύ 1996 και 2008, οι μειωμένοι ψεκασμοί με φυτοφάρμακα που συνδέονται με καλλιέργειες ανθεκτικές στα έντομα και οι τεχνικές μη άροσης που συνδέονται με καλλιέργειες ΗΤ οδήγησαν σε εξοικονόμηση καυσίμων άνω των 8000 τόνων

CO<sub>2</sub> (Brookes and Barfoot, 2010). Ωστόσο, η αυξημένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων έχει αναιρέσει τα οφέλη των μεθόδων μη άροσης στη διαχείριση των ζιζανίων (Mortensen et al., 2012), επιλέγοντας ζιζάνια ανθεκτικά στα ζιζανιοκτόνα. Ένας συνδυασμός μηχανικής ζιζανιοκτονίας και χρήσης ζιζανιοκτόνων με διαφορετικούς τρόπους δράσης έχει προταθεί ως τρόπος μείωσης των προβλημάτων ζιζανίων (Gilbert, 2013, Harker et al., 2012), αλλά η αυξημένη κατεργασία του εδάφους αναιρεί την προηγούμενη μείωση του CO<sub>2</sub> που επιτεύχθηκε μέσω της μειωμένης εξάρτησης του συστήματος μη άροσης από καύσιμα.

Η πρόσφατη μικροβιακή έρευνα έχει επικεντρωθεί στη μείωση των εκπομπών N<sub>2</sub>O από το έδαφος και όχι των εκπομπών CO<sub>2</sub>, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι δυνατότητες μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Η νιτροποίηση (η οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά) και η απονιτροποίηση (η αναγωγή των νιτρικών σε N<sub>2</sub>O ή αέριο άζωτο) είναι δύο μικροβιακές διεργασίες που είναι κρίσιμες για τις εκπομπές N<sub>2</sub>O. Έχουν διερευνηθεί βιοτεχνολογικές τεχνικές για την αύξηση της αποτελεσματικότητας των μικροοργανισμών απονιτροποίησης με την ολοκλήρωση της διαδικασίας με τη χρήση N<sub>2</sub> αντί για N<sub>2</sub>O ή για την έκφραση βακτηριακών αναγωγασών του N<sub>2</sub>O σε φυτά (Philippot and Hallin, 2011, Richardson et al., 2009). Οι Itakura et al. (2013) απέδειξαν πρόσφατα το πρώτο σε μικρόκοσμο και το δεύτερο στο εργαστήριο (Wan et al., 2012). Τα καλλιεργούμενα φυτά μπορούν επίσης να τροποποιηθούν γενετικά ώστε να παράγουν βιολογικούς αναστολείς της νιτροποίησης (Subbarao et al., 2007, Subbarao et al., 2009), οι οποίοι μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών N<sub>2</sub>O από τη νιτροποίηση και την απονιτροποίηση εμποδίζοντας την παραγωγή του υποστρώματος για την απονιτροποίηση όταν οι νιτροποιητές είναι ανασταλμένοι. Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου γενετικής τροποποίησης είναι ότι μπορεί να μειωθεί η έκπλυση νιτρικών. Έτσι, η πρόσφατη έρευνα έχει τεκμηριώσει τη βιωσιμότητα πολλών τρόπων για τη μείωση των εκπομπών N<sub>2</sub>O μέσω της χρήσης γενετικά τροποποιημένων μικροοργανισμών. Η δυσκολία θα είναι να αναπτυχθούν μέθοδοι για την εφαρμογή αυτών των ιδεών σε πραγματικές καταστάσεις.

Η κτηνοτροφία συνεισφέρει 9% CO<sub>2</sub>, 37% CH<sub>4</sub> και 65% N<sub>2</sub>O στις συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Steinfeld et al., 2006). Η αύξηση της παραγωγικότητας στην κτηνοτροφία (δηλαδή, καλύτερη αναλογία παραγωγής προς κατανάλωση ανά ζώο) προβλέπεται να οδηγήσει σε έμμεσες μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλη την αλυσίδα ζωικών προϊόντων (Hegarty, 1999, Hook et al., 2010, Ross et al., 2013).

#### 4.2.4. Αύξηση ή μείωση της βιοποικιλότητας

Οι επιπτώσεις των ΓΤΟ στη βιοποικιλότητα έχουν εξεταστεί κυρίως από την άποψη του κινδύνου εξαφάνισης ειδών και της επιρροής που μπορεί να έχει ένα ΓΤ χαρακτηριστικό στη γενετική ποικιλότητα και κατά συνέπεια στη λειτουργία του οικοσυστήματος σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Μελέτες πεδίου για την ελαιοκράμβη HT, τον αραβόσιτο Bt, το ρύζι Bt, το ΓΤ σιτάρι με αντιμυκητιασικές ιδιότητες και τη ΓΤ πατάτα με τροποποιημένη παραγωγή αμύλου έχουν καταδείξει ότι οι περιβαλλοντικοί και βιοτικοί παράγοντες, καθώς και οι γεωργικές πρακτικές, όπως ο τύπος του συστήματος κατεργασίας του εδάφους, μπορούν να έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο στη μικροπανίδα και τις μικροβιακές κοινότητες του εδάφους από ό,τι οι γενετικές ιδιότητες της καλλιέργειας (Baumgarte and Tebbe, 2005, Duc et al, 2011, Dunfield and Germida, 2003, Griffiths et al., 2007, Hannula et al., 2012, Liu et al., 2008, Lupwayi et al., 2007, Sessitsch et al., 2004). Σε μελέτες πεδίου και εργαστηριακές μελέτες, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις των καλλιεργειών Bt σε γαιοσκώληκες (Icoz and Stotzky, 2008, Shu et al., 2011), ξυλοκόπια, κολλέμβολα, ακάρεα και πρωτόζωα, ή μη στοχευόμενα Chrysomelids (Devos et al., 2012), ή μη στοχευόμενα Chrysomelids (De Vaufleury et al., 2007).

Οι Axelsson κ.ά. (2011) ανακάλυψαν αυξημένες πληθυσμιακές πυκνότητες διαφόρων υδρόβιων εντόμων σε νερό ρέματος που περιείχε φυλλόσκονη Bt *Populus*, αλλά δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν μια μοναδική μεταβλητή που να ευθύνεται για αυτή τη μεταβολή στην κοινότητα της πανίδας. Ωστόσο, έχουν καταγραφεί πιθανές επιπτώσεις στους νηματώδεις του εδάφους και στις προνύμφες μη στοχευόμενων εντόμων σε επίπεδο είδους (Icoz and Stotzky, 2008). Το *Lepidostoma lida*, ένα ασπόνδυλο που τεμαχίζει φύλλα και απαντάται σε ρεύματα γλυκού νερού, αναπτύχθηκε με βραδύτερο ρυθμό στο εργαστήριο όταν του χορηγήθηκαν υπολείμματα καλαμποκιού Bt, αλλά όχι σε συνθήκες πεδίου. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε πρόσθετους στρεσογόνους παράγοντες στα φυσικά ρέματα, όπως τα φυτοφάρμακα και η αλλαγή της ροής του νερού (Chambers et al., 2010). Όσον αφορά τους μύκητες του εδάφους, πειράματα στο θερμοκήπιο δείχνουν ότι πολλές σειρές αραβοσίτου Bt αποικίζονται λιγότερο από αφιδωτούς μυκορριζικούς μύκητες (Cheeke et al., 2011, Cheeke et al., 2012b). Η επίδραση αυτή δεν διαπιστώθηκε σε συνθήκες αγρού (Cheeke et al., 2013), ενώ σε αγροτεμάχια με ιστορικό καλλιέργειας αραβοσίτου Bt παρατηρήθηκαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις σπορίων αφιδωτών

μυκορριζικών μυκήτων σε σχέση με αγροτεμάχια με καλλιέργεια αραβοσίτου χωρίς Bt (Cheeke et al., 2014).

Δεν υπήρξαν ενδείξεις για επιβλαβή επίδραση του αραβοσίτου Bt στο φυσιολογικό προφίλ των μικροβιακών κοινοτήτων σε επίπεδο κοινότητας τόσο σε έρευνες σε θάλαμο ανάπτυξης (Blackwood and Buyer, 2004) όσο και σε έρευνες πεδίου (Lurwayi et al., 2007), ή στο ρυθμό μείωσης των νιτρικών στον αγρό (Philipot et al., 2006). Το ρύζι και το βαμβάκι που εκφράζουν τοξίνες Bt δεν οδήγησαν σε ανιχνεύσιμες αλλαγές στις κοινότητες βακτηρίων και μυκήτων του εδάφους στον αγρό (Lachnicht et al., 2004- Li et al., 2011- Lu et al., 2010a) ή σε εργαστηριακές δοκιμές (Shen et al., 2006). Η μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων αποτελεί έμμεσο όφελος των καλλιεργειών Bt για τη βιοποικιλότητα (Benbrook, 2012- Naranjo, 2011), αυξάνοντας τον αριθμό των ειδών που δεν αποτελούν στόχο (Naranjo, 2011). Ενώ ορισμένα από αυτά τα μη στοχευόμενα πλάσματα έχουν εξελιχθεί σε παράσιτα, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η αύξηση του αριθμού των φυσικών εχθρών των επιβλαβών εντόμων ανακουφίζει την πίεση των παρασίτων (Naranjo, 2011).

#### 4.2.5. Σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ καλλιεργειών και ζιζανίων και τροφικές αλληλεπιδράσεις για την καταπολέμηση παρασίτων

Η ανθεκτικότητα στις καλλιέργειες Bt και η ανθεκτικότητα των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα είναι πιο πιθανό να προκύψει όταν χρησιμοποιούνται ΓΤ φυτά με ανοχή σε ένα συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο ή έντομο παράσιτο αντί για μηχανικό βοτάνισμα ή άλλα μέτρα ελέγχου των παρασίτων (Harker et al., 2012). Σε περισσότερους από τους μισούς από τους 13 κύριους πληθυσμούς επιβλαβών οργανισμών στους οποίους στοχεύουν οι καλλιέργειες Bt, έχει εμφανιστεί ανθεκτικότητα των εντόμων στην τοξίνη Bt (Gassmann et al., 2014, Tabashnik et al., 2013). Η παρακολούθηση της ανθεκτικότητας των επιβλαβών οργανισμών και η εφαρμογή στρατηγικών ολοκληρωμένης διαχείρισης μπορούν να βελτιώσουν την επιτυχία των καλλιεργειών Bt (Tabashnik et al., 2013), συμπεριλαμβανομένης της χρήσης πολλαπλών στρατηγικών επαναφοράς, όπως η στόχευση της υπολειπόμενης ανθεκτικότητας, η απελευθέρωση στειρών επιβλαβών εντόμων για τη μείωση της αναπαραγωγής ανθεκτικών

ατόμων και η ανάμειξη σπόρων Bt/μη Bt εντός του ίδιου αγρού (Monsanto, 2014a, Monsanto, 2014b, Tabashnik et al., 2010). Η σημασία αυτών των μεθόδων αποδεικνύεται από μελέτες σε πληθυσμούς εντόμων πεδίου, όπως το σκουλήκι του βαμβακιού (*Helicoverpa armigera*), το οποίο έχει ανακαλυφθεί ότι φιλοξενεί γονίδια ανθεκτικότητας στην τοξίνη Bt (Zhang et al., 2012). Επιπλέον, υπάρχουν αναφορές για μετατόπιση ειδών παρασίτων στο βαμβάκι ως αποτέλεσμα της μειωμένης πίεσης των παρασίτων-στόχων (Lu et al., 2010b, Zhao et al., 2011)

Η ανθεκτικότητα των ζιζανίων στη γλυφοσάτη έχει παρατηρηθεί σε όλα τα έθνη όπου χρησιμοποιείται η γλυφοσάτη και η Διεθνής Έρευνα για τα Ζιζανιοκτόνα έχει εντοπίσει 30 είδη ζιζανίων με πληθυσμούς ανθεκτικούς στη γλυφοσάτη (Hear, 2014). Οι Gliddon (1994) και Ellstrand (2003) αποδεικνύουν ότι η ροή γονιδίων από συμβατικά εκτρεφόμενες καλλιέργειες σε άγριους συγγενείς υπήρχε πάντα, και επομένως αναμένεται ροή γονιδίων μεταξύ μεταλλαγμένων καλλιεργειών και άγριων συγγενών. Ωστόσο, οι οικολογικές συνέπειες θα εξαρτηθούν από το κατά πόσον συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έχουν αυξημένη, ουδέτερη ή μειωμένη επίδραση στην καταλληλότητα των πληθυσμών των αποδεκτών (Ellstrand et al., 2013). Ομοίως, η εγγενής βιολογία και η διαχείριση των καλλιεργειών θα επηρεάσουν την ποσότητα της γονιδιακής ροής. Στην ελαιοκράμβη, υβρίδια μεταξύ της ελαιοκράμβης HT (*Brassica napus*) και του ζιζανίου άγριας γογγύλης (*Brassica rapa*) ανακαλύφθηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα (τέσσερα χρόνια) κατά μήκος των ορίων των αγρών (Warwick et al., 2008), παρά την απουσία πίεσης επιλογής για την HT και τη χαμηλότερη βιωσιμότητα γύρης των υβριδίων HT.

Η αμειψισπορά που κατευθύνεται κατά των ασθενειών των φυτών μπορεί να δώσει ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα για να αποτραπεί η πρόσθετη μεταφορά γύρης από την ελαιοκράμβη HT στην άγρια γογγύλια. Ωστόσο, η ελαιοκράμβη είναι γνωστή για τον μακροχρόνιο λήθαργο των σπόρων της και τα εθελοντικά ΓΤ φυτά, δηλαδή φυτά που προκύπτουν σε επόμενες καλλιέργειες, μπορεί να εμφανιστούν έως και δέκα χρόνια μετά την καλλιέργεια της ΓΤ ελαιοκράμβης (D'Hertefeldt et al., 2008). Ο αποτελεσματικός και αποδοτικός έλεγχος των εθελοντών είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή της συσσώρευσης σπόρων ελαιοκράμβης στην τράπεζα σπόρων και της συνεχούς εμφάνισης εθελοντικής ελαιοκράμβης (Beckie et al., 2006, Begg et al., 2006). Ενώ η κατεργασία του εδάφους ή ο ψεκασμός σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης μπορεί να διαχειριστεί τα εθελοντικά ΓΤ φυτά, ο έλεγχος των ανθεκτικών στη γλυφοσάτη εθελοντών απαιτεί ψεκασμό με πιο ισχυρά ζιζανιοκτόνα, όπως 2,4-D ή ζιζανιοκτόνα

με βάση τη φαινοξυλίνη (Légère et al., 2006). Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η ελαιοκράμβη ΧΤ διασπείρεται μέσω διαδρόμων μεταφοράς, δημιουργώντας βιώσιμους πληθυσμούς μακριά από τις αρχικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις (Kawata et al., 2009, Schafer et al., 2011). Σε αυτό το άγριο περιβάλλον, οι πληθυσμοί αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν ως δεξαμενή για την επιμονή των μεταλλαγμένων (Squire et al., 2011) και υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί η ροή γονιδίων για το χαρακτηριστικό HT, παρά το γεγονός ότι η ελαιοκράμβη επικονιάζεται κυρίως με αυτογονιμοποίηση και με έντομα, ενώ η επικονίαση με τον άνεμο αποτελεί πολύ μικρότερη συνιστώσα (Ramsay et al., 2003, Warwick et al., 2008). Οι ιδιότητες διασποράς της ελαιοκράμβης είναι αρκετά διαφορετικές από εκείνες του εξωστρεφούς και ανεμογονιμοποιούμενου bentgrass (*Agrostis stolonifera*), το οποίο έχει άφθονη μετακίνηση γύρης σε μεγάλες αποστάσεις.

Αυτή η διανομή γύρης σε μεγάλες αποστάσεις θεωρείται ότι είναι ο λόγος για τη γρήγορη εξάπλωση του HT creeping bentgrass από ένα πείραμα πεδίου σε κοντινά φυσικά ενδιαίτηματα (Zapiola et al., 2008). Πρόσφατα καταγράφηκε αυθόρμητος υβριδισμός μεταξύ του HT *A. stolonifera* και του άγριου *Polygonum monspeliensis* (Zapiola and Mallory-Smith, 2012). Με τη χρήση μοντέλων που προσδιορίζουν τα κρίσιμα στάδια του κύκλου ζωής της καλλιέργειας, είναι δυνατόν να μετριάσει η μεταφορά γονιδίων από τις καλλιέργειες HT στα ζιζάνια (Begg et al., 2006; Sester et al., 2012), ενώ τα μοντέλα προσομοίωσης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη της εξέλιξης της ανθεκτικότητας στα ζιζάνια και για την αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών διαχείρισης (Bagavathiannan et al., 2014).

### **4.3 Πώς αντιλαμβάνονται οι καταναλωτές τα οφέλη και τα ρίσκα των ΓΤΤ**

Η τεχνολογική πρόοδος στην παραγωγή τροφίμων θεωρείται αναπόφευκτη εξέλιξη στη σημερινή βιομηχανία τροφίμων, και από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ένας σημαντικός αριθμός νέων τροφίμων ή συστατικών τροφίμων που καταναλώνονται παγκοσμίως έχει αναπτυχθεί με τη χρήση γενετικής τροποποίησης. Ωστόσο, επειδή η πλειονότητα των καταναλωτών δεν γνωρίζει τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, είναι αναπόφευκτο να αγνοεί



την επιστημονική βάση της γενετικά τροποποιημένης τεχνολογίας, καθώς και τα πιθανά πλεονεκτήματα και τις ανησυχίες της.

Οι αντιλήψεις των καταναλωτών για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς έχουν δείξει στο παρελθόν ότι οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται μεγαλύτερους κινδύνους από ό,τι πλεονεκτήματα.

Οι καταναλωτές, σύμφωνα με μελέτες, αντιλαμβάνονται διάφορους κινδύνους και κανένα πλεονέκτημα που συνδέεται με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Ο συνολικός κυνισμός των καταναλωτών απέναντι στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα επηρεάζεται από τα συναισθήματά τους απέναντι στους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς. Μια άλλη έρευνα αποκάλυψε ότι τα περισσότερα άτομα που γνωρίζουν τους ΓΤΟ πιστεύουν ότι τα πλεονεκτήματα υπερτερούν των κινδύνων- παρ' όλα αυτά, είναι συνήθως απληροφόρητοι για το αν καταναλώνουν ή όχι γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Το εύρημα αυτό είναι παρόμοιο με τα ευρήματα αρκετών προηγούμενων ερευνών, τα οποία έδειξαν ότι παρά την αυξημένη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με τους ΓΤΟ και τα υποσχόμενα πλεονεκτήματά τους, έχουν αρνητική στάση απέναντι στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.

#### 4.3.1 Αντικειμενική και υποκειμενική γνώση των καταναλωτών

Η εκπαίδευση των καταναλωτών επηρεάζει τις απόψεις τους σχετικά με τις γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες και άλλα καταναλωτικά είδη. Παλαιότερες έρευνες κατέδειξαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατανόησης των καταναλωτών σχετικά με τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και της στάσης τους απέναντι στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Η ενημέρωση των καταναλωτών για τη ΓΤ τεχνολογία συνδέεται επίσης με τις απόψεις των καταναλωτών σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τους κινδύνους των ΓΤ τροφίμων και αναγνωρίζεται ως σημαντικό στοιχείο για την αντιστροφή των προκατειλημμένων πεποιθήσεων και προθέσεων σχετικά με τα ΓΤ τρόφιμα. Όταν οι πελάτες ασχολούνται έντονα με μια κατηγορία προϊόντων που έχει προσωπικό νόημα για αυτούς, οι γνώσεις τους για το προϊόν αυξάνονται. Επιπλέον, η υψηλότερη γνώση των καταναλωτών αυξάνει συχνά την πιθανότητα αναζήτησης πρόσθετων πληροφοριών στο πλαίσιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων εντός της

κατηγορίας προϊόντος, αυξάνοντας έτσι τη γνώση των πελατών. Τα άτομα συχνά φοβούνται τις απροσδόκητες απειλές όταν δεν έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για να προβλέψουν ή να αποτρέψουν ανεπιθύμητες συνέπειες. Έτσι, η αύξηση της ενημέρωσης των καταναλωτών για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς, και συνεπώς η αυξημένη αναζήτηση πληροφοριών από τους καταναλωτές, μπορεί να συμβάλει στην αλλαγή της στάσης των καταναλωτών σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.

Η γνώση των καταναλωτών ταξινομείται σε αντικειμενική και υποκειμενική λόγω της ασυμφωνίας μεταξύ αυτού που οι πελάτες πιστεύουν ότι γνωρίζουν και αυτού που πραγματικά γνωρίζουν για κάτι. Αυτή η διάκριση μπορεί να έχει αντίκτυπο στις αντιλήψεις και τις αγοραστικές προθέσεις των πελατών σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Η αντικειμενική γνώση, η οποία ορίζεται ως ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα που είναι αποθηκευμένες στη μακροπρόθεσμη μνήμη των καταναλωτών (δηλαδή η πραγματική γνώση ενός καταναλωτή), συνδέεται άρρηκτα με την ικανότητα ολοκλήρωσης εργασιών σχετικών με το προϊόν. Η υποκειμενική γνώση, από την άλλη πλευρά, βασίζεται στις άμεσες εμπειρίες των πελατών και στις ερμηνείες τους για τα γεγονότα αυτά και συνεπάγεται εγγύτητα με τα αγαθά και αυτοεπιλογή στην αλληλεπίδραση με τα προϊόντα.

Ενώ η αντικειμενική και η υποκειμενική γνώση είναι άρρηκτα συνδεδεμένες, προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι οι αντικειμενικές πληροφορίες σπάνια ταυτίζονται με την υποκειμενική γνώση. Σύμφωνα με μια μελέτη, ενώ η υποκειμενική και η αντικειμενική γνώση συνδέονται, δεν μπορούν να αντικαταστήσουν η μία την άλλη και θα πρέπει να μετρώνται ανεξάρτητα. Αρκετές έρευνες έχουν καταδείξει μια ασθενή ή μέτρια σύνδεση μεταξύ αυτών των δύο δομών. Σύμφωνα με το φαινόμενο Dunning-Kruger, οι καταναλωτές μπορεί να πιστεύουν ότι έχουν επαρκείς γνώσεις ενώ έχουν λίγες αντικειμενικές πληροφορίες, ακόμη και αν ο βαθμός αντικειμενικής γνώσης τους είναι μεγάλος, μπορεί περιστασιακά να αντιλαμβάνονται την υποκειμενική τους γνώση ως φτωχή. Έτσι, ο διαχωρισμός των δύο αντιλήψεων και η ανίχνευση της ανισοροπίας μεταξύ τους θα βοηθήσει στον προσδιορισμό του είδους της γνώσης που καθοδηγεί τη στάση των καταναλωτών απέναντι στα ΓΤ τρόφιμα, προσφέροντας τελικά χρήσιμες πληροφορίες για τις επιχειρήσεις τροφίμων.

#### 4.3.2 Γνώσεις, στάσεις και πρόθεση αγοράς των καταναλωτών

Οι φόβοι ή οι ανησυχίες των καταναλωτών για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα επηρεάζονται από το βαθμό ενημέρωσης και τις στάσεις τους σχετικά με τους αντιλαμβανόμενους κινδύνους και τα πλεονεκτήματα της γενετικής μηχανικής. Επειδή οι αντιλήψεις για τους κινδύνους και τα οφέλη εξαρτώνται από την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του προϊόντος από το άτομο, μπορούν να επηρεαστούν με την αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Όταν οι καταναλωτές στερούνται γνώσεων σχετικά με τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς, δεν είναι σε θέση να αξιολογήσουν αντικειμενικά τους πιθανούς κινδύνους και τα πλεονεκτήματα. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να μελετηθεί η σχέση μεταξύ της γνώσης των καταναλωτών και της στάσης απέναντι στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα με βάση τους αντιλαμβανόμενους κινδύνους και πλεονεκτήματα.

Επιπλέον, ενώ η ανάπτυξη γενετικά τροποποιημένων τροφίμων είναι ζωτικής σημασίας, αυτά χάνουν την αξία τους εάν οι πελάτες ανησυχούν για την ασφάλειά τους. Οι καταναλωτές έχουν ακούσει για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, αλλά δεν έχουν συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με αυτά και επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τα οποία δίνουν έμφαση στα αρνητικά χαρακτηριστικά των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ της ενημέρωσης των καταναλωτών για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και της στάσης και των ενεργειών τους, καθώς αυτό θα βοηθήσει στη διασφάλιση της ασφάλειας των καταναλωτών και θα παράσχει διαχειριστικές γνώσεις για τον τομέα των τροφίμων.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### 5.1 Μεθοδολογία

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ο ερευνητικός σχεδιασμός, το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, στοιχεία για τον πληθυσμό και το δείγμα, η μέθοδος δειγματοληψίας, το ερευνητικό εργαλείο, ηθικά ζητήματα και οι περιορισμοί.

#### 5.1.1 Ερευνητικός σχεδιασμός

Για να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία διερευνούσαν τις στάσεις των πολιτών σχετικά με τους Γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και η σχέση αυτών με τις περιβαλλοντικές αξίες τους, θεωρήθηκε ότι το πιο κατάλληλο είδος έρευνας ήταν η ποσοτική έρευνα, η οποία χρησιμοποιείται συχνά, ειδικά όταν στόχος του ερευνητή είναι η συγκέντρωση απόψεων γύρω από ένα θέμα (Mitchell & Jolley, 2007). Επομένως, θεωρήθηκε ότι η έρευνα έπρεπε να σχεδιαστεί με βάση αυτή τη στρατηγική ούτως ώστε να συγκεντρωθούν επαρκή δεδομένα γύρω από το θέμα των παραγόντων που σχετίζονται με το συγκεκριμένο θέμα. Παράλληλα, προτιμήθηκε να διεξαχθεί ποσοτική έρευνα, αφού πρόκειται για μια ερευνητική μέθοδο που χαρακτηρίζεται από ευχρηστία και ευκολία συλλογής όγκου ερευνητικών δεδομένων, συνήθως αριθμητικών, σε μικρό χρονικό διάστημα, σε αντίθεση με την ποιοτική έρευνα η οποία είναι περισσότερο χρονοβόρα και πιο περίπλοκη στη διεξαγωγή της. Επιπρόσθετα, η ποσοτική έρευνα εξυπηρετεί σκοπούς γενικευσιμότητας, ενώ συνδέεται με την εξαγωγή περιγραφικών και επαγωγικών αποτελεσμάτων, τα οποία μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για τις στάσεις και τις απόψεις ενός συγκεκριμένου πληθυσμού (Coolican, 2002· Bryman, 2008). Τέλος, για σκοπούς χρονικών περιορισμών, αποφασίστηκε η έρευνα να είναι συγχρονική, δηλαδή να διεξαχθεί σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, χωρίς επαναμέτρηση όπως γίνεται στις διαχρονικές μελέτες (Creswell, 2011).

#### 5.1.2. Ερευνητικό εργαλείο

Για να ερευνηθούν οι στάσεις των πολιτών σχετικά με του Γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και η σχέση αυτών με τις περιβαλλοντικές αξίες τους, έπρεπε να συγκεντρωθούν αρκετά δεδομένα σε εύρος με ένα ερωτηματολόγιο. Στα πλαίσια αυτά αποφασίστηκε το

ερωτηματολόγιο να αποτελεί το κύριο ερευνητικό εργαλείο που θα χρησιμοποιείτο στην έρευνα και να κατασκευαστεί από τον ερευνητή, αφού δεν βρέθηκε κάποιο έτοιμο ερωτηματολόγιο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα έρευνα. Το ερωτηματολόγιο αποτελεί το πιο συνηθισμένο ερευνητικό εργαλείο για τις έρευνες επισκόπησης, αφού συνάδει με τους σκοπούς που εξυπηρετούν, όντας εύχρηστο και εύκολο στη διανομή και συγκέντρωσή του, ενώ επίσης επιτρέπει να μαζευτούν πολλά δεδομένα γρήγορα που αναλύονται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία (Robson & McCartan, 2015· Creswell, 2011).

Για να επιτευχθεί ακρίβεια στη συλλογή των δεδομένων και να βελτιωθεί ο δείκτης ανταποκρισιμότητας, καθώς και η εγκυρότητα και αξιοπιστία, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ούτως ώστε το ερωτηματολόγιο να μπορεί να συμπληρωθεί εύκολα και γρήγορα από τους ερωτώμενους, να μην περιέχει συνηθισμένα λάθη που γίνονται κατά τη διατύπωση των ερωτήσεων, όπως είναι οι διπλές ή οι μεγάλες και δυσνόητες ερωτήσεις, να είναι απλό και κατανοητό, να είναι ενδιαφέρον για τους ερωτώμενους, να τους ενθαρρύνει να απαντήσουν, να προάγει την ειλικρίνεια και να είναι σύμφωνο με την ηθική δεοντολογία (Creswell, 2011· Mitchell & Jolley, 2007). Αποφασίστηκε επίσης το ερωτηματολόγιο να είναι δομημένο και περιέχει μόνο ερωτήσεις κλειστού τύπου, με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της εύκολης κωδικοποίησης και ανάλυσης αφενός, αλλά αφετέρου και του μεγαλύτερου πλούτου πληροφοριών και εύρους απαντήσεων (Coolican, 2004). Το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε με τρόπο που να μην φαίνεται μεγάλο, αφού όταν ένα ερωτηματολόγιο είναι σύντομο τότε συνδέεται με μεγαλύτερο βαθμό ανταποκρισιμότητας (Hutchinson, 2004).

Στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου ζητούνταν πληροφορίες για τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, δηλαδή το φύλο, την ηλικία, το ανώτερο επίπεδο μόρφωσης, κ.α.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου διερευνά τα Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα. Οι ερωτήσεις της συγκεκριμένης ενότητας ήταν κλειστού τύπου.

Το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου διερευνά τις γενικές σχετικές με το περιβάλλον και αποτελείται από 11 ερωτήσεις κλειστού τύπου. Το τελικό ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο παράρτημα Α.

### 5.1.3 Πληθυσμός – δείγμα

Τον πληθυσμό της έρευνας αποτέλεσαν άτομα από όλη την Ελλάδα. Το δείγμα επιλέχθηκε με συνδυασμό βολικής δειγματοληψίας και δειγματοληψίας χιονοστιβάδας (Creswell, 2011). Αν και η βολική δειγματοληψία δεν γίνεται με τυχαίο τρόπο και επομένως δεν επιτρέπει γενικευσιμότητα, από την άλλη όμως θεωρείται κατάλληλη μέθοδος όταν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί καθώς και δυσκολία εξεύρεσης του πληθυσμού, όπως συνέβη με την παρούσα έρευνα. Παράλληλα, η δειγματοληψία χιονοστιβάδας θεωρείται επίσης χρήσιμη για την περίπτωση όπου δεν είναι εύκολο να εντοπιστεί και να προσεγγιστεί ο πληθυσμός. Με τη δειγματοληψία χιονοστιβάδας λοιπόν γίνεται δυνατή η ανεύρεση δείγματος μέσα από την παραπομπή από συμμετέχοντες σε άτομα που θα μπορούσαν να συμμετάσχουν στην έρευνα, οι οποίοι με τη σειρά τους συστήνουν άλλα άτομα και ούτω καθεξής, όπως έγινε στην προκειμένη περίπτωση (Coolican, 2002).

Έτσι, παρά τις αδυναμίες των δύο τρόπων δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή βολική δειγματοληψία και δειγματοληψία χιονοστιβάδας, δεδομένου ότι στόχος της παρούσας έρευνας δεν ήταν η γενικευσιμότητα, κρίθηκαν κατάλληλες και τελικά συμπληρώθηκαν 218 ερωτηματολόγια (Robson & McCartan, 2015). Εξάλλου οι μέθοδοι αυτές έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι μπορούν να διεκπεραιωθούν σχετικά γρήγορα και χωρίς κάποιο κόστος.

### 5.1.4 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Αφού αποφασίστηκε ότι τα δεδομένα έπρεπε να συλλεχθούν μέσα από μια ποσοτική έρευνα ούτως ώστε να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα, επιλέχθηκε ως καταλληλότερο εργαλείο το ερωτηματολόγιο, όπως εξηγήθηκε προηγουμένως. Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον ερευνητή και δοκιμάστηκε πιλοτικά σε δείγμα 7 ατόμων. Αφού έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις με βάση τις υποδείξεις τους, το ερωτηματολόγιο στάλθηκε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε συνάδερφους, φίλους και γνωστούς του ερευνητή. Ο ερευνητής ήρθε σε τηλεφωνική επικοινωνία με διάφορους συναδέρφους και αφού τους εξηγούσε το σκοπό της έρευνας και τους διαβεβαίωνε για την ανωνυμία και την εμπιστευτικότητα, τους έστειλε το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, με την παράκληση να το συμπληρώσουν. Δεδομένου ότι η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική, οι ερωτώμενοι είχαν το δικαίωμα να μην συμμετάσχουν αν δεν το επιθυμούσαν.

Τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια καταχωρήθηκαν σε φύλλο του SPSS. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος κανονικότητας Kolmogorov – Smirnov και διαπιστώθηκε ότι το επίπεδο σημαντικότητας του συγκεκριμένου ελέγχου είναι μικρότερο του 5%, άρα οι μεταβλητές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες στατιστικές αναλύσεις περιγραφικής και μη παραμετρικής στατιστικής, στατιστικά κριτήρια για διαφορές, όπως Mann - Whitney και Kruskal - Wallis.. Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις των δεδομένων παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

#### 5.1.5 Ηθικά θέματα

Καθόλη τη διαδικασία της έρευνας λήφθηκε μέριμνα να τηρηθεί η ερευνητική δεοντολογία. Συγκεκριμένα τηρήθηκαν τα ακόλουθα (Robson & McCartan, 2015):

- Πληροφορημένη συναίνεση.
- Ανωνυμία και εμπιστευτικότητα.
- Δικαίωμα μη συμμετοχής στην έρευνα χωρίς καμία επίπτωση.
- Ειλικρίνεια και διαφάνεια κατά τη διαδικασία και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

#### 5.1.6 Περιορισμοί της έρευνας

Οι κύριοι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι ακόλουθοι (Creswell, 2011):

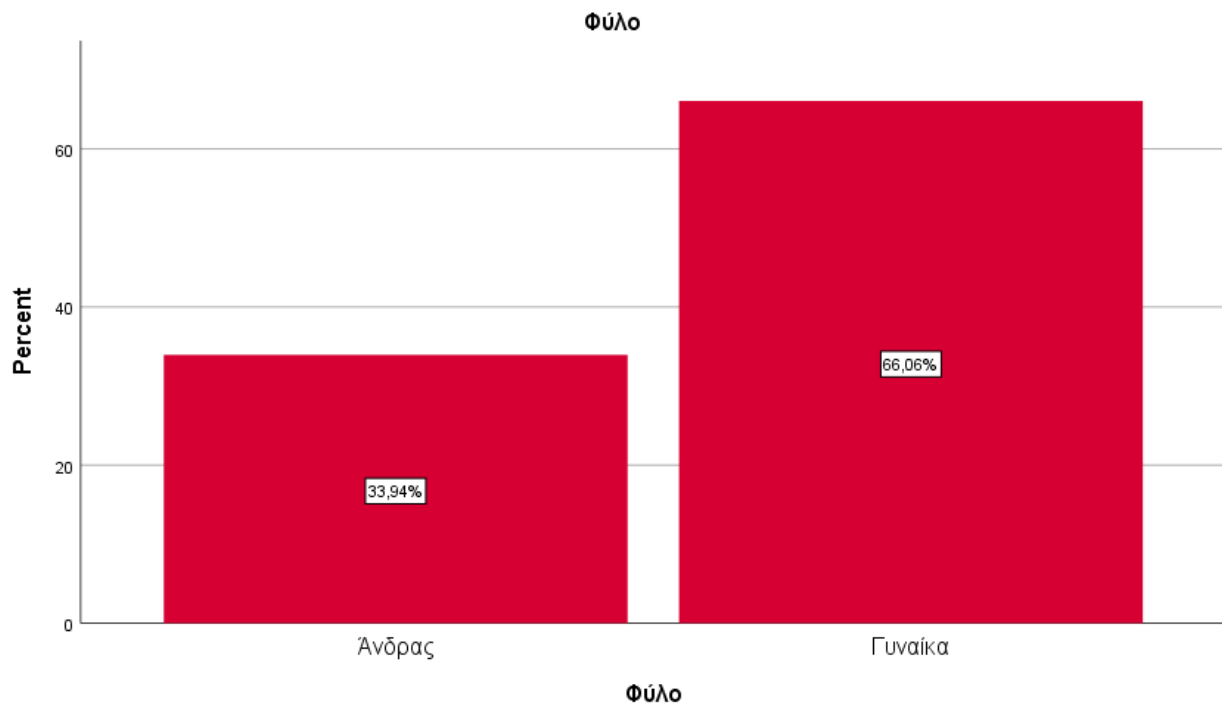
- Το δείγμα ήταν σχετικά μικρό, ενώ επιλέχθηκε με μη τυχαίο τρόπο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να γίνουν γενικεύσεις.
- Το γεγονός ότι ο ερευνητής προσέγγιζε προσωπικά τους ερωτώμενους πιθανόν να τους έχει οδηγήσει σε προκατάληψη και συγκεκριμένα σε προσπάθεια ανταπόκρισης στις προσδοκίες του ερευνητή.
- Οι απόψεις των συμμετεχόντων δεν έχουν διερευνηθεί σε βάθος, πράγμα που θα μπορούσε να γίνει με συνεντεύξεις.

## Κεφάλαιο 6°

### 6.1 Αποτελέσματα

#### 6.1.1 Γενικές ερωτήσεις

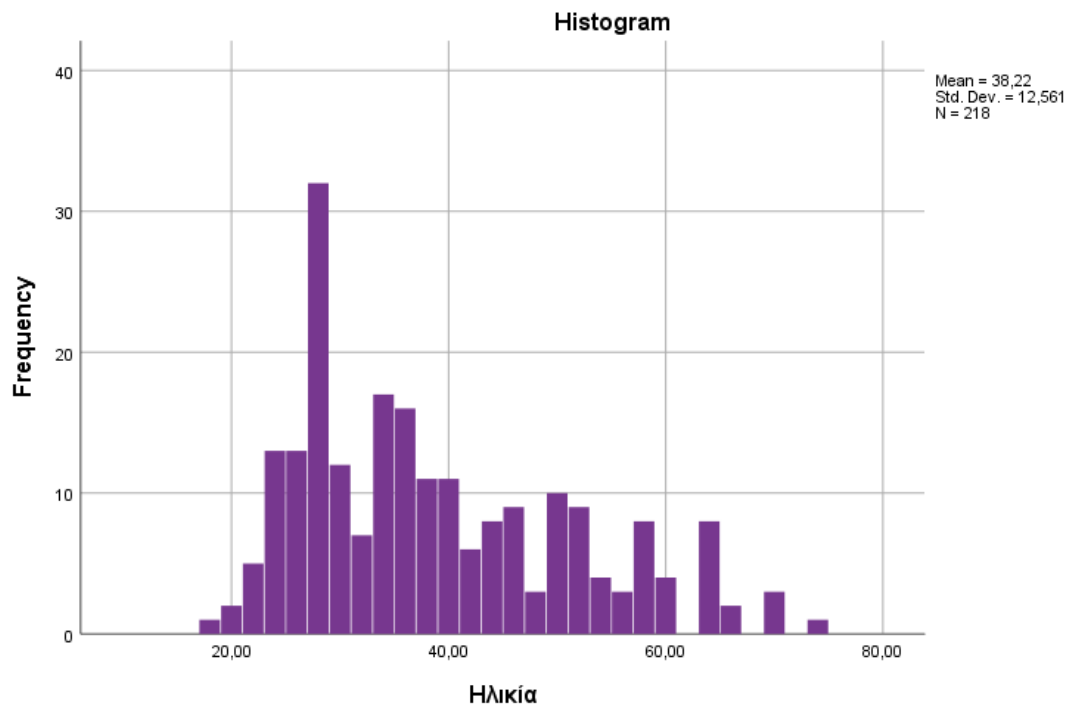
Σε αυτή την έρευνα συμμετείχαν 218 καταναλωτές. Οι περισσότεροι καταναλωτές ήταν γυναίκες (N=144, 66.1%) και το 33.9% αυτών ήταν άντρες.



**Διάγραμμα 1: Φύλο**

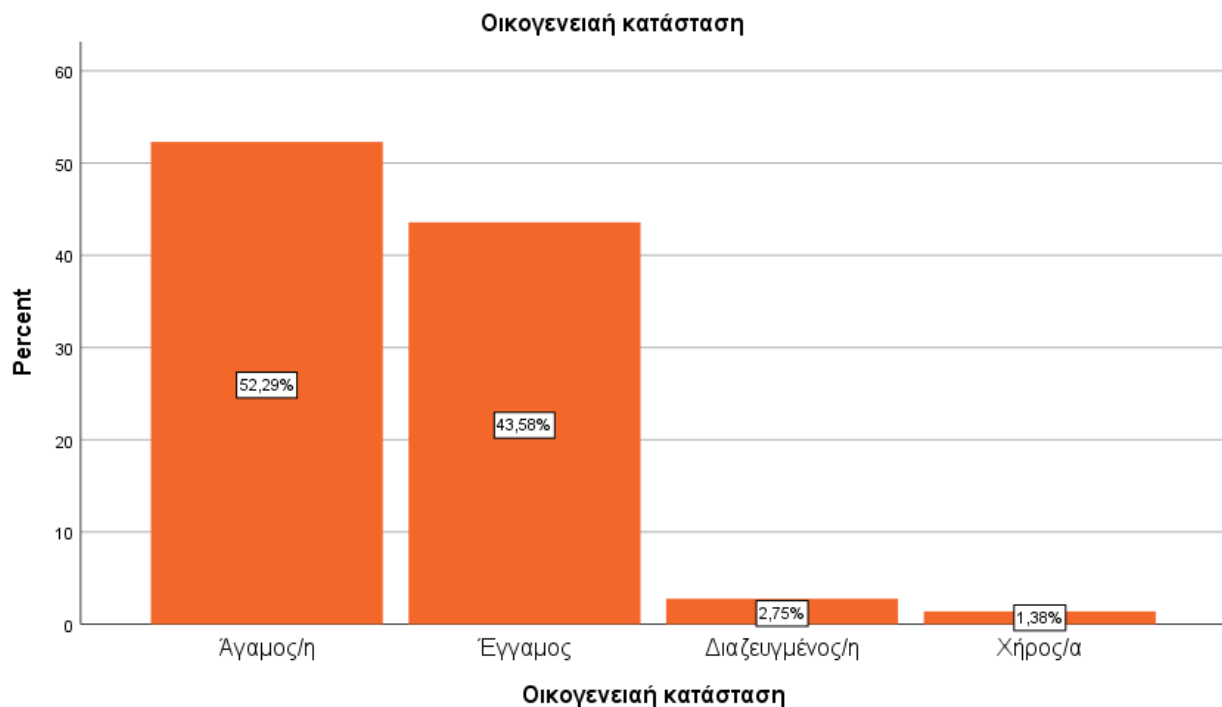


Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 38.2 έτη με απόκλιση 12.5 έτη.



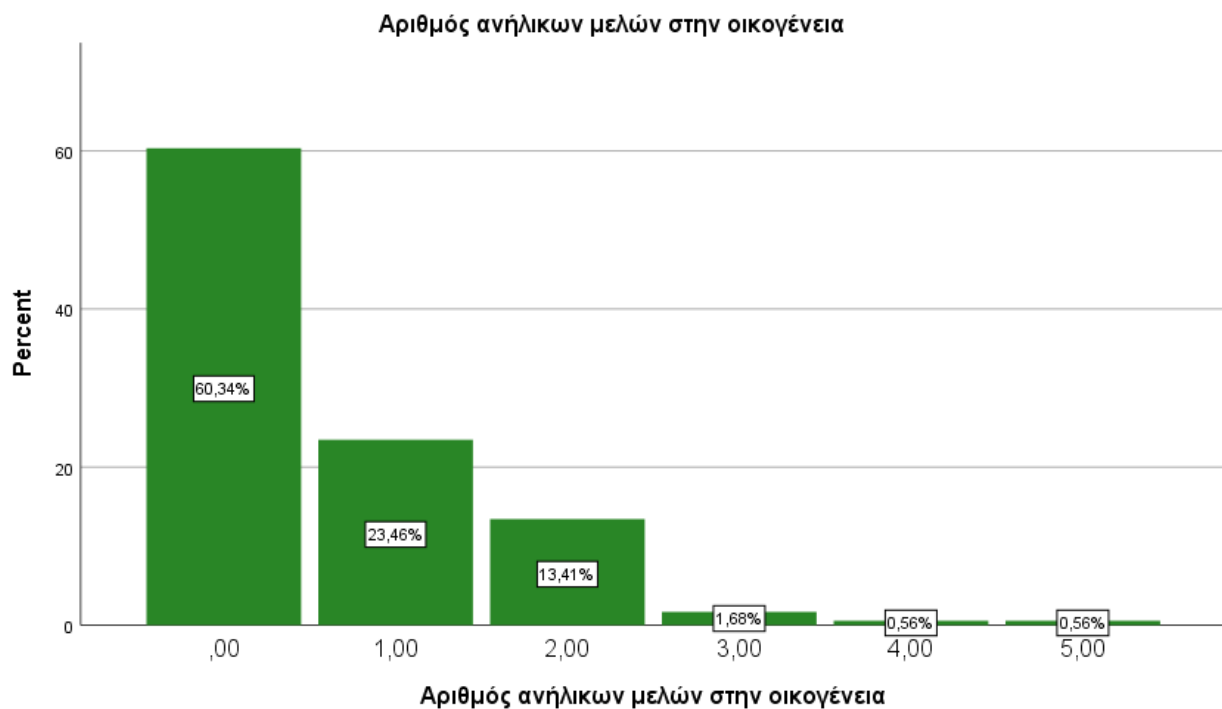
**Διάγραμμα 2: Ηλικία**

Από το διάγραμμα 3 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν άγαμοι (N=114, 52.3%). Το 43.6% των συμμετεχόντων ήταν έγγαμοι, το 2.8% αυτών διαζευγμένοι και το 1.4% αυτών χήροι/ες.



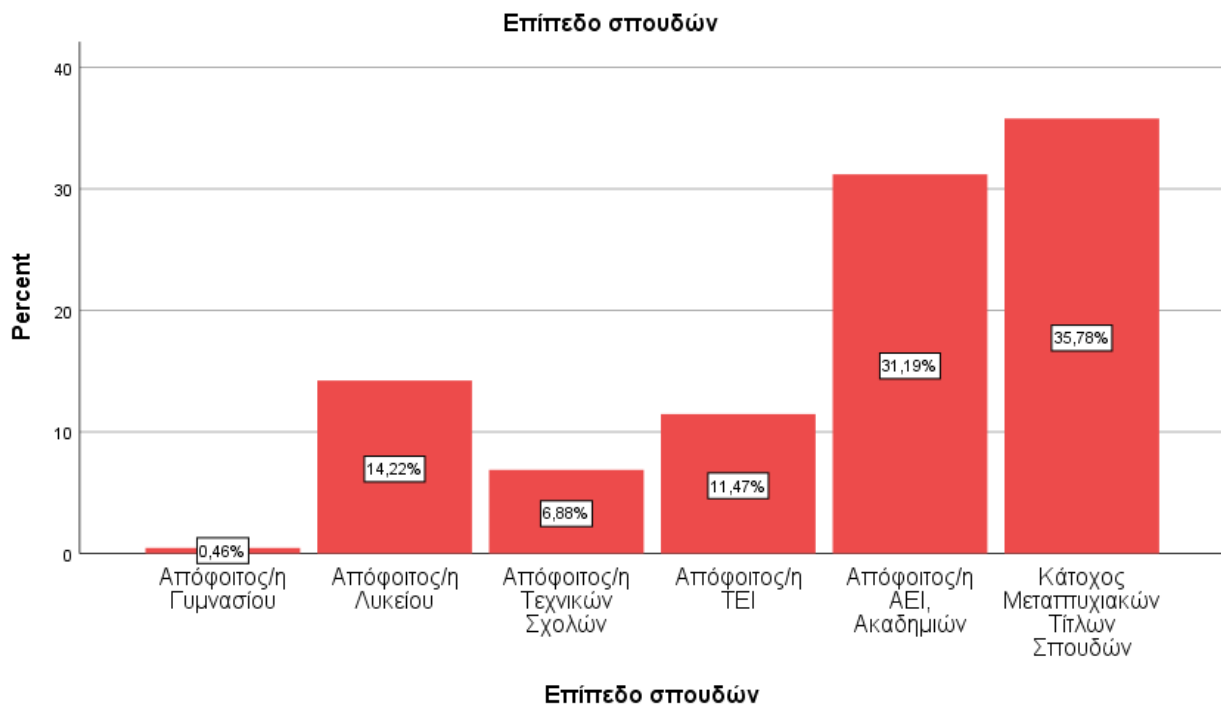
**Διάγραμμα 3: Οικογενειακή κατάσταση**

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται ότι οι περισσότεροι καταναλωτές δεν είχαν ανήλικα μέλη στην οικογένεια (N=108, 60.3%). Το 23.5% αυτών δήλωσαν ότι έχουν 1 ανήλικο μέλος στην οικογένεια, το 13.4% αυτών δήλωσαν ότι έχουν 2 ανήλικα μέλη στην οικογένεια, το 1.7% αυτών δήλωσαν ότι έχουν 3 ανήλικα μέλη στην οικογένεια και το 1.2% αυτών δήλωσαν ότι έχουν πάνω από 4 ανήλικα μέλη στην οικογένεια.



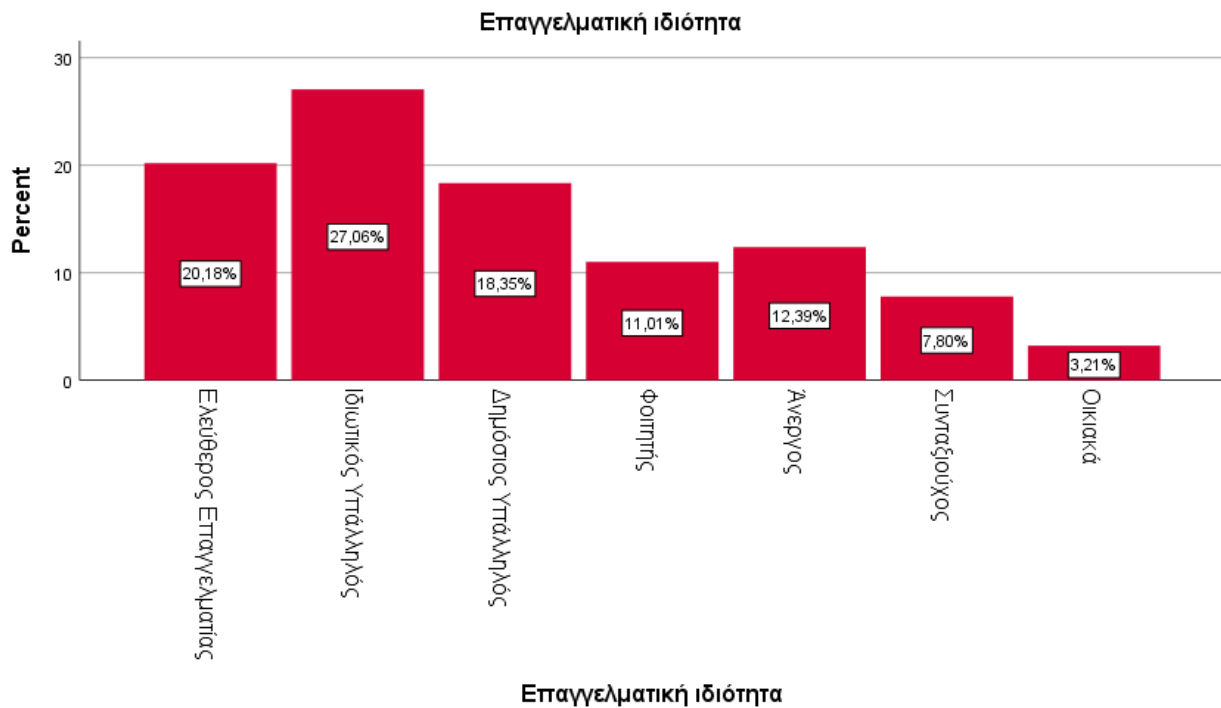
**Διάγραμμα 4: Αριθμός ανήλικών μελών στην οικογένεια**

Από το διάγραμμα 5 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι κάτοχοι Μεταπτυχιακών σπουδών (N=78, 35.8%). Το 31.2% των συμμετεχόντων είναι απόφοιτοι ΑΕΙ – Ακαδημιών, το 14.2% αυτών είναι απόφοιτοι Λυκείου, το 11.5% αυτών είναι απόφοιτοι ΤΕΙ, το 6.9% αυτών είναι απόφοιτοι Τεχνικών Σχολών και το 0.5% αυτών είναι απόφοιτοι Γυμνασίου.



**Διάγραμμα 5: Επίπεδο σπουδών**

Από το διάγραμμα 6 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι ιδιωτικοί υπάλληλοι (N=59, 27.1%). Το 20.2% των συμμετεχόντων είναι ελεύθεροι επαγγελματίες, το 18.3% αυτών είναι δημόσιοι υπάλληλοι, το 12.4% αυτών είναι άνεργοι, το 11% αυτών είναι φοιτητές, το 7.8% αυτών ήταν συνταξιούχοι και το 3.2% αυτών ασχολούνταν με τα οικιακά.



**Διάγραμμα 6: Επαγγελματική ιδιότητα**

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται ο τόπος καταγωγής των συμμετεχόντων. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες είχαν καταγωγή από την Αθήνα (N=42, 21%). Το 20.5% αυτών κατάγονται από την Θεσσαλονίκη και το 18.5% αυτών κατάγονται από την Μαγνησία. Οι υπόλοιπες περιοχές συγκέντρωσαν μικρότερα ποσοστά.

*Πίνακας 1: Τόπος καταγωγής*

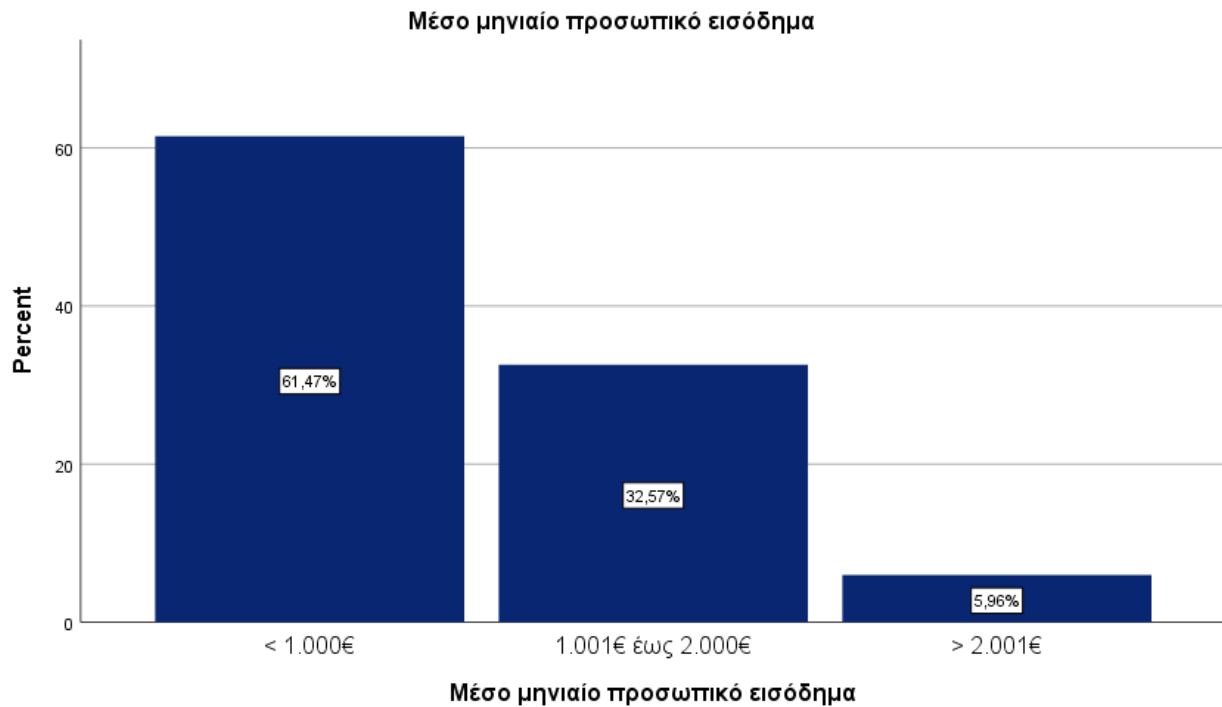
	Συχνότητα	Ποσοστό
Δεν απάντησαν	1	0.5%
Αθήνα	42	21%
Αλβανία - Τίρανα	1	0.5%
Μαγνησία	37	18.5%
Θεσσαλονίκη	41	20.5%
Άλλες περιοχές	98	49%
Total	218	100,0

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι περιοχές της μόνιμης κατοικίας των συμμετεχόντων. Από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες μένουν στην Αθήνα (N=63, 31.5%) και στην Θεσσαλονίκη (N=63, 31.5%). Το 36% αυτών διαμένουν είτε στην Μαγνησία, είτε σε άλλες περιοχές. Και οι υπόλοιπες περιοχές συγκέντρωσαν μικρότερα ποσοστά.

*Πίνακας 2: Μόνιμη κατοικία*

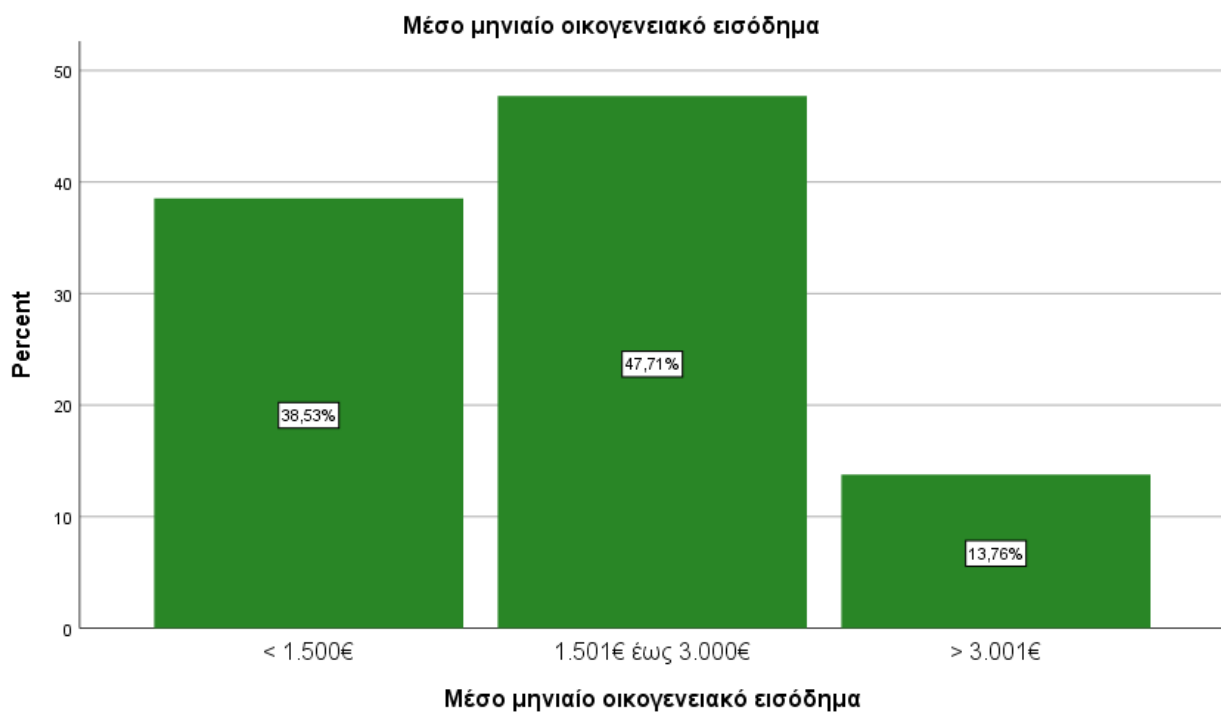
	Συχνότητα	Ποσοστό
Δεν απάντησαν	1	0.5%
Εξωτερικό	4	2%
Αθήνα	63	31.5%
Κρήτη	11	5.5%
Θεσσαλονίκη	63	31.5%
Λάρισα	4	2%
Μαγνησία	36	18%
Άλλες περιοχές	36	18%
Total	218	100,0

Από το διάγραμμα 7 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες έχουν μέσο μηνιαίο εισόδημα έως 1000 ευρώ (N=134, 61.5%). Το 32.6% των συμμετεχόντων έχουν μέσο μηνιαίο εισόδημα από 1001 – 2000 ευρώ και το 6% αυτών έχουν μέσο μηνιαίο εισόδημα πάνω από 2001 ευρώ.



**Διάγραμμα 7: Μέσο μηνιαίο προσωπικό εισόδημα**

Στο διάγραμμα 8 παρουσιάζεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες έχουν μέσο οικογενειακό εισόδημα 1501 – 3000 ευρώ (N=104, 47.7%). Το 38.5% των συμμετεχόντων έχουν μέσο μηνιαίο εισόδημα κάτω των 1500 ευρώ και το 13.8% αυτών έχουν μέσο μηνιαίο εισόδημα πάνω από 3001 ευρώ.



**Διάγραμμα 8: Μέσο μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα**



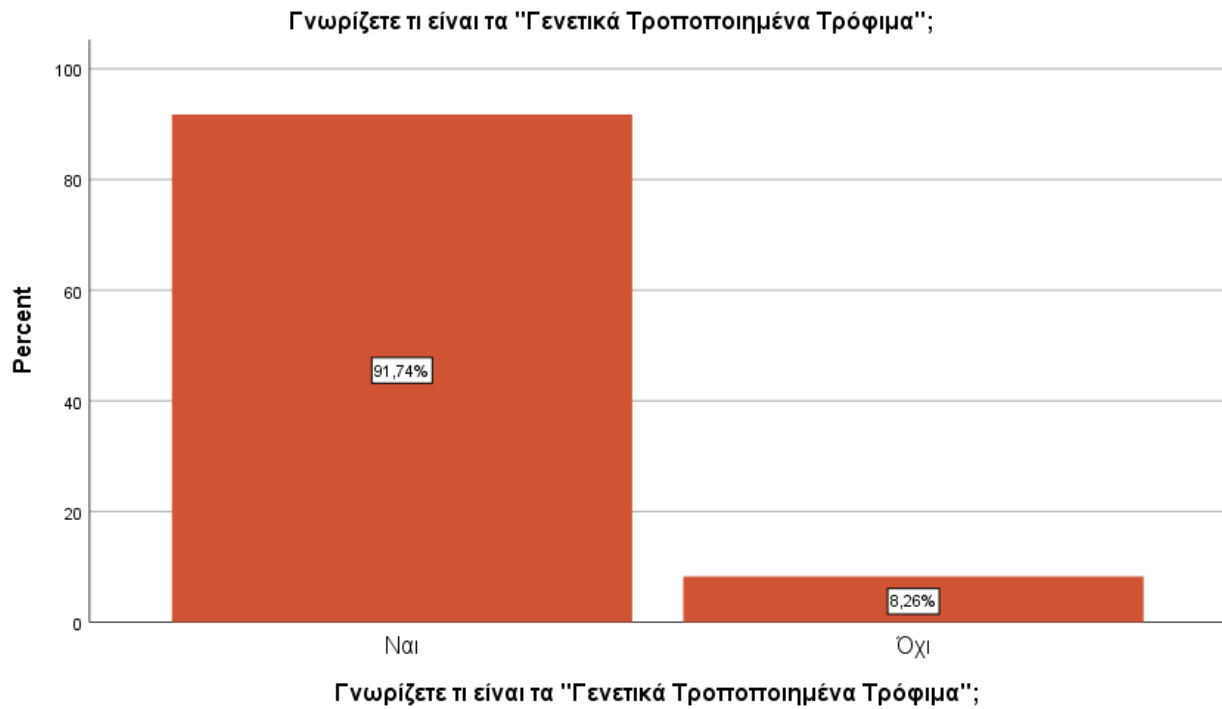
### *Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα*

Από τον πίνακα 3 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ενημερώνονται για θέματα διατροφής από βιβλία – περιοδικά – εφημερίδες (N=110, 50.5%). Το 41.3% των συμμετεχόντων ενημερώνονται για θέματα διατροφής από ειδικούς επιστήμονες, το 32.6% αυτών ενημερώνονται για θέματα διατροφής από συσκευασίες/ετικέτες τροφίμων, το 11.5% αυτών από το διαδίκτυο και το 1.2% αυτών ενημερώνονται είτε από φίλους – συγγενείς, είτε δεν ενημερώνονται από πουθενά.

*Πίνακας 3: Ενημέρωση για θέματα διατροφής*

	Συχνότητα	Ποσοστά
Ειδικοί επιστήμονες (ιατρούς, διαιτολόγους)	90	41.3%
Βιβλία/περιοδικά/εφημερίδες	110	50.5%
Τηλεόραση/ραδιόφωνο	67	30.7%
Συσκευασίες/ετικέτες τροφίμων	71	32.6%
Διαδίκτυο	25	11.5%
Συγγενείς - φίλοι	2	1.2%
Τίποτα	2	1.2%

Από το διάγραμμα 8 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες γνωρίζουν τι είναι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (N=200, 91.7%) και το 8.3% αυτών δεν γνωρίζουν τον όρο.



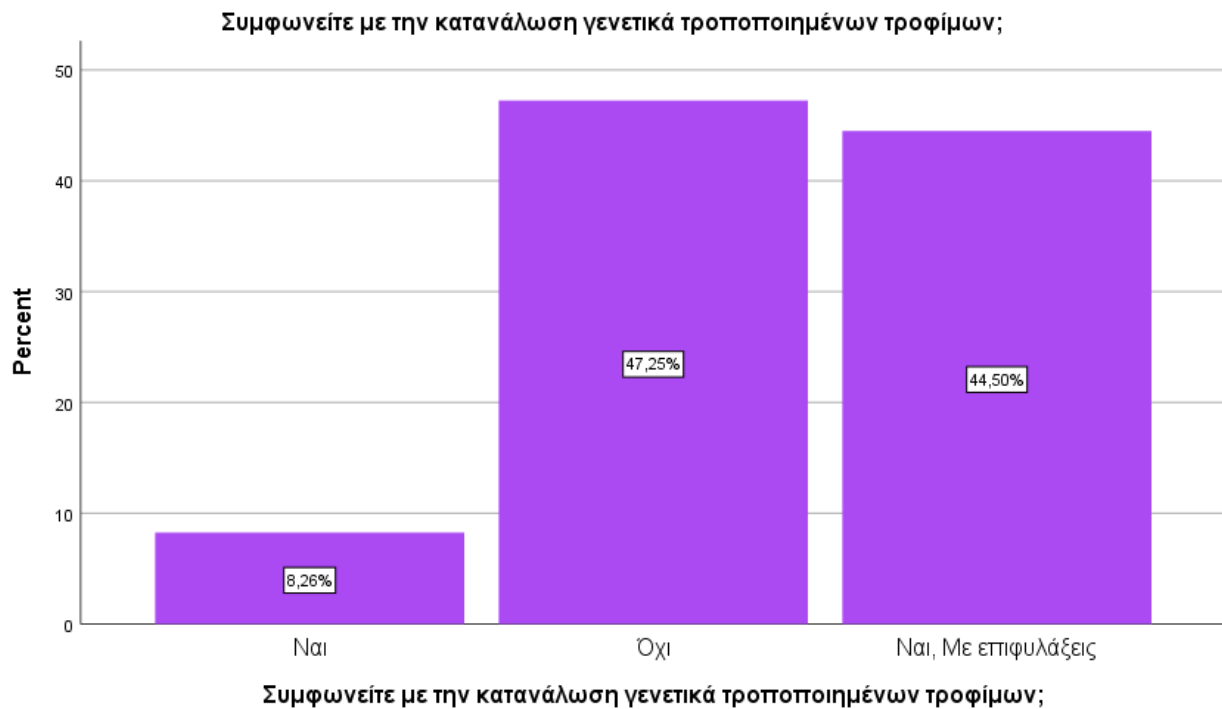
**Διάγραμμα 8: Γνώση του όρου «Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα»**

Από το διάγραμμα 9 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι δεν πρέπει να διοχετεύονται στην αγορά γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (N=144, 66.1%) και το 33.9% αυτών δήλωσαν ότι πρέπει να διοχετεύονται στην αγορά γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.



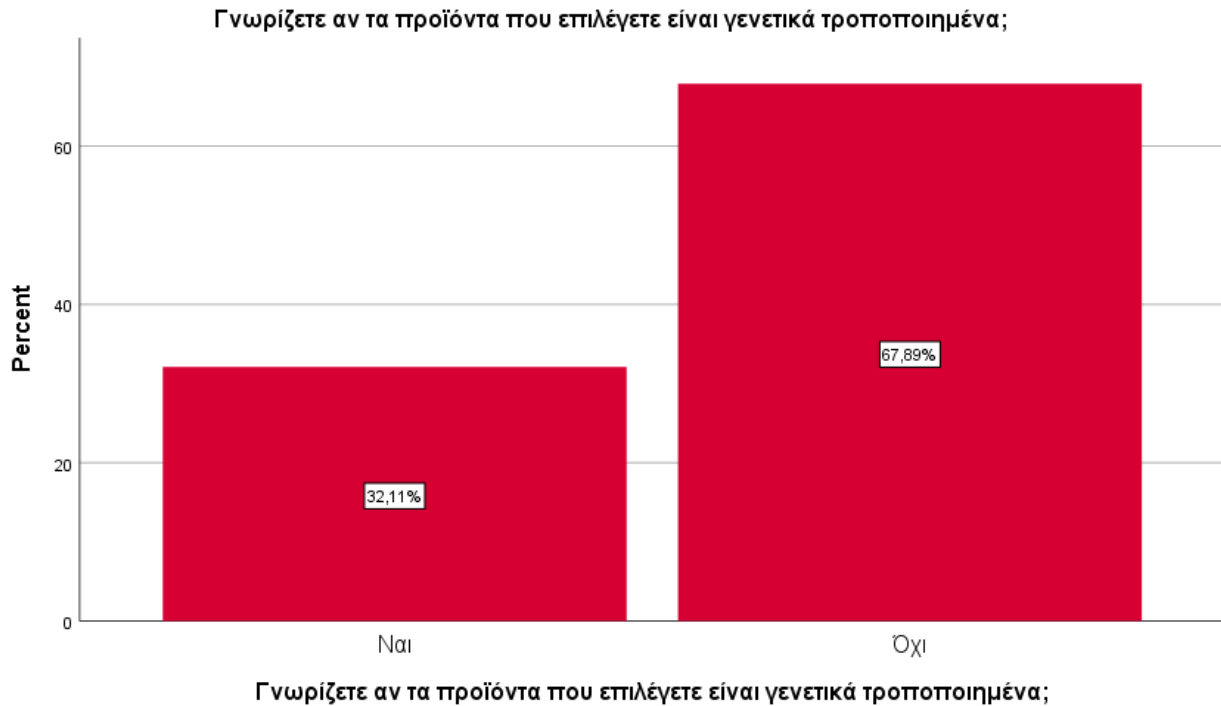
**Διάγραμμα 9: Διοχέτευση γενετικά τροποποιημένων προϊόντων**

Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δεν συμφωνούν με την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (N=103, 47.2%). Το 44.5% συμφωνούν με την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, αλλά με επιφυλάξεις και το 8.3% αυτών συμφωνούν με την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.



**Διάγραμμα 10: Συμφωνία με την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων**

Από τα διάγραμμα 11 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δεν γνωρίζουν αν τα προϊόντα που επιλέγουν είναι γενετικά τροποποιημένα (N=148, 67.9%) και το 32.1% αυτών γνωρίζουν αν τα προϊόντα που επιλέγουν είναι γενετικά τροποποιημένα.



**Διάγραμμα 11: Γνώση για το αν τα προϊόντα είναι γενετικά τροποποιημένα**

Από το διάγραμμα 12 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα θα πρέπει να φέρουν την ανάλογη σήμανση στην συσκευασία τους (N=213, 97.7%) και το 2.3% αυτών δήλωσαν ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν θα πρέπει να φέρουν την ανάλογη σήμανση στην συσκευασία τους.



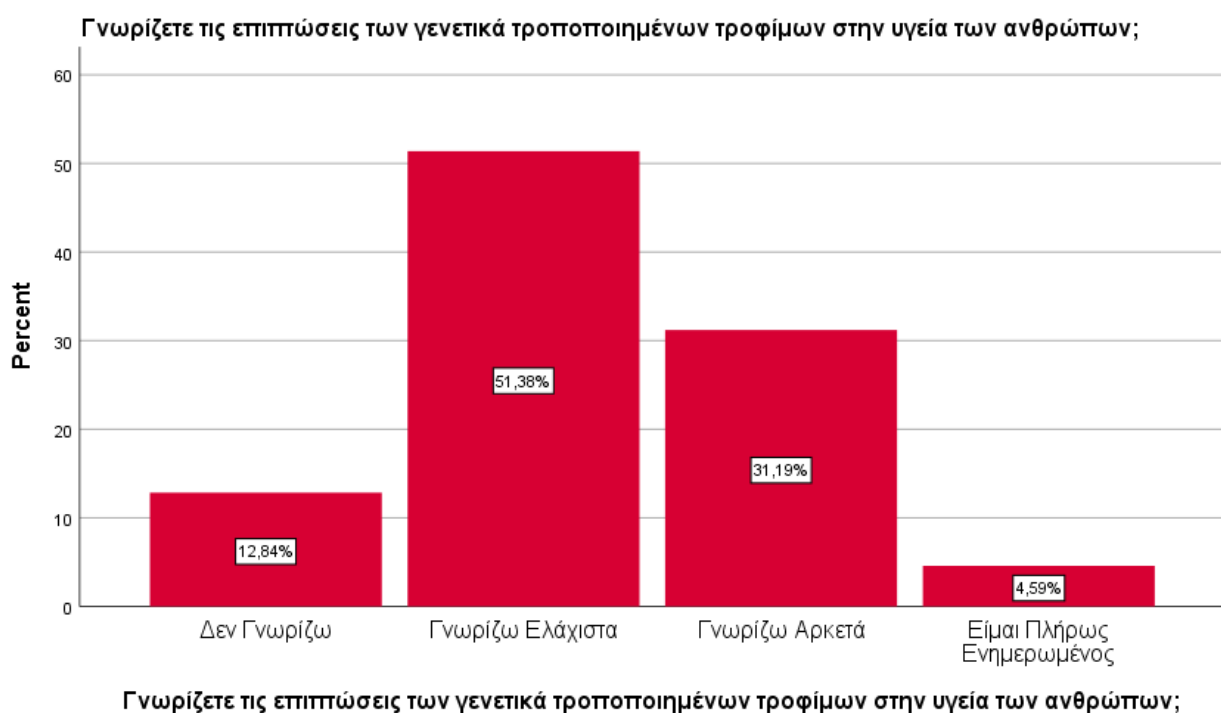
**Διάγραμμα 12: Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα πρέπει να φέρουν ανάλογη σήμανση στη συσκευασία**

Από το διάγραμμα 13 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες επιθυμούν περισσότερη πληροφόρηση σχετικά με γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα πριν τα καταναλώσουν (N=207, 95%) και το 5% αυτών δεν επιθυμούν περισσότερη πληροφόρηση σχετικά με γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα πριν τα καταναλώσουν.



**Διάγραμμα 13: Περισσότερη πληροφόρηση σχετικά με γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα πριν τα καταναλώσουν**

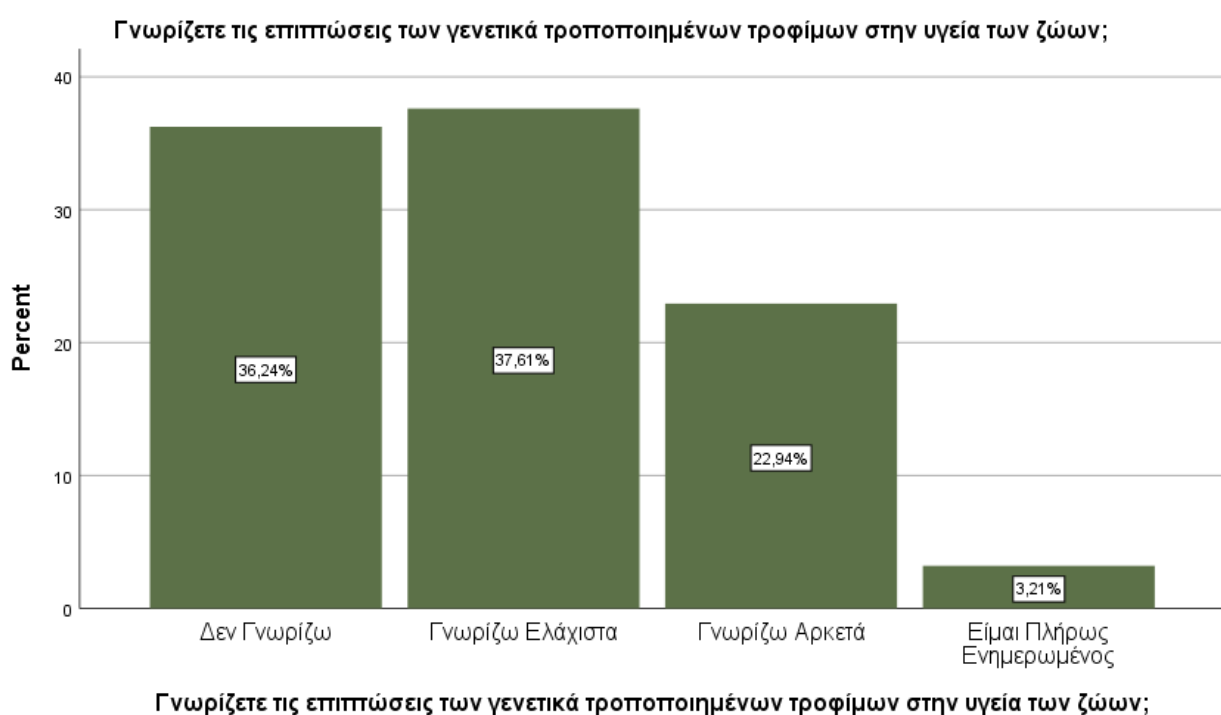
Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων (N=112, 51.4%). Το 31.2% των συμμετεχόντων γνωρίζουν αρκετά τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων, το 12.8% των συμμετεχόντων δεν γνωρίζουν τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων και το 4.6% των συμμετεχόντων είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων.



**Διάγραμμα 14: Γνώση για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων**

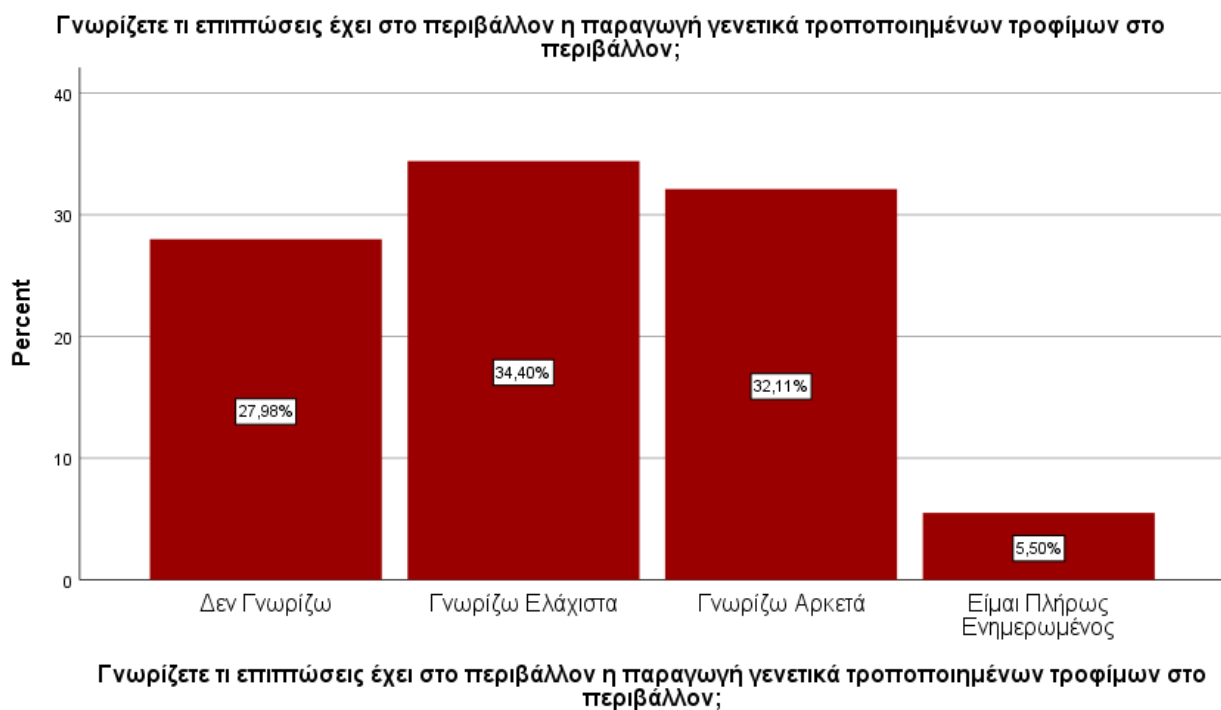


Από το διάγραμμα 15 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων (N=82, 37.6%). Το 36.2% των συμμετεχόντων δεν γνωρίζουν τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων, το 22.9% αυτών γνωρίζουν αρκετά τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων και το 3.2% αυτών είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων.



**Διάγραμμα 15: Γνώση για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων**

Στο διάγραμμα 16 παρουσιάζεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον (N=75, 34.4%). Το 32.1% αυτών γνωρίζουν αρκετά τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον, το 28% αυτών δεν γνωρίζουν τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον και το 5.5% αυτών είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον.



**Διάγραμμα 16: Γνώση για τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον**

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται ο βαθμός συμφωνίας για την χρήση γενετικών τροποποιημένων τροφίμων για την παραγωγή φαγητού. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για γεύματα σε εστιατόρια (N=77, 35.3%) και σε γεύματα που απευθύνονται σε άπορα παιδιά (N=68, 31.2%). Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για γεύματα σε ασθενείς νοσοκομείων (N=78, 35.8%), για γεύματα σε στρατιώτες (N=73, 33.5%), για γεύματα που προσφέρονται σε άστεγους (N=68, 31.2%), για γεύματα που αφορούν εστιατόρια με χαμηλές τιμές, για γεύματα σε φυλακισμένους (N=67, 30.7%) και για ανθρωπιστική βοήθεια στον Τρίτο Κόσμο (N=63, 28.9%) . Ενώ οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών σε τρόφιμα (πείνα) (N=75, 34.4%).

*Πίνακας 4: Βαθμός συμφωνίας για την χρήση γενετικών τροποποιημένων τροφίμων για την παραγωγή φαγητού*

	Διαφωνώ απόλυτα		Διαφωνώ		Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ		Συμφωνώ		Συμφωνώ απόλυτα	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
ως γεύματα σε άπορα παιδιά	<b>68</b>	<b>31.2%</b>	67	30.7%	42	19.3%	31	14.2%	10	4.6%
ως ανθρωπιστική βοήθεια στον Τρίτο Κόσμο	55	25.2%	<b>63</b>	<b>28.9%</b>	47	21.6%	42	19.3%	11	5%
ως γεύματα που προσφέρονται σε άστεγους	54	24.8%	<b>68</b>	<b>31.2%</b>	46	21.1%	42	19.3%	8	3.7%
ως γεύματα για στρατιώτες	60	27.5%	<b>73</b>	<b>33.5%</b>	43	19.7%	35	16.1%	7	3.2%
ως γεύματα σε εστιατόρια με χαμηλές τιμές	59	27.1%	<b>68</b>	<b>31.2%</b>	47	21.6%	36	16.5%	8	3.7%
ως γεύματα σε ασθενείς νοσοκομείων	<b>79</b>	<b>36.2%</b>	78	35.8%	37	17%	19	8.7%	5	2.3%
ως γεύματα σε φυλακισμένους	58	26.6%	<b>67</b>	<b>30.7%</b>	45	20.6%	36	16.5%	12	5.5%
για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών σε τρόφιμα (πείνα)	35	16.1%	36	16.5%	49	22.5%	<b>75</b>	<b>34.4%</b>	23	10.6%
σε όλα τα εστιατόρια	<b>77</b>	<b>35.3%</b>	68	31.2%	44	20.2%	24	11%	5	2.3%

Από τον πίνακα 5 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως διαφωνούν απόλυτα πως θα κατανάλωναν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζαν ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα (N=76, 34.9%) και ότι είναι πιο νόστιμα από αυτά (N=74, 33.9%). Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει το μέλλον του πλανήτη και τις επόμενες γενιές (N=72, 33%).

Επίσης από την έρευνα προέκυψε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ούτε διαφωνούν ούτε συμφωνούν πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα την οικονομία (N=93, 42.7%), τους αγρότες (N=84, 38.5%) και ότι μπορεί να λύσει το επισιτιστικό πρόβλημα στο πλανήτη (N=82, 37.6%). Ακόμα, από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ούτε διαφωνούν ούτε συμφωνούν πως επιθυμούν να συμμετάσχουν σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (N=79, 36.2%), πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το πρόβλημα της πείνας σε χώρες του τρίτου κόσμου (N=78, 35.8%) και ωφελεί μόνο τις εταιρείες και όχι τους καταναλωτές (N=67, 30.7%).

Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως το χαμηλότερο κόστος παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή τους (N=100, 45.9%), πως η αύξηση της παραγωγικότητας αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (N=99, 45.4%) και πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (N=95, 43.6%). Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από εθνική νομοθεσία σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (N=89, 40.8%), πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές (N=78, 35.8%) και πως η σχετική νομοθεσία μπορεί να προστατεύσει τους καταναλωτές από πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (N=61, 28%).

Πίνακας 5: Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα

	Διαφωνώ απόλυτα		Διαφωνώ		Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ		Συμφωνώ		Συμφωνώ απόλυτα	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Το χαμηλότερο κόστος παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή τους	13	6%	24	11%	50	22.9%	<b>100</b>	<b>45.9%</b>	31	14.2%
Η αύξηση της παραγωγικότητας αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων	13	6%	21	9.6%	52	23.9%	<b>99</b>	<b>45.4%</b>	33	15.1%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές	11	5%	37	17%	57	26.1%	<b>78</b>	<b>35.8%</b>	35	16.1%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το πρόβλημα της πείνας σε χώρες του τρίτου κόσμου	27	12.4%	39	17.9%	<b>78</b>	<b>35.8%</b>	61	28%	13	6%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το επισιτιστικό πρόβλημα στο πλανήτη	35	16.1%	36	16.5%	<b>82</b>	<b>37.6%</b>	54	24.8%	11	5%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων ωφελεί μόνο τις εταιρείες και όχι τους καταναλωτές	11	5%	36	16.5%	<b>67</b>	<b>30.7%</b>	57	26.1%	47	21.6%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων	38	17.4%	62	28.4%	<b>84</b>	<b>38.5%</b>	28	12.8%	6	2.8%

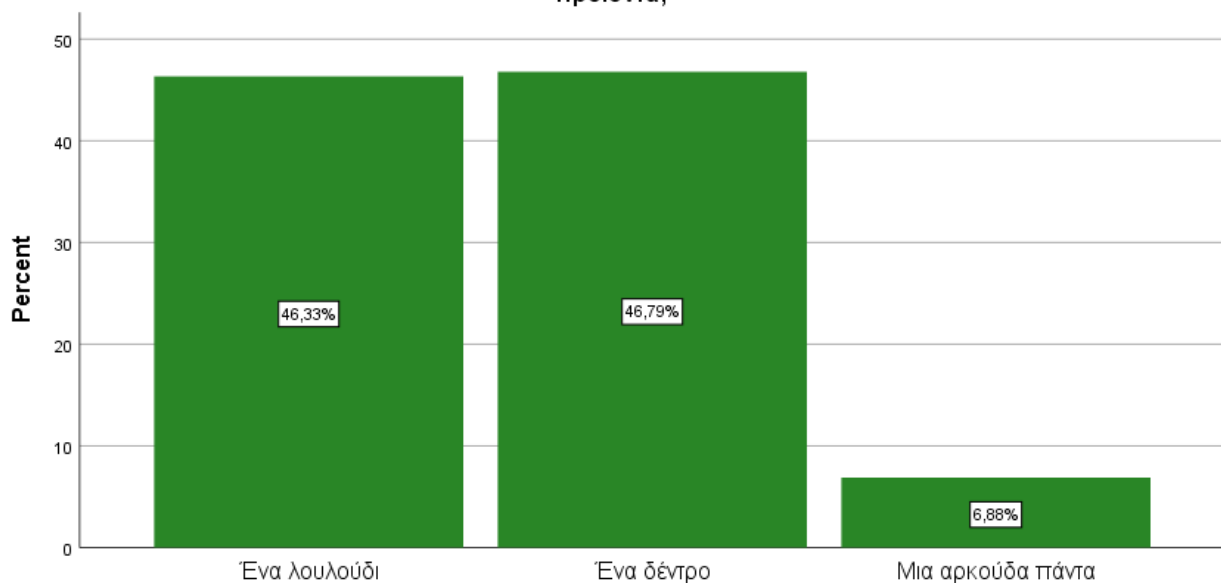
μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα τους αγρότες	23	10.6%	45	20.6%	<b>93</b>	<b>42.7%</b>	48	22%	9	4.1%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα την οικονομία	37	17%	<b>72</b>	<b>33%</b>	68	31.2%	34	15.6%	7	3.2%
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει το μέλλον του πλανήτη και τις επόμενες γενιές	31	14.2%	43	19.7%	59	27.1%	<b>61</b>	<b>28%</b>	24	11%
Η σχετική νομοθεσία μπορεί να προστατεύσει τους καταναλωτές από πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων	30	13.8%	48	22%	<b>79</b>	<b>36.2%</b>	49	22.5%	12	5.5%
Επιθυμώ να συμμετάσχω σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων	11	5%	11	5%	35	16.1%	<b>95</b>	<b>43.6%</b>	66	30.3%
Πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών	13	6%	7	3.2%	38	17.4%	<b>89</b>	<b>40.8%</b>	71	32.6%
Πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από εθνική νομοθεσία σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών	<b>74</b>	<b>33.9%</b>	62	28.4%	52	23.9%	21	9.6%	9	4.1%
Θα καταβάλω γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι είναι πιο νόστιμα										

Θα κατανάλωνα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα	76	34.9%	63	28.9%	42	19.3%	26	11.9%	11	5%
---	----	-------	----	-------	----	-------	----	-------	----	----

### Γενικές σχετικές με το περιβάλλον

Από το διάγραμμα 17 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι το χαρακτηριστικό λογότυπο του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος για τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα είναι ένα δέντρο (N=102, 46.8%). Το 46.3% των συμμετεχόντων δήλωσαν πως είναι ένα λουλούδι και το 6.9% αυτών δήλωσαν πως είναι μια αρκούδα πάντα.

Ποιο είναι το χαρακτηριστικό λογότυπο του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος για τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα;



Ποιο είναι το χαρακτηριστικό λογότυπο του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος για τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα;

**Διάγραμμα 17: Χαρακτηριστικό λογότυπο του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος για τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα**

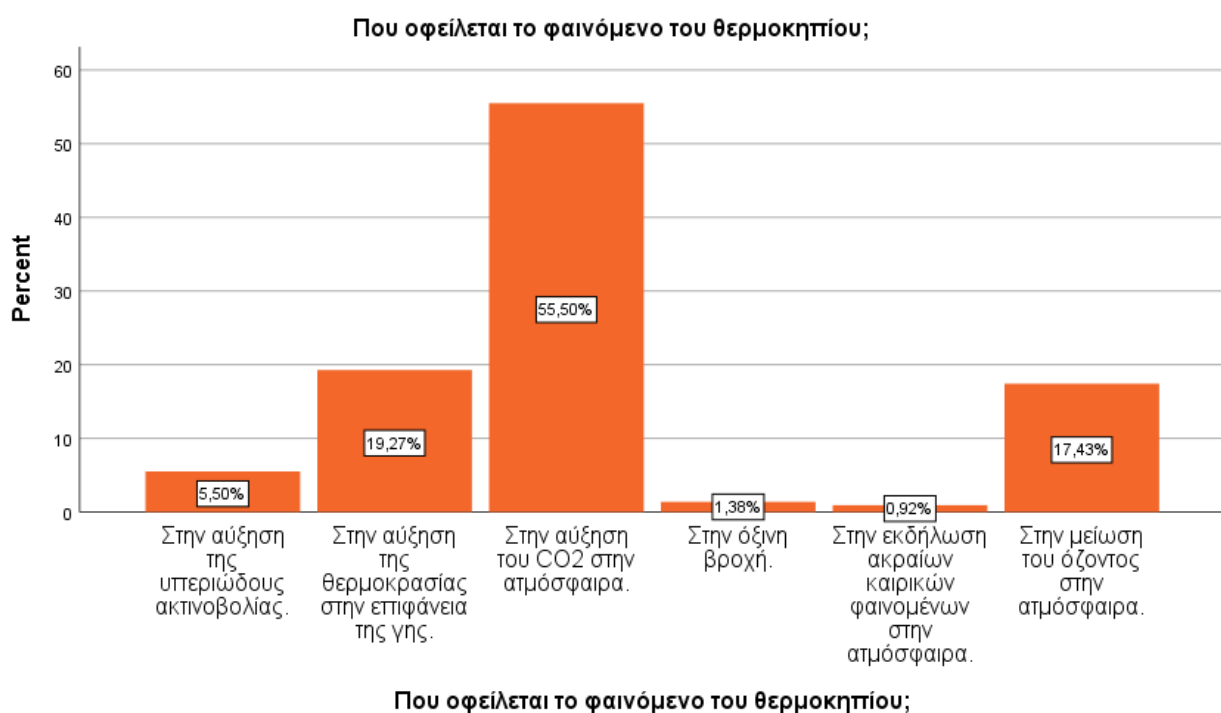
Από τον πίνακα 6 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες έχουν ενημερωθεί για θέματα σχετικά με το περιβάλλον από τηλεοπτικά προγράμματα (N=130, 59.7%). Το 56.4% των συμμετεχόντων έχουν ενημερωθεί για θέματα σχετικά με το περιβάλλον από ηλεκτρονικές εφημερίδες, το 54.1% αυτών έχουν ενημερωθεί από άλλες ιστοσελίδες, το 49.5% αυτών έχουν ενημερωθεί για θέματα σχετικά με το περιβάλλον από επιστημονικά βιβλία και άρθρα, το 41.7% αυτών έχουν ενημερωθεί για θέματα σχετικά με το περιβάλλον από τα Μέσα κοινωνικής δικτύωσης και οι υπόλοιπες πηγές συγκέντρωσαν μικρότερα ποσοστά.

*Πίνακας 6: Πηγές σχετικές με το περιβάλλον*

	Συχνότητα	Ποσοστό
Τηλεοπτικά προγράμματα (ειδήσεις, ντοκιμαντέρ κ.λπ.)	130	59.7%
Έντυπα μέσα ενημέρωσης (εφημερίδες, περιοδικά κ.λπ.)	82	37.6%
Ηλεκτρονικές εφημερίδες	123	56.4%
Άλλες ιστοσελίδες	118	54.1%
Ραδιοφωνικά προγράμματα	19	8.7%
Οικογένεια	33	15.1%
Φίλους και συναδέλφους	66	30.3%
Μέσα κοινωνικής δικτύωσης (π.χ. Facebook)	91	41.7%
Επιστημονικά βιβλία και άρθρα	108	49.5%
Δεν ακούω / δεν διαβάζω καθόλου για περιβαλλοντικά θέματα	2	0.9%



Από το διάγραμμα 18 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα (N=121, 55.5%). Το 19.3% των συμμετεχόντων θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης, το 17.4% αυτών θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην μείωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα, το 5.5% αυτών θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας και το 0.9% αυτών θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην εκδήλωση ακραίων καιρικών φαινομένων στην ατμόσφαιρα.



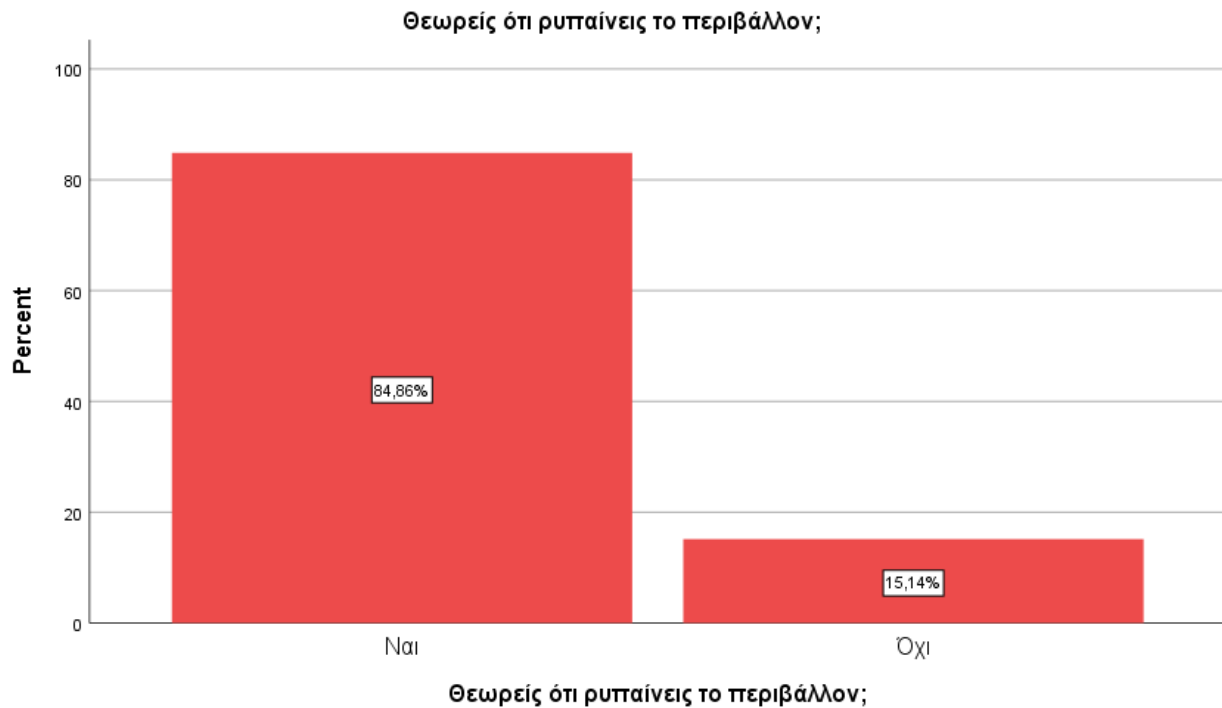
**Διάγραμμα 18: Αιτίες που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Από τον πίνακα 7 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν ότι τα θερμοκηπικά αέρια παγιδεύουν θερμότητα (N=138, 63.3%). Το 42.7% των συμμετεχόντων θεωρούν ότι οι κλιματικές αλλαγές προκαλούν ελάττωση του όζοντος, το 6.9% αυτών θεωρούν ότι η σύνθεση της ατμόσφαιρας είναι σταθερή εδώ και χιλιάδες χρόνια, το 6% αυτών θεωρούν οι κλιματικές αλλαγές προκαλούνται από άγνωστα ακόμη αίτια και το 2.8% αυτών θεωρούν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα. Ενώ το 10.1% αυτών δεν γνωρίζουν.

*Πίνακας 7: Απόψεις για το περιβάλλον*

	Συχνότητα	Ποσοστό
Η σύνθεση της ατμόσφαιρας είναι σταθερή εδώ και χιλιάδες χρόνια	15	6.9%
Οι κλιματικές αλλαγές προκαλούνται από άγνωστα ακόμη αίτια	13	6%
Οι κλιματικές αλλαγές προκαλούν ελάττωση του όζοντος	93	42.7%
Τα θερμοκηπικά αέρια παγιδεύουν θερμότητα	138	63.3%
Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα	6	2.8%
Δεν γνωρίζω	22	10.1%

Από το διάγραμμα 19 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν ότι ρυπαίνουν το περιβάλλον (N=185, 84.9%), με το αυτοκίνητο τα σκουπίδια και τα πλαστικά. Ενώ το 15.1% αυτών θεωρούν ότι δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον.



**Διάγραμμα 19: Ρύπανση του περιβάλλοντος**

Από τον πίνακα 8 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι χρειάζεται κινητοποίηση από όλους προκειμένου να πάνε όλα καλά (N=181, 83%). Το 74.8% των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι οι αλλαγές στο καταναλωτικό πρότυπο ζωής μπορούν να επηρεάσουν την καταναλωτική συμπεριφορά, το 72.5% αυτών δήλωσαν ότι ο πλανήτης οδεύει σε περιβαλλοντική καταστροφή και το 40.8% αυτών δήλωσαν πως συχνά ντρέπονται για την στάση τους απέναντι στο περιβάλλον.

*Πίνακας 8: Ενδιαφέρον για το περιβάλλον*

	Συχνότητα	Ποσοστό
Δεν ανησυχώ για την κλιματική αλλαγή εφόσον δεν υπάρχουν επιπτώσεις στη διάρκεια της ζωής μου	2	0.9%
Η παγκόσμια υπερθέρμανση δεν οφείλεται στην ανθρώπινη συμπεριφορά	9	4.1%
Δεν είμαι διατεθειμένος να κάνω θυσίες για την προστασία της κλιματικής ισορροπίας	1	0.5%
Δεν πρέπει να ανησυχούμε για το περιβάλλον γιατί η επιστήμη θα βρίσκει πάντα τις λύσεις	1	0.5%
Οι αλλαγές στο καταναλωτικό πρότυπο ζωής μπορούν να επηρεάσουν την καταναλωτική συμπεριφορά	163	74.8%
Ο πλανήτης οδεύει σε περιβαλλοντική καταστροφή	158	72.5%
Συχνά ντρέπομαι για την στάση μου απέναντι στο περιβάλλον	89	40.8%
Γιατί να επωμιστώ εγώ όλο το βάρος αφού οι άλλοι δεν κάνουν τίποτα;	4	1.8%
Δεν χρειάζεται να γίνεται τόση φασαρία στο τέλος θα πάνε όλα καλά	1	0.5%
Χρειάζεται κινητοποίηση από όλους προκειμένου να πάνε όλα καλά	181	83%
Μόνο κάποιοι κινδυνολόγοι και υπερβολικοί υποστηρίζουν ότι υπάρχει κίνδυνος για το περιβάλλον	2	0.9%

Από τον πίνακα 9 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες εκδηλώνουν το ενδιαφέρον τους με ανακύκλωση (N=185, 84.9%). Το 74.9% αυτών δήλωσαν ότι ενημερώνονται, το 57.8% αυτών δεν ρίχνουν σκουπίδια, 48.6% αυτών ενημερώνουν τους άλλους και το 46.8% αυτών αγοράζουν οικολογικά προϊόντα. Οι υπόλοιπες εκδηλώσεις ενδιαφέροντος συγκέντρωσαν μικρότερα ποσοστά.

*Πίνακας 9: Ενδιαφέρον για το περιβάλλον*

	Συχνότητα	Ποσοστό
Ενημερώνω τους άλλους	106	48.6%
Συμμετοχή σε δραστηριότητες προστασίας	60	27.5%
Ενημερώνομαι	163	74.8%
Αναδασώσεις - Δενδροφυτεύσεις	35	16.1%
Ανακυκλώνω	185	84.9%
Χρήση Μέσων Μαζικής Μεταφοράς	62	28.4%
Μη ρίψη σκουπιδιών	126	57.8%
Αγορά οικολογικών προϊόντων	102	46.8%
Έχω επιλέξει σπουδές που σχετίζονται με το περιβάλλον	45	20.6%
Είμαι μέλος οικολογικής οργάνωσης	19	8.7%
Δεν γνωρίζω	2	0.9%
Άλλο	8	4%

Από τον πίνακα 10 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες ενημερώνονται για θέματα που αφορούν την Διατροφή και το περιβάλλον από το διαδίκτυο (N=197, 90.4%). Το 50% αυτών ενημερώνονται για θέματα που αφορούν την Διατροφή και το περιβάλλον τα βιβλία και επιστημονικά άρθρα , το 36.2% αυτών ενημερώνονται από περιοδικά και εφημερίδες και το 28.4% αυτών ενημερώνονται από την τηλεόραση και το ραδιόφωνο.

*Πίνακας 10: Μέσα ενημέρωσης για θέματα που αφορούν την Διατροφή και το περιβάλλον*

	Συχνότητα	Ποσοστό
Βιβλία – Επιστημονικά άρθρα	109	50%
Περιοδικά - εφημερίδες	79	36.2%
Τηλεόραση - ραδιόφωνο	62	28.4%
Διαδίκτυο	197	90.4%
Άλλο	5	2.3%

Από τον πίνακα 11 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες σπάνια συμμετέχουν σε περιβαλλοντικές δράσεις τις κοινότητας τους (N=97, 44.5%). Το 44% αυτών σπάνια χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας, το 33.9% των συμμετεχόντων σπάνια προωθούν περιβαλλοντικές δράσεις μέσω της εργασίας, το 33.5% αυτών σπάνια ελέγχουν το οικολογικό τους αποτύπωμα και το 33% αυτών σπάνια χρησιμοποιούν εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνησή τους.

Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες συχνά ενημερώνονται για νέα που αφορούν το περιβάλλον (N=130, 59.6%), εξοικονομούν νερό (N=109, 50%) και αποφεύγουν την χρήση πλαστικών προϊόντων (N=106, 48.6%). Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αρκετά συχνά ανακυκλώνουν τα απορρίμματα τους (N=123, 56.4%) και ανακυκλώνουν τα ρούχα τους (N=81, 37.2%).

Πίνακας 11: Τρόποι για προστασία περιβάλλοντος

	Καθόλου		Σπάνια		Συχνά		Αρκετά συχνά	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Ενημερώνεστε για νέα που αφορούν το περιβάλλον	1	0.5%	39	17.9%	<b>130</b>	<b>59.6%</b>	48	22%
Ανακυκλώνετε τα απορρίμματα σας	1	0.5%	27	12.4%	67	30.7%	<b>123</b>	<b>56.4%</b>
Ανακυκλώνετε τα ρούχα σας	24	11%	47	21.6%	66	30.3%	<b>81</b>	<b>37.2%</b>
Εξοικονομείτε νερό	4	1.8%	46	21.1%	<b>109</b>	<b>50%</b>	59	27.1%
Χρησιμοποιείτε εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνηση σας	25	11.5%	<b>72</b>	<b>33%</b>	68	31.2%	53	24.3%
Αποφεύγεται την χρήση πλαστικών προϊόντων	9	4.1%	67	30.7%	<b>106</b>	<b>48.6%</b>	36	16.5%
Χρησιμοποιείτε εναλλακτικές μορφές ενέργειας	45	20.6%	<b>96</b>	<b>44%</b>	56	25.7%	21	9.6%
Συμμετέχετε σε περιβαλλοντικές δράσεις τις κοινότητας σας	61	28%	<b>97</b>	<b>44.5%</b>	37	17%	23	10.6%
Προωθείτε περιβαλλοντικές δράσεις μέσω της εργασίας σας	49	22.5%	<b>74</b>	<b>33.9%</b>	61	28%	34	15.6%
Ελέγχετε το οικολογικό σας αποτύπωμα	60	27.5%	<b>73</b>	<b>33.5%</b>	65	29.8%	20	9.2%

Από τον πίνακα 12 προκύπτει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως δεν τους απασχολεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση ή απώλεια της βιοποικιλότητας (N=170, 78%), δεν τους αφορά η ευημερία των άλλων ανθρώπων, αφού τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων (N=164, 75.2%), δεν αποτελεί δική τους ευθύνη η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (N=156, 71.6%) και δεν τους προκαλεί κανένα συναίσθημα η ενασχόληση με δραστηριότητες για την προστασία της φύσης (N=133, 61%).

Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν πως το να υιοθετήσω φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές σημαίνει ότι θα πρέπει να μειώσω τις ανέσεις στην καθημερινότητά μου (N=63, 28.9%). Ενώ, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για αυτούς (π.χ οικογένεια, φίλοι) σέβονται το φυσικό περιβάλλον και δεν το επιβαρύνουν με τις πράξεις τους (N=107, 49.1%), πως κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών (N=100, 45.9%) και πως κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων (N=93, 42.7%). Επίσης οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για αυτούς (π.χ οικογένεια, φίλοι) πιστεύουν ότι πρέπει όλοι μας να συμβάλλουμε με τις πράξεις μας στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (N=92, 42.2%), πως κίνητρο, για να υιοθετήσουν φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές μπορεί να αποτελέσει η παροχή οικονομικών επιδοτήσεων από το κράτος (N=90, 41.3%) και πως πολλές φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές απαιτούν να ξοδέψεις χρήματα (N=90, 41.3%). Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως η φιλο-περιβαλλοντική συμπεριφορά απαιτεί να αφιερώσεις πολύτιμο χρόνο από την καθημερινότητά σου (N=71, 32.6%) και πως σημαντικό κίνητρο, για να χρησιμοποιήσουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι το χαμηλό τους κόστος (N=70, 32.1%).

Επίσης οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως απολαμβάνουν τη θέα ενός όμορφου φυσικού τοπίου (θάλασσα, λίμνη, βουνό, δάσος) (N=170, 78%), πως πρέπει να προστατεύσουν τη φύση, διότι αυτή ρυθμίζει και διατηρεί σε ισορροπία το περιβάλλον (N=157, 72%) και πως οφείλουν να προστατεύουν τα διάφορα χερσαία και θαλάσσια είδη, καθώς η ύπαρξή τους έχει ανεκτίμητη αξία (N=151, 69.3%). Ακόμα οι περισσότεροι

συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως οφείλουν να προστατεύουν τη βιοποικιλότητα και το σύνολο των οικοσυστημάτων, διότι προσφέρουν στον άνθρωπο πολύτιμες υπηρεσίες, όπως πόσιμο νερό, τροφή, και πρώτες ύλες (N=149, 68.3%), πως η προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη, διότι επηρεάζει άμεσα την υγεία τους (N=148, 67.9%) και πως οφείλουν να προστατεύουν το περιβάλλον, γιατί τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων (N=143, 65.6%). Επιπρόσθετα οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αξία και συνεπώς χρειάζεται να προστατευτούν (N=143, 65.6%), πως θέλουν να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον, διότι έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία όλων των μελών της κοινωνίας (N=142, 65.1%) και πως αν δεν λάβουν μέτρα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ο κόσμος, όπως τον ξέρουμε, θα σταματήσει να είναι ένα φιλικό μέρος για να ζήσουν τα παιδιά μας και οι επόμενες γενιές (N=129, 59.2%). Έπειτα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως τα οικοσυστήματα παρέχουν στον άνθρωπο "πολιτισμό" και "αναψυχή" (N=123, 56.4%), πως είναι αναγκαίο να δράσουν για την περιβαλλοντική υποβάθμιση εξαιτίας των αρνητικών συνεπειών της στα ίδια τα οικοσυστήματα και τους οργανισμούς που τα απαρτίζουν (N=114, 52.3%) και πως το ήθος και το προσωπικό τους σύστημα αξιών επιβάλλουν να συμπεριφέρονται με σεβασμό προς το φυσικό περιβάλλον (N=112, 51.4%). Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως τους προσφέρει ικανοποίηση και ευχαρίστηση το να συμβάλλουν στην προστασία της φύσης (N=112, 51.4%) και πως αισθάνονται χαρά, όταν προσφέρουν στην προστασία του περιβάλλοντος (N=106, 48.6%).

Πίνακας 12: Παράγοντες παρακίνησης για φιλικό περιβάλλον

	Διαφωνώ απόλυτα		Διαφωνώ		Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ		Συμφωνώ		Συμφωνώ απόλυτα	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Το ήθος και το προσωπικό μου σύστημα αξιών επιβάλλουν να συμπεριφερόμαι με σεβασμό προς το φυσικό περιβάλλον	3	1.4%	5	2.3%	10	4.6%	88	40.4%	<b>112</b>	<b>51.4%</b>
Δεν αποτελεί δική μου ευθύνη η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος	<b>156</b>	<b>71.6%</b>	43	19.7%	15	6.9%	3	1.4%	1	0.5%



Οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για μένα (π.χ οικογένεια, φίλοι) πιστεύουν ότι πρέπει όλοι μας να συμβάλλουμε με τις πράξεις μας στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος	4	1.8%	9	4.1%	46	21.1%	<b>92</b>	<b>42.2%</b>	67	30.7%
Οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για μένα (π.χ οικογένεια, φίλοι) σέβονται το φυσικό περιβάλλον και δεν το επιβαρύνουν με τις πράξεις τους	7	3.2%	6	2.8%	54	24.8%	<b>107</b>	<b>49.1%</b>	44	20.2%
Θέλω να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον, διότι έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία όλων των μελών της κοινωνίας	3	1.4%	3	1.4%	11	5%	59	27.1%	<b>142</b>	<b>65.1%</b>
Αν δε λάβουμε άμεσα μέτρα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ο κόσμος, όπως τον ξέρουμε, θα σταματήσει να είναι ένα φιλικό μέρος για να ζήσουν τα παιδιά μας/ οι επόμενες γενιές	5	2.3%	2	0.9%	9	4.1%	73	33.5%	<b>129</b>	<b>59.2%</b>
Οφείλουμε να προστατεύουμε το περιβάλλον, γιατί τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων	3	1.4%	4	1.8%	9	4.1%	59	27.1%	<b>143</b>	<b>65.6%</b>
Δεν με αφορά η ευημερία των άλλων ανθρώπων. Τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων	<b>164</b>	<b>75.2%</b>	34	15.6%	12	5.5%	3	1.4%	5	2.3%
Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αξία και συνεπώς χρειάζεται	7	3.2%	4	1.8%	15	6.9%	49	22.5%	<b>143</b>	<b>65.6%</b>

να προστατευτούν											
Είναι αναγκαίο να δράσουμε για την περιβαλλοντική υποβάθμιση εξαιτίας των αρνητικών συνεπειών της στα ίδια τα οικοσυστήματα και τους οργανισμούς που τα απαρτίζουν	2	0.9%	6	2.8%	19	8.7%	77	35.3%	<b>114</b>	<b>52.3%</b>	
Οφείλουμε να προστατεύουμε τα διάφορα χερσαία και θαλάσσια είδη, καθώς η ύπαρξή τους έχει ανεκτίμητη αξία	5	2.3%	2	0.9%	9	4.1%	51	23.4%	<b>151</b>	<b>69.3%</b>	
Δεν με απασχολεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση/η απώλεια της βιοποικιλότητας	<b>170</b>	<b>78%</b>	32	14.7%	11	5%	4	1.8%	1	0.5%	
Οφείλουμε να προστατεύσουμε τη βιοποικιλότητα και το σύνολο των οικοσυστημάτων, διότι προσφέρουν στον άνθρωπο πολύτιμες υπηρεσίες, όπως πόσιμο νερό, τροφή, και πρώτες ύλες	4	1.8%	6	2.8%	9	4.1%	50	22.9%	<b>149</b>	<b>68.3%</b>	
Τα οικοσυστήματα παρέχουν στον άνθρωπο "πολιτισμό" και "αναψυχή"	3	1.4%	10	4.6%	28	12.8%	54	24.8%	<b>123</b>	<b>56.4%</b>	
Η προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη, διότι επηρεάζει άμεσα την υγεία μου	2	0.9%	3	1.4%	12	5.5%	53	24.3%	<b>148</b>	<b>67.9%</b>	
Πρέπει να προστατεύσουμε τη φύση, διότι αυτή ρυθμίζει και διατηρεί σε ισορροπία το περιβάλλον (π.χ. ρύθμιση του κλίματος, καθαρισμός των υδάτων, ποιότητα του αέρα)	1	0.5%	4	1.8%	8	3.7%	48	22%	<b>157</b>	<b>72%</b>	
Σημαντικό κίνητρο, για να χρησιμοποιήσω τα μέσα μαζικής	26	11.9%	31	14.2%	52	23.9%	<b>70</b>	<b>32.1%</b>	39	17.9%	

μεταφοράς είναι το χαμηλό τους κόστος											
Κίνητρο, για να υιοθετήσω φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές (π.χ. ανακύκλωση, αγορά συσκευών-μέσου μεταφοράς, ενεργειακή αναβάθμιση οικίας) μπορεί να αποτελέσει η παροχή οικονομικών επιδοτήσεων από το κράτος	12	5.5%	11	5%	48	22%	<b>90</b>	<b>41.3%</b>	57	26.1%	
Κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων	12	5.5%	19	8.7%	37	17%	<b>93</b>	<b>42.7%</b>	57	26.1%	
Κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών	10	4.6%	15	6.9%	35	16.1%	<b>100</b>	<b>45.9%</b>	58	26.6%	
Μου προσφέρει ικανοποίηση και ευχαρίστηση το να συμβάλλω στην προστασία της φύσης	2	0.9%	3	1.4%	21	9.6%	80	36.7%	<b>112</b>	<b>51.4%</b>	
Δεν μου προκαλεί κανένα συναίσθημα η ενασχόληση με δραστηριότητες για την προστασία της φύσης	<b>133</b>	<b>61%</b>	54	24.8%	18	8.3%	10	4.6%	3	1.4%	
Αισθάνομαι χαρά, όταν προσφέρω στην προστασία του περιβάλλοντος	1	0.5%	4	1.8%	25	11.5%	82	37.6%	<b>106</b>	<b>48.6%</b>	
Απολαμβάνω τη θέα ενός όμορφου φυσικού τοπίου (θάλασσα, λίμνη, βουνό, δάσος)	4	1.8%	2	0.9%	6	2.8%	36	16.5%	<b>170</b>	<b>78%</b>	
Πολλές φιλο-περιβαλλοντικές	7	3.2%	24	11%	44	20.2%	<b>90</b>	<b>41.3%</b>	53	24.3%	

πρακτικές (π.χ. αγορά βιολογικών προϊόντων, αγορά ηλεκτρικών συσκευών υψηλής ενεργειακής κλάσης, αποφυγή ως μέσων θέρμανσης το τζάκι ή το πετρέλαιο κ.ο.κ) απαιτούν να ξοδέψεις χρήματα											
Η φιλο-περιβαλλοντική συμπεριφορά απαιτεί να αφιερώσεις πολύτιμο χρόνο από την καθημερινότητά σου	21	9.6%	46	21.1%	60	27.5%	<b>71</b>	<b>32.6%</b>	20	9.2%	
Οι φιλο-περιβαλλοντικές συμπεριφορές (για παράδειγμα η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου, η ανακύκλωση υλικών, η εξοικονόμηση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι) απαιτούν μεγάλη προσπάθεια από το άτομο	25	11.5%	49	22.5%	71	32.6%	58	26.6%	15	6.9%	
Το να υιοθετήσω φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές (για παράδειγμα μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου, ανακύκλωση υλικών, εξοικονόμηση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι, η χρήση πολλών χημικών/απορρυπαντικών κ.ο.κ) σημαίνει ότι θα πρέπει να μειώσω τις ανέσεις στην καθημερινότητά μου	32	14.7%	<b>63</b>	<b>28.9%</b>	53	24.3%	58	26.6%	12	5.5%	

## 6.2 Ερευνητικά ερωτήματα

*1.Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στο φύλο και στις απόψεις αυτών για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα;*

Για την απάντηση του παραπάνω ερευνητικού ερωτήματος θα χρησιμοποιηθεί ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann - Whitney για ανεξάρτητα δείγματα, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο φύλο και στο βαθμό συμφωνίας για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων όπου αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές ( $U = 4080$ ,  $p < 5\%$ ), όπου οι γυναίκες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τους άντρες αναφορικά με το ότι η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές.

Ακόμα από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο φύλο και στο βαθμό συμφωνίας για την επιθυμία να συμμετάσχουν σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων ( $U = 4377$ ,  $p < 5\%$ ), όπου οι γυναίκες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τους άντρες αναφορικά με την επιθυμία τους να συμμετάσχουν σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.

Επίσης, από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο φύλο και στο βαθμό συμφωνίας για το ότι πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών ( $U = 4435$ ,  $p < 5\%$ ), όπου οι γυναίκες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τους άντρες αναφορικά με το ότι πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών.

Τέλος, από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο φύλο και στο βαθμό συμφωνίας για το ότι θα πρέπει να καταναλώνουν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζαν ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα ( $U = 4393.5$ ,  $p < 5\%$ ), όπου οι άντρες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις γυναίκες αναφορικά

με το ότι θα πρέπει να καταναλώνουν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα.

Πίνακας 13: Έλεγχος Mann - Whitney για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα

	Φύλο	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	sig
Το χαμηλότερο κόστος παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή τους	Άνδρας	74	110,11	8148,00	5283	0.914
	Γυναίκα	144	109,19	15723,00		
	Total	218				
Η αύξηση της παραγωγικότητας αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων	Άνδρας	74	108,07	7997,00	5222	0.799
	Γυναίκα	144	110,24	15874,00		
	Total	218				
<b>Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές</b>	<b>Άνδρας</b>	<b>74</b>	<b>92,64</b>	<b>6855,00</b>	<b>4080</b>	<b>0.003</b>
	<b>Γυναίκα</b>	<b>144</b>	<b>118,17</b>	<b>17016,00</b>		
	<b>Total</b>	<b>218</b>				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το πρόβλημα της πείνας σε χώρες του τρίτου κόσμου	Άνδρας	74	114,93	8504,50	4926.5	0.344
	Γυναίκα	144	106,71	15366,50		
	Total	218				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το επισιτιστικό πρόβλημα στο πλανήτη	Άνδρας	74	115,53	8549,50	4881.5	0.292
	Γυναίκα	144	106,40	15321,50		
	Total	218				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων ωφελεί μόνο τις εταιρείες και όχι τους καταναλωτές	Άνδρας	74	110,56	8181,50	5249.5	0.854
	Γυναίκα	144	108,95	15689,50		
	Total	218				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα τους αγρότες	Άνδρας	74	110,01	8141,00	5290	0.928
	Γυναίκα	144	109,24	15730,00		
	Total	218				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα την οικονομία	Άνδρας	74	105,45	7803,00	5028	0.474
	Γυναίκα	144	111,58	16068,00		
	Total	218				
Η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει το μέλλον του πλανήτη και τις επόμενες γενιές	Άνδρας	74	113,47	8397,00	5034	0.488
	Γυναίκα	144	107,46	15474,00		
	Total	218				
Η σχετική νομοθεσία μπορεί να προστατεύσει	Άνδρας	74	109,01	8067,00	5292	0.933
	Γυναίκα	144	109,75	15804,00		
	Total	218				
<b>Επιθυμώ να συμμετάσχω σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων</b>	<b>Άνδρας</b>	<b>74</b>	<b>96,66</b>	<b>7152,50</b>	<b>4377</b>	<b>0.025</b>
	<b>Γυναίκα</b>	<b>144</b>	<b>116,10</b>	<b>16718,50</b>		
	<b>Total</b>	<b>218</b>				

<b>Πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών</b>	<b>Ανδρας</b>	<b>74</b>	<b>97,43</b>	<b>7210,00</b>	<b>4435</b>	<b>0.031</b>
	<b>Γυναίκα</b>	<b>144</b>	<b>115,70</b>	<b>16661,00</b>		
	<b>Total</b>	<b>218</b>				
Πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από εθνική νομοθεσία σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών	Ανδρας	74	99,57	7368,50	4593	0.078
	Γυναίκα	144	114,60	16502,50		
	Total	218				
Θα κατανάλωνα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι είναι πιο νόστιμα	Ανδρας	74	118,64	8779,00	4652	0.111
	Γυναίκα	144	104,81	15092,00		
	Total	218				
<b>Θα κατανάλωνα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα</b>	<b>Ανδρας</b>	<b>74</b>	<b>122,13</b>	<b>9037,50</b>	<b>4393.5</b>	<b>0.028</b>
	<b>Γυναίκα</b>	<b>144</b>	<b>103,01</b>	<b>14833,50</b>		
	<b>Total</b>	<b>218</b>				

2. Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στο αν γνωρίζουν οι συμμετέχοντες τον όρο «γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα» και στο βαθμό χρήσης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων για την παραγωγή φαγητού;

Για την απάντηση του παραπάνω ερευνητικού ερωτήματος θα χρησιμοποιηθεί ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann - Whitney, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο αν γνωρίζουν οι συμμετέχοντες τον όρο «γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα» και στο βαθμό χρήσης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων για την παραγωγή φαγητού, αφού το επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου είναι μεγαλύτερο του 5%.

Πίνακας 14: Έλεγχος Mann - Whitney για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα

	Γνωρίζετε τι είναι τα "Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα";	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	sig
ως γεύματα σε άπορα παιδιά	Ναι	200	110,50	22100,00	1600	0.419
	Όχι	18	98,39	1771,00		
	Total	218				
ως ανθρωπιστική βοήθεια στον Τρίτο Κόσμο	Ναι	200	110,26	22052,50	1647.5	0.540
	Όχι	18	101,03	1818,50		
	Total	218				

ως γεύματα που προσφέρονται σε άστεγους	Ναι	200	110,40	22079,00	1621	0.471
	Όχι	18	99,56	1792,00		
	Total	218				
ως γεύματα για στρατιώτες	Ναι	200	109,83	21965,00	1735	0.793
	Όχι	18	105,89	1906,00		
	Total	218				
ως γεύματα σε εστιατόρια με χαμηλές τιμές	Ναι	200	109,81	21962,50	1737.5	0.807
	Όχι	18	106,03	1908,50		
	Total	218				
ως γεύματα σε ασθενείς νοσοκομείων	Ναι	200	110,47	22094,00	1606	0.425
	Όχι	18	98,72	1777,00		
	Total	218				
ως γεύματα σε φυλακισμένους	Ναι	200	109,92	21983,50	1716.5	0.737
	Όχι	18	104,86	1887,50		
	Total	218				
για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών σε τρόφιμα (πείνα)	Ναι	200	110,76	22152,00	1548	0.310
	Όχι	18	95,50	1719,00		
	Total	218				
σε όλα τα εστιατόρια	Ναι	200	109,82	21963,00	1737	0.797
	Όχι	18	106,00	1908,00		
	Total	218				
	Όχι	18	120,39	2167,00		
	Total	218				

*3.Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα πιθανά περιβαλλοντικά κίνητρα για την υιοθέτηση φιλό – περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και στο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων;*

Για την απάντηση του παραπάνω ερευνητικού ερωτήματος θα πραγματοποιηθεί ο παραμετρικός έλεγχος Kruskal – Wallis σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων και στην άποψη για το κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων ( $H_4 = 10.691$ ,  $p < 5\%$ ). Πιο συγκεκριμένα, οι κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό ότι το κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών, σε σχέση με τους απόφοιτους ΑΕΙ – Ακαδημιών.



Επίσης, από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων και στην άποψη για το κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών ( $H_4 = 12.358$ ,  $p < 5\%$ ). Πιο συγκεκριμένα, οι κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό ότι το κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση σε σχέση με τους απόφοιτους τεχνικών σχολών και τους αποφοίτους ΑΕΙ.

*Πίνακας 15: Έλεγχος Kruskal – Wallis για το τρίτο ερευνητικό ερώτημα*

	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>sig</i>
Το ήθος και το προσωπικό μου σύστημα αξιών επιβάλλουν να συμπεριφέρομαι με σεβασμό προς το φυσικό περιβάλλον	3.252	4	0.517
Δεν αποτελεί δική μου ευθύνη η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος	2.885	4	0.577
Οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για μένα	2.796	4	0.593
Οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για μένα (π.χ οικογένεια, φίλοι) σέβονται το φυσικό περιβάλλον και δεν το επιβαρύνουν με τις πράξεις τους	0.500	4	0.974
Θέλω να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον, διότι έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία όλων των μελών της κοινωνίας	3.826	4	0.430
Αν δε λάβουμε άμεσα μέτρα για την προστασία	3.936	4	0.415
Οφείλουμε να προστατεύουμε το περιβάλλον, γιατί τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων	2.608	4	0.625
Δεν με αφορά η ευημερία των άλλων ανθρώπων. Τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων	5.423	4	0.247
Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αξία και συνεπώς χρειάζεται να προστατευτούν	2.416	4	0.660
Είναι αναγκαίο να δράσουμε για την περιβαλλοντική υποβάθμιση	1.774	4	0.777
Οφείλουμε να προστατεύουμε τα διάφορα χερσαία και θαλάσσια είδη, καθώς η ύπαρξή τους έχει ανεκτίμητη αξία	3.339	4	0.503
Δεν με απασχολεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση/η απώλεια της βιοποικιλότητας	1.411	4	0.842
Οφείλουμε να προστατεύσουμε τη βιοποικιλότητα και το σύνολο	1.418	4	0.841
Τα οικοσυστήματα παρέχουν στον άνθρωπο "πολιτισμό" και "αναψυχή"	1.999	4	0.736

Η προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη, διότι επηρεάζει άμεσα την υγεία μου	2.689	4	0.611
Πρέπει να προστατεύσουμε τη φύση, διότι αυτή	2.116	4	0.714
Σημαντικό κίνητρο, για να χρησιμοποιήσω τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι το χαμηλό τους κόστος	2.486	4	0.647
Κίνητρο, για να υιοθετήσω φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές	6.720	4	0.151
<b>Κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων</b>	10.691	4	0.030
<b>Κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών</b>	12.358	4	0.015
Μου προσφέρει ικανοποίηση και ευχαρίστηση το να συμβάλλω στην προστασία της φύσης	4.298	4	0.367
Δεν μου προκαλεί κανένα συναίσθημα η ενασχόληση με δραστηριότητες για την προστασία της φύσης	3.189	4	0.527
Αισθάνομαι χαρά, όταν προσφέρω στην προστασία του περιβάλλοντος	0.557	4	0.968
Απολαμβάνω τη θέα ενός όμορφου φυσικού τοπίου (θάλασσα, λίμνη, βουνό, δάσος)	3.853	4	0.426
Πολλές φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές (π.χ. αγορά βιολογικών προϊόντων, αγορά ηλεκτρικών συσκευών υψηλής ενεργειακής κλάσης, αποφυγή ως μέσων θέρμανσης το τζάκι ή το πετρέλαιο κ.ο.κ) απαιτούν να ξοδέψεις χρήματα.	7.889	4	0.096
Η φιλο-περιβαλλοντική συμπεριφορά απαιτεί να αφιερώσεις πολύτιμο χρόνο από την καθημερινότητά σου	3.230	4	0.520
Οι φιλο-περιβαλλοντικές συμπεριφορές (για παράδειγμα η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου, η ανακύκλωση υλικών, η εξοικονόμηση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι) απαιτούν μεγάλη προσπάθεια από το άτομο	2.153	4	0.708
Το να υιοθετήσω φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές (για παράδειγμα μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου, ανακύκλωση υλικών, εξοικονόμηση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι, η χρήση πολλών χημικών/απορρυπαντικών κ.ο.κ) σημαίνει ότι θα πρέπει να μειώσω τις ανέσεις στην καθημερινότητά μου	2.769	4	0.597

4.Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους τρόπους προστασίας περιβάλλοντος και στην οικογενειακή κατάσταση των συμμετεχόντων;

Για την απάντηση του παραπάνω ερευνητικού ερωτήματος θα πραγματοποιηθεί ο παραμετρικός έλεγχος Kruskal - Walliw σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην οικογενειακή κατάσταση και στην χρήση εναλλακτικών τρόπων για την μετακίνηση τους ( $H_3= 10.241, p<5\%$ ). Πιο συγκεκριμένα, οι άγαμοι χρησιμοποιούν συχνά εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνησή τους, σε σχέση με τους έγγαμους. Τέλος από τον ακόλουθο πίνακα προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην οικογενειακή κατάσταση και στην χρήση εναλλακτικών μορφών ενεργείας ( $H_3= 8.442, p<5\%$ ). Πιο συγκεκριμένα οι άγαμοι χρησιμοποιούν συχνά εναλλακτικές μορφές ενέργειας, σε σχέση με τους έγγαμους.

Πίνακας 16: Έλεγχος Kruskal – Wallis για το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα

	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>sig</i>
Ενημερώνεστε για νέα που αφορούν το περιβάλλον	5.961	3	0.114
Ανακυκλώνετε τα απορρίμματα σας	0.758	3	0.860
Ανακυκλώνετε τα ρούχα σας	5.219	3	0.156
Εξοικονομείτε νερό	4.318	3	0.226
<b>Χρησιμοποιείτε εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνηση σας</b>	<b>10.241</b>	<b>3</b>	<b>0.017</b>
Αποφεύγεται την χρήση πλαστικών προϊόντων	5.408	3	0.144
<b>Χρησιμοποιείτε εναλλακτικές μορφές ενέργειας</b>	<b>8.442</b>	<b>3</b>	<b>0.038</b>
Συμμετέχετε σε περιβαλλοντικές δράσεις τις κοινότητάς σας	6.601	3	0.086
Πρωθείτε περιβαλλοντικές δράσεις μέσω της εργασίας σας	5.584	3	0.134
Ελέγχετε το οικολογικό σας αποτύπωμα	4.438	3	0.218

## Συμπεράσματα

Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν τη δυνατότητα να επιλύσουν πολλά από τα προβλήματα πείνας και υποσιτισμού στον κόσμο, καθώς και να συμβάλουν στην προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος, αυξάνοντας την απόδοση και μειώνοντας την εξάρτηση από συνθετικά φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα. Οι μελλοντικές προκλήσεις είναι πολλές, συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών ασφάλειας, της νομοθεσίας, της ανάπτυξης πολιτικής και της επισήμανσης των τροφίμων. Πολλά άτομα πιστεύουν ότι η γενετική μηχανική είναι δεδομένη και ότι δεν έχουμε την πολυτέλεια να αγνοήσουμε μια τεχνολογία με τόσο μεγάλα δυνητικά πλεονεκτήματα.

Επιπλέον, το μέλλον προβλέπει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών για τους ΓΤΟ, όπως φάρμακα στα τρόφιμα, μπανάνες που παράγουν ανθρώπινα εμβόλια κατά μολυσματικών ασθενειών όπως η ηπατίτιδα Β (Kumar et al. 2005), μεταβολικά τροποποιημένα ψάρια που ωριμάζουν ταχύτερα, δέντρα, φρούτα και καρποί που παράγουν προϊόντα χρόνια ωριότερα, τρόφιμα που δεν περιέχουν πλέον κοινές ιδιότητες που προκαλούν δυσανεξία και φυτά που παράγουν νέα βιοδιασπώμενα πλαστικά με μοναδικές ιδιότητες (van Beilen and Yves 2008). Αν και η πρακτικότητα και η αποτελεσματικότητά τους στην εμπορική παραγωγή δεν έχουν αποδειχθεί πλήρως, την επόμενη δεκαετία ενδέχεται να σημειωθεί εκθετική ανάπτυξη της ανάπτυξης γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, καθώς οι ερευνητές αποκτούν αυξημένη πρόσβαση σε γονιδιωματικούς πόρους που εφαρμόζονται σε οργανισμούς πέραν του πεδίου εφαρμογής μεμονωμένων έργων.

Σε αυτή την έρευνα συμμετείχαν 218 καταναλωτές, όπου οι περισσότερες γυναίκες, είχαν μέση ηλικία 38 έτη, ήταν άγαμοι και δεν είχαν ανήλικα μέλη στην οικογένεια. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν κάτοχοι Μεταπτυχιακών σπουδών και ήταν ιδιωτικοί. Επίσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες είχαν καταγωγή και μόνιμη κατοικία στην Αθήνα, καθώς και ένα μέσο οικογενειακό εισόδημα.

Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ενημερώνονται για θέματα διατροφής από βιβλία – περιοδικά – εφημερίδες, γνωρίζουν τι είναι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, ότι δεν πρέπει να διοχετεύονται στην αγορά γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και δεν συμφωνούν με την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες δεν γνωρίζουν αν τα προϊόντα που επιλέγουν είναι γενετικά τροποποιημένα, πιστεύουν ότι τα

γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα θα πρέπει να φέρουν την ανάλογη σήμανση στην συσκευασία του, επιθυμούν περισσότερη πληροφόρηση σχετικά με γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα πριν τα καταναλώσουν και γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ανθρώπων. Επίσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία των ζώων και γνωρίζουν ελάχιστα τις επιπτώσεις των γενετικών τροποποιημένων τροφίμων στο περιβάλλον.

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για γεύματα σε εστιατόρια και σε γεύματα που απευθύνονται σε άπορα παιδιά. Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για γεύματα σε ασθενείς νοσοκομείων, για γεύματα σε στρατιώτες, για γεύματα που προσφέρονται σε άστεγους, για γεύματα που αφορούν εστιατόρια με χαμηλές τιμές, για γεύματα σε φυλακισμένους και για ανθρωπιστική βοήθεια στον Τρίτο Κόσμο. Ενώ οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως χρησιμοποιούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών σε τρόφιμα (πείνα).

Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως διαφωνούν απόλυτα πως θα κατανάλωναν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζα ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα και ότι είναι πιο νόστιμα από αυτά. Επίσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει το μέλλον του πλανήτη και τις επόμενες γενιές. Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ούτε διαφωνούν ούτε συμφωνούν πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα την οικονομία, τους αγρότες και ότι μπορεί να λύσει το επισιτιστικό πρόβλημα στο πλανήτη. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ούτε διαφωνούν ούτε συμφωνούν πως επιθυμούν να συμμετάσχουν σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να λύσει το πρόβλημα της πείνας σε χώρες του τρίτου κόσμου και ωφελεί μόνο τις εταιρείες και όχι τους καταναλωτές.

Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως το χαμηλότερο κόστος παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή τους, πως η αύξηση της παραγωγικότητας αποτελεί σοβαρή αιτία για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων και πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή

Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από εθνική νομοθεσία σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, πως η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές και πως η σχετική νομοθεσία μπορεί να προστατεύσει τους καταναλωτές από πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.

Από την έρευνα προέκυψε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι το χαρακτηριστικό λογότυπο του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος για τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα είναι ένα δέντρο, έχουν ενημερωθεί για θέματα σχετικά με το περιβάλλον από τηλεοπτικά προγράμματα, θεωρούν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και θεωρούν ότι τα θερμοκηπικά αέρια παγιδεύουν θερμότητα. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν ότι ρυπαίνουν το περιβάλλον, δήλωσαν ότι χρειάζεται κινητοποίηση από όλους προκειμένου να πάνε όλα καλά και εκδηλώνουν το ενδιαφέρον τους με ανακύκλωση. Ακόμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ενημερώνονται για θέματα που αφορούν την Διατροφή και το περιβάλλον από το διαδίκτυο, σπάνια συμμετέχουν σε περιβαλλοντικές δράσεις τις κοινότητας τους, σπάνια χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας και σπάνια ελέγχουν το οικολογικό τους αποτύπωμα και το 33% αυτών σπάνια χρησιμοποιούν εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνησή τους. Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συχνά ενημερώνονται για νέα που αφορούν το περιβάλλον, εξοικονομούν νερό και αποφεύγουν την χρήση πλαστικών προϊόντων. Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αρκετά συχνά ανακυκλώνουν τα απορρίμματα τους και ανακυκλώνουν τα ρούχα τους.

Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν απόλυτα πως δεν τους απασχολεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση ή απώλεια της βιοποικιλότητας, δεν τους αφορά η ευημερία των άλλων ανθρώπων, αφού τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων, δεν αποτελεί δική τους ευθύνη η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και δεν τους προκαλεί κανένα συναίσθημα η ενασχόληση με δραστηριότητες για την προστασία της φύσης.

Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες διαφωνούν πως το να υιοθετήσουν φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές σημαίνει ότι θα πρέπει να μειώσουν τις ανέσεις στην καθημερινότητά τους. Ενώ, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για αυτούς (π.χ

οικογένεια, φίλοι) σέβονται το φυσικό περιβάλλον και δεν το επιβαρύνουν με τις πράξεις τους, πως κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών και πως κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων. Επίσης οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως οι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για αυτούς (π.χ οικογένεια, φίλοι) πιστεύουν ότι πρέπει όλοι μας να συμβάλλουμε με τις πράξεις μας στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, πως κίνητρο, για να υιοθετήσουν φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές) μπορεί να αποτελέσει η παροχή οικονομικών επιδοτήσεων από το κράτος και πως πολλές φιλο-περιβαλλοντικές πρακτικές απαιτούν να ξοδέψεις χρήματα. Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν πως η φιλο-περιβαλλοντική συμπεριφορά απαιτεί να αφιερώσεις πολύτιμο χρόνο από την καθημερινότητά σου και πως σημαντικό κίνητρο, για να χρησιμοποιήσουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι το χαμηλό τους κόστος.

Επίσης οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως απολαμβάνουν τη θέα ενός όμορφου φυσικού τοπίου (θάλασσα, λίμνη, βουνό, δάσος), πως πρέπει να προστατεύουν τη φύση, διότι αυτή ρυθμίζει και διατηρεί σε ισορροπία το περιβάλλον και πως οφείλουν να προστατεύουν τα διάφορα χερσαία και θαλάσσια είδη, καθώς η ύπαρξή τους έχει ανεκτίμητη αξία. Ακόμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως οφείλουν να προστατεύουν τη βιοποικιλότητα και το σύνολο των οικοσυστημάτων, διότι προσφέρουν στον άνθρωπο πολύτιμες υπηρεσίες, όπως πόσιμο νερό, τροφή, και πρώτες ύλες, πως η προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη, διότι επηρεάζει άμεσα την υγεία τους και πως οφείλουν να προστατεύουν το περιβάλλον, γιατί τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν αντίκτυπο στις ζωές όλων των ανθρώπων. Επιπρόσθετα οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αξία και συνεπώς χρειάζεται να προστατευτούν, πως θέλουν να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον, διότι έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία όλων των μελών της κοινωνίας και πως αν δεν λάβουν μέτρα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ο κόσμος, όπως τον ξέρουμε, θα σταματήσει να είναι ένα φιλικό μέρος για να ζήσουν τα παιδιά μας/ οι επόμενες γενιές. Έπειτα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως τα οικοσυστήματα παρέχουν στον άνθρωπο "πολιτισμό" και "αναψυχή", πως είναι αναγκαίο να δράσουν για την περιβαλλοντική υποβάθμιση εξαιτίας των αρνητικών συνεπειών της στα ίδια τα οικοσυστήματα και τους οργανισμούς που τα απαρτίζουν

και πως το ήθος και το προσωπικό τους σύστημα αξιών επιβάλλουν να συμπεριφέρονται με σεβασμό προς το φυσικό περιβάλλον. Τέλος, οι περισσότεροι συμμετέχοντες συμφωνούν απόλυτα πως τους προσφέρει ικανοποίηση και ευχαρίστηση το να συμβάλλουν στην προστασία της φύσης και πως αισθάνονται χαρά, όταν προσφέρουν στην προστασία του περιβάλλοντος.

Στην συνέχεια από την έρευνα προέκυψε ότι οι γυναίκες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τους άντρες αναφορικά με το ότι η παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αποτελεί απειλή για το μέλλον του πλανήτη και για τις επόμενες γενιές, με την επιθυμία τους να συμμετάσχουν σε δράσεις για την αποτροπή της παραγωγής γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, ότι πρέπει να ληφθούν περισσότερα μέτρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Ενώ οι άντρες συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις γυναίκες αναφορικά με το ότι θα πρέπει να καταναλώνουν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα αν γνώριζαν ότι έχουν χαμηλότερα λιπαρά από τα άλλα τρόφιμα.

Ακόμα από την έρευνα προέκυψε ότι οι κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό ότι το κίνητρο για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών μπορεί να αποτελέσει η εξασφάλιση φορολογικών ελαφρύνσεων ή η αποφυγή προστίμων, σε σχέση με τους απόφοιτους ΑΕΙ – Ακαδημιών. Επιπρόσθετα, οι κάτοχοι Μεταπτυχιακού τίτλου συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό ότι το κίνητρο για τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος και νερού σε επίπεδο νοικοκυριού αποτελεί η εξοικονόμηση χρημάτων μέσω των αντίστοιχων λογαριασμών σε σχέση με τους απόφοιτους τεχνικών σχολών και τους αποφοίτους ΑΕΙ.

Τέλος από την έρευνα προέκυψε ότι οι άγαμοι χρησιμοποιούν συχνά εναλλακτικούς τρόπους για την μετακίνησή τους, σε σχέση με τους έγγαμους. Καθώς επίσης οι άγαμοι χρησιμοποιούν συχνά εναλλακτικές μορφές ενέργειας, σε σχέση με τους έγγαμους.



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ:

## Βιβλιογραφία

- Allum, N., Surgis, P., Tabourazi, D., & Brunton-Smith, I. (2008). Science knowledge and attitudes across cultures: A meta-analysis. *Public Understanding of Science*, 17(1), 35–54.
- Baker, G. A. (2003). Food safety and fear: Factors affecting consumer response to food safety risk. *International Food and Agribusiness Management Review*, 6(1), 23–37.
- Barta, A., et al. The expression of a nopaline synthase-human growth hormone chimaeric gene in transformed tobacco and sunflower callus tissue. *Plant Molecular Biology* 6, 347–357 (1986)
- Bauman, Z. (1995). A catalogue of postmodern fears in life in fragments. *Essays in postmodernism reality*. Oxford: Blackwell 126–138.
- Bettinghaus, E. P. (1986). Health promotion and the knowledge-attitude-behavior continuum. *Preventive Medicine*, 15(5), 475–491.
- Beyer, P., et al. Golden rice: Introducing the  $\beta$ -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. *Journal of Nutrition* 132, 506S–510S (2002)
- Boari, G., & Cantaluppi, G. (2010). Construction of the balanced scorecard by using structural equation models with latent variables. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis: Decision Support System and Services Evaluation*, 1(1).
- Boccaletti, S., & Moro, D. (2000). Consumer willingness-to-pay for GM food products in Italy. *AgBioForum – The Journal of Agrobiotechnology Management and Economics*, 4, 259–267.
- Boccia, F. (2016). Consumer perception: An analysis on second generation genetically modified foods. *Nutrition and Food Science*, 46(5), 637–646.
- Boccia, F., & Sarnacchiaro, P. (2018). The impact of corporate social responsibility on consumer preference: A structural equation analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(2), 151–163.
- Bollen, K. A., & Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin*, 110(2), 305–314.

- Bollen, K. A., & Ting, K. F. (2000). A tetrad test for causal indicators. *Psychological Methods*, 5(1), 3–22.
- Chen, S.-Y. Y., & Raffan, J. (1999). Biotechnology: students' knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17–23.
- Christoph, I. B., Bruhn, M., & Roosen, J. (2008). Knowledge, attitudes towards and acceptability of genetic modification in Germany. *Appetite*, 51(1), 58–68.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd ed.). New York: Academic.
- Coltman, T., Devinney, T. M., Midgley, D. F., & Veniak, S. (2008). Formative versus reflective measurement models: Two applications of formative measurement. *Journal of Business*, 61(12), 1250–1262.
- Costa Rozan Fortunato, V., de Moura Engracia Giraldo, J., & Caldeira de Oliveira, J. H. (2014). A review of studies on neuromarketing: Practical results, techniques, contributions and limitations. *Journal of Management Research*, 6(2), 201–220.
- Costa-Font, M., & Gil, J. M. (2009). Structural equation modelling of consumer acceptance of genetically modified (GM) food in the Mediterranean Europe: A cross country study. *Food Quality and Preference*, 20, 399–409.
- Coutant, A., De La Ville, V.-I., Gram, M., & Boireau-Ducept, N. (2009). Anxieties in modern society related to food and advertising. An exploratory study of the Danonino brand in a cross-cultural perspective. 4th international research days on marketing communications: *Marketing Communications in a Hypermodern Society*, Aarhus, Denmark (pp. 7–32).
- Črne-Hladnik, H., Peklaj, C., Košmelj, K., Hladnik, A., & Javornik, B. (2009). Assessment of Slovene secondary school students' attitudes to biotechnology in terms of usefulness, moral acceptability and risk perception. *Public Understanding of Science*, 18(6), 747–758.
- Deisingh, A. K., & Badrie, N. (2005). Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Research International*, 38(6), 639–649.
- Demont, M., et al. GM crops in Europe: How much value and for whom? *EuroChoices* 6, 46–53 (2007)
- Devlin, R., et al. Extraordinary salmon growth. *Nature* 371, 209–210 (1994)

- Devos, Y., Dillen, K., & Demont, M. (2014). How can flexibility be integrated into coexistence regulations? A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(3), 381–387.
- Devos, Y., et al. Ethics in the societal debate on genetically modified organisms: A (re)quest for sense and sensibility. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 21, 29–61 (2007) doi:10.1007/s10806-007-9057-6
- Diamantopoulos, A. (2006). The error term in formative measurement models: Interpretation and modeling implications. *Journal of Modelling in Management*, 1, 7–17.
- Diamantopoulos, A., & Sigauw, J. A. (2006). Formative versus reflective indicators in organizational measure development: A comparison and empirical illustration. *British Journal of Management*, 17(4), 263–282.
- Diamantopoulos, A., & Winklhofer, H. M. (2001). Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. *Journal of Marketing Research*, 38(2), 259–277.
- Eiser, R. J., Miles, S., & Frewer, L. J. (2002). Trust, perceived risk, and attitudes toward food technologies. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(11), 2423–2433.
- Finucane, M. L. (2002). Mad cows, mad corn and mad communities: The role of sociocultural factors in the perceived risk of genetically-modified food. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(1), 31–37.
- Finucane, M. L., & Holup, J. L. (2005). Psychosocial and cultural factors affecting the perceived risk of genetically modified food: An overview of the literature. *Social Science and Medicine*, 60(7), 1603–1612.
- González-Rodríguez, M. R., Díaz-Fernández, M. C., & Simonetti, B. (2015). The social, economic, and environmental dimensions of corporate social responsibility: The role played by consumers and potential entrepreneurs. *International Business Review*, 24(5), 836–848.
- Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 26, 499–510.

- Guerrero-Andrade, O., et al. Expression of the Newcastle disease virus fusion protein in transgenic maize and immunological studies. *Transgenic Research* 15, 455–463(2006) doi:10.1007/s11248-006-0017-0
- Harrison, R. W., Boccaletti, S., & House, L. (2004). Risk perceptions of urban Italian and United States consumers for genetically modified foods. *AgBioForum – The Journal of Agrobiotechnology Management and Economics*, 7, 195–201.
- Hegazy, Y., Elmonir, W., Abdel-Hamid, N. H., & Elbauomy, E. M. (2016). Seroprevalence and "knowledge, attitudes and practices" (KAPs) survey of endemic ovine brucellosis in Egypt. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(1),
- Hiatt, A., et al. Production of antibodies in transgenic plants. *Nature* 342, 76–79 (1989)
- Hoban, T. J. (2004). Public attitudes towards agricultural biotechnology. *ESA Working Paper*, 04–09.
- Hoban, T. Public attitudes towards agricultural biotechnology. *ESA working papers nos. 4-9. Agricultural and Development Economics Division, Food and Agricultural Organization of the United Nations* (2004)
- i, M. U., & Davis, F. D. (2003). Developing and validating an observational learning model of computer software training and skill acquisition. *Information Systems Research*, 14, 146–169.
- Jagadeesan, P., & Salem, S. B. (2015). Transgenic and cloned animals in the food chain – Are we prepared to tackle it? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(14), 2779–2782.
- James, J. S. (2004). Consumer knowledge and acceptance of agricultural biotechnology vary. *California Agriculture*, 58(2), 99–105.
- Jarvis, C. B., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, P. M. (2003). A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. *Journal of Consumer Research*, 30(2), 199–218.
- Jaušovec, N., & Jaušovec, K. (2010). Emotional intelligence and gender: A neuropsychological perspective. Paper presented at th 15th European Conference on Personality. (20th–24th July, 2010, Brno, Czech Republic).

- Jesse, H., & Obrycki, J. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: Lethal effects on the monarch butterfly. *Oecologia* 125, 241–248 (2000)
- Jöreskog, K. G. (2003). Factor analysis by Minres. Scientific software, Chicago, IL. available at [www.ssicentral.com/lisrel/techdocs/minres.pdf](http://www.ssicentral.com/lisrel/techdocs/minres.pdf).
- Kim, Y. G., Jang, S. Y., Kyoung, A., & Kim, J. (2014). Application of the theory of planned behavior to genetically modified foods: Moderating effects of food technology neophobia. *Food Research International*, 62, 947–954.
- Laros, F. J. M., & Steenkamp, J. E. M. (2004). Importance of fear in the case of genetically modified food. *Psychology and Marketing*, 21(11), 889–908.
- Lazarowitz, R., & Bloch, I. (2005). Awareness of societal issues among high school biology teachers teaching genetics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5–6), 437–457.
- Losey, J., et al. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399, 214 (1999) doi:10.1038/20338
- Ma, J., et al. The production of recombinant pharmaceutical proteins in plants. *Nature Reviews Genetics* 4, 794–805 (2003) doi:10.1038/nrg1177
- MacKenzie, S. B., Podsakoff, P. M., & Jarvis, C. B. (2005). The problem of measurement model misspecification in behavioral and organizational research and some recommended solutions. *Journal of Applied Psychology*, 90(4), 710–730.
- Matumba, L., Monjerezi, M., Kankwamba, H., Njoroge, S. M. C., Ndilowe, P., Kabuli, H., ... Njapau, H. (2015). Knowledge, attitude, and practices concerning presence of molds in foods among members of the general public in Malawi. *Mycotoxin Research*, 32(1), 27–36.
- Montuori, P., Triassi, M., & Sarnacchiaro, P. (2012). The consumption of genetically modified foods in Italian high school students. *Food Quality and Preference*, 26, 246–251. Nelson, P. (1970). Information and consumer behavior. *Journal of Political Economy*, 78(2), 311–329.
- Muir, W., & Howard, R. Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success: Sexual selection and the Trojan gene hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96, 13853–13856 (1999)

- Ozel, M., Erdogan, M., Usak, M., & Prokop, P. (2009). High school students' knowledge and attitudes regarding biotechnology applications. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 9(1), 321–328.
- Pardo, R., Midden, C., & Miller, J. D. (2002). Attitudes toward biotechnology in the European Union. *Journal of Biotechnology*, 98(1), 9–24.
- Petter, S., Straub, D., & Rai, A. (2007). Specifying formative constructs in information systems research. *MIS Quarterly*, 31(4), 623–656.
- Plahuta, P., Tivadar, B., & Raspor, P. (2007). Slovenian public opinion regarding genetically modified organisms in winemaking. *Acta Alimentaria*, 36(1), 61–73.
- Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, 19, 105–120.
- Prokop, P., Leskova, A., Kubiatico, M., & Diran, C. (2007). Slovakian student's knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895–907.
- Ribeiro, T. G., Barone, B., & Behrens, J. H. (2016). Genetically modified foods and their social representation. *Food Research International*, 84, 120–127.
- Rommens, C. M. (2010). Barriers and paths to market for genetically engineered crops. *Biotechnology Journal*, 8(2), 101–111.
- Ronteltap, A., Van Trijp, J. C. M., Renes, R. J., & Frewer, L. J. (2007). Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. *Appetite*, 49(1), 1–17.
- Rossiter, J. R. (2002). The C-oar-se procedure for scale development in marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 19, 305–335.
- Royzman, E., Cusimano, C., & Leeman, R. F. (2017). What lies beneath? Fear vs. disgust as affective predictors of absolutist opposition to genetically modified food and other new technologies. *Judgment and Decision making*, 12(5), 466–480.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005a). Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005b). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetic knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71–93.

- Sarnacchiaro, P., & Boccia, F. (2018). Some remarks on measurement models in the structural equation model: An application for socially responsible food consumption. *Journal of Applied Statistics*, 45(7), 1193–1208.
- Scott, C. A., Marsden, A. N., & Slusarski, D. C. (2016). Automated, high-throughput, in vivo analysis of visual function using the zebrafish. *Developmental Dynamics: An Official Publication of the American Association of the Anatomists*, 245(5), 605–613.
- Sears, M., et al. Impact of Bt corn on monarch butterfly populations: A risk assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98, 11937–11942 (2001)
- Sen, A., & Srivastava, M. (1990). *Regression analysis: Theory, methods and applications*. New York: Springer Verlag.
- Sharma, K., Jain, P., & Sharma, A. (2015). Knowledge, attitude and perception of medical and dental undergraduates about antimicrobial stewardship. *Indian Journal of Pharmacology*, 47(6), 676–679.
- Soregaroli, C., Boccaletti, S., & Moro, D. (2003). Consumers' attitudes towards labeled and unlabeled GM Products in Italy. IAMA world food and agribusiness forum proceedings, Cancun, Mexico.
- Šorgo, A., & Ambrožič-Dolinšek, J. (2010). Knowledge of, attitudes toward, and acceptance of genetically modified organisms among prospective teachers of biology, home economics, and grade school in Slovenia. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(3), 141–150.
- Spence, A., & Townsend, E. (2006). Examining consumer behavior toward genetically modified (GM) food in Britain. *Risk Analysis*, 26(3), 657–670.
- Spurgeon, D. Call for tighter controls on transgenic foods. *Nature* 409, 749 (2001)
- Sternberg, R. J., & Detterman, D. K. (1986). *What is intelligence? Contemporary viewpoints on its nature and definition*. Norwood, NJ: Ablex Publishing176 (ISBN 978-0893913731).
- Stewart, P. A., & Mclean, W. P. (2005). Public opinion toward the first, second, and third generations of plant biotechnology. *Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 41(6), 718–724.



- Takeda, S., & Matsuoka, M. Genetic approaches to crop improvement: Responding to environmental and population changes. *Nature Reviews Genetics* 9, 444–457 (2008) doi:10.1038/nrg2342
- Thorndike, E. L. (1920). (2015). Intelligence and its uses. *Harper's Magazine*, 140, 227–235. Vo, T. H., Le, N. H., Le, A. T. N.,
- Tran Minh, N. N., & Nuorti, J. P. (2015). Knowledge, attitudes, practices and training needs of food-handlers in large canteens in southern Vietnam. *Food Control*, 57, 190–194.
- Williams, P., Stirling, E., & Keynes, N. (2004). Food fears: A national survey on the attitudes of Australian adults about the safety and quality of food. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13(1), 32–39.
- Wold, H. (1982). Soft modelling: The basic design and some extensions. In K. G. Joreskog, & H. Wold (Vol. Eds.), *Systems under indirect observation: Causality, structure, prediction*. Vol. 2. *Systems under indirect observation: Causality, structure, prediction* (pp. 1– 54). Amsterdam: North Holland.
- Yang, Y. T., & Chen, B. (2016). Governing GMOs in the USA: Science, law and public health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(6), 1851–1855. Y
- Yunta, E. R., Herrera, C. V., Misseroni, A., Milla, L. F., Outomuro, D., Lemus, I. S., ... Stepke, F. L. (2005). Attitudes towards genomic. Research in four Latin American countries. *Electronic Journal of Biotechnology*, 8(3).