



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΤΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΝΕΡΟΥ, ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ
ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ
ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΙΩΑΝΝΑ ΕΛΕΝΗ ΓΚΟΥΣΚΟΥ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Γραμματικοπούλου Μαρία για το ανοιχτό μυαλό και την καλή καρδιά της, στοιχεία ανθρώπων που σπανίζουν στην επιστημονική κοινότητα.

Με εκτίμηση, Γκούσκου Ιωάννα Ελένη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ερευνα. Σκοπός είναι η αποσαφήνιση και η συσχέτιση των ορισμών του υδατικού, του ενεργειακού και του αποτυπώματος εδάφους, με την διατροφή του ανθρώπου και την παραγωγή της. Επίσης, ποιες τροφές αφήνουν ντο μεγαλύτερο αντίκτυπο αλλά και ποια ειδή διατροφής (παμφάγος, χορτοφάγος, αυστηρός χορτοφάγος κ.α.), είναι λίγα από τα ερωτήματα που θα διερευνηθούν. Η συσχέτιση διατροφής και περιβάλλοντος είναι εμφανής, ωστόσο, με την τήρηση των ορθών γεωργικών και βιομηχανικών πρακτικών η ρύπανση ελαχιστοποιείται και το περιβάλλον επιβαρύνεται σε μικρότερο ποσοστό. Υπάρχει χώρος για περαιτέρω ερευνα ώστε αυτό το ποσοστό να μηδενιστεί, και να λάβει χώρα η αειφόρα ανάπτυξη.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:

αποτύπωμα άνθρακα, ενεργειακό αποτύπωμα, αποτύπωμα νερού, αποτύπωμα εδάφους, διατροφικά πρότυπα

ΑΓΓΛΙΚΟΣ ΤΙΤΛΟΣ:

WATER FOOTPRINT, CARBON FOOTPRINT AND ENERGY FOOTPRINT OF THE MOST
BASIC NUTRITION STANDARDS AND MAIN FOOD GROUPS

ABSTRACT

At this thesis bibliographic research took place. The aim is to clarify and relate the definitions of water, energy and soil footprint with the human nutrition and food production. Also, which foods have the greatest impact but also which diet types (omnivorous, vegetarian, strict vegetarian, etc.), are a few of the questions that will be explored. The correlation is obvious, however, with the observance of good agricultural and industrial practices the pollution is minimized and the environment is burdened with a lesser extent. There is room for further research so that this percentage can be zeroed, and sustainable development can take place.

KEY WORDS:

Carbon footprint, energy footprint, water footprint, soil footprint, dietary standards

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

WHO: World Health Organization

CO₂: Διοξείδιο του Άνθρακα

FAO: Food & Agriculture Organization

CF: Αποτύπωμα Άνθρακα

CO₂ eq: Ισοδύναμο Διοξειδίου Άνθρακα

HSCW: Καυτό Βάρος Κρέατος Μετά τη Σφαγή

LCI: Κύκλος Ζωής

ISO: Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης

GAP: Ορθές Γεωργικές Πρακτικές

GHG: Αέρια Θερμοκηπίου

ΣΒΑ: Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

MDP, MD: Μοντέλο/Πρότυπο Μεσογειακής Διατροφής

1 kcal = 4,184 kJ

O: Omnivorous (Παμφάγος)

VG: Vegetarian (Χορτοφάγος, Δεν Καταναλώνει Κρέας)

V: Vegan (Αυστηρός Χορτοφάγος)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ:	3
ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:	3
ΑΓΓΛΙΚΟΣ ΤΙΤΛΟΣ:	4
ABSTRACT	4
KEY WORDS:	4
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ:	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ:	10
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ:	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ:	12
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ:	13
1. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	13
1.1 Τι είναι το αποτύπωμα άνθρακα.....	13
Παράδειγμα : το αποτύπωμα άνθρακα του γάλακτος.....	14
2. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα και συμβατότητα με αειφόρα ανάπτυξη:	16
2.1 Κατανάλωση βασικών ομάδων τροφίμων και περιβάλλον	16
2.1.1 Κατανάλωση λιπών και περιβάλλον	16
2.1.2 Κατανάλωση κρεάτων και ζωικών τροφών, και περιβάλλον	17
2.1.3 Κατανάλωση γάλακτος και αυγών, και περιβάλλον	19
2.1.4 Κατανάλωση τροφίμων από ζώα, και περιβάλλον	20
2.1.5 Η κατανάλωση ψαριών θαλασσινών, και το περιβάλλον.....	21
2.1.6 Κατανάλωση φρούτων και λαχανικών και περιβάλλον.....	22
3. Η έννοια του αποτυπώματος νερού	24
3.1 Δείκτες αποτυπώματος νερού	24
3.2. Προϊόντα και αποτύπωμα νερού	25
4. Η σύνθεση πρώτων υλών σε τελικά τρόφιμα, και το περιβάλλον	27
5. Παράγοντες απόδοσης αποτυπώματος νερού	30
5.1 Στα ζωικά προϊόντα	30
5.2 Στα προϊόντα εσοδείας.....	31

6. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα βασικών ομάδων τροφών	34
6.1. Αποτύπωμα σε προϊόντα εσοδείας	34
6.2 Αποτύπωμα άνθρακα φρούτων και λαχανικών.....	35
7. Μέθοδοι αποτελεσματικότερης γεωργίας	37
▶ Μηχανήματα	37
▶ Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στα θερμοκήπια	37
▶ Χρήση πετρελαίου θέρμανσης στα θερμοκήπια	37
▶ Άρδευση.....	38
▶ Μεταφορά	38
▶ Ψύξη κατά τη μεταφορά	38
▶ Πλύσιμο νερού.....	39
▶ Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για αποθήκευση.....	39
8. Η περίπτωση της Καλιφόρνια, και γιατί είναι σημαντική	40
8.1 Πόροι στην Καλιφόρνια.....	41
8.2 Υδάτινοι πόροι στην Καλιφόρνια	41
8.3 Αποτύπωμα εδάφους στην Καλιφόρνια	43
▶ Περίπτωση σιταριού-ρυζιού	43
▶ Η περίπτωση γάλακτος σε σκόνη και του αλεσμένου κρέατος.....	44
8.4 Αποτύπωμα νερού στην Καλιφόρνια	44
8.5 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Καλιφόρνια.....	45
8.6 Περιβαλλοντική προοπτική της Καλιφόρνια.....	45
9. Αποτύπωμα στο περιβάλλον και παχυσαρκία.....	46
9.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παχυσαρκίας	49
9.2 Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στις εκπομπές CO ₂ από τον μεταβολισμό	50
9.3 Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την παραγωγή φαγητού	51
9.4 Επιρροή διατροφής στο φαινόμενο του θερμοκηπίου	53
10. Διατροφικά πρότυπα και περιβάλλον	55
10.1 Αποτύπωμα νερού μιας κρεατοφαγικής σε σχέση με μια χορτοφαγική διαίτα	55
11. Διατροφικό πρότυπο Μεσογειακής διατροφής	57
11.1 Μεσογειακή διατροφή και μοντέλα διατροφής ΗΠΑ και Τσεχίας	60

11.2 Μεσογειακή διατροφή και περιβάλλον	63
11.3 Πρότυπα κατανάλωσης μεσογειακών τροφίμων	64
11.4 Βιοποικιλότητα και ποικιλία φυτών που καταναλώνονται στη Μεσόγειο ...	65
11.5 Διατροφικά οφέλη για την υγεία από την Μεσογειακή διατροφή	66
11.6 Περιβαλλοντικά αποτυπώματα του Μεσογειακού πρότυπου	67
12 : Οικολογικό αποτύπωμα διατροφής σε Μεσόγειο, Τσεχία και ΗΠΑ	69
13. Βιωσιμότητα περιβάλλοντος και μοντέλα διατροφής	78
13.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παμφάγας, της ωο-λακτο-χορτοφαγικής, και της αυστηρά χορτοφαγικής (vegan) διατροφής:	80
13.2 Φαινόμενο θερμοκηπίου και τύποι διατροφών στο Ηνωμένο Βασίλειο	82
13.3 Τυποποίηση δίαιτας σε 2.000 kcal.....	84
14. Τρόφιμα και βιωσιμότητα	86
14.1 Ευκαιρίες για υγιή και βιώσιμα συστήματα τροφίμων.....	88
▶ Θετικές διατροφικές αλλαγές.....	88
▶ Αναδυόμενες καινοτομίες και τεχνολογίες	89
15. Απώλειες τροφίμων και απόβλητα	90
▶ Οικονομικά ζητήματα	91
▶ Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία, στην διατροφή και την υγεία:	91
▶ Εμπορεύματα που μεταφέρονται αεροπορικώς.....	91
▶ Επισήμανση του αποτυπώματος άνθρακα στα τρόφιμα:	92
▶ Πολύ νωρίς για σήμανση CO ₂ :	92
ΣΚΟΠΟΣ:	94
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:.....	95
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ:	96
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:	98

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ:

Πίνακας 1: Το παγκόσμιο μέσο υδάτινο αποτύπωμα μιας σειράς προϊόντων εσοδείας και ζωικών προϊόντων (Hoekstra et al., 2010)	33
Πίνακας 2: φυσικές πηγές και πηγές βιωσιμότητας στην Καλιφόρνια (Walmsley et al., 2015)	44
Πίνακας 3: αποτύπωμα νερού μιας διατροφής με κρέας και μιας χορτοφαγικής (Hoekstra et al., 2011).....	59
Πίνακας 4: παραγωγή οικολογικού αποτυπώματος προϊόντων (Ascione et al., 2011).....	73
Πίνακας 5: οικολογικό αποτύπωμα στην Μεσογειακή διατροφή(Ascione et al., 2011).....	75
Πίνακας 6 : οικολογικό αποτύπωμα στην Τσεχική Διατροφή(Ascione et al., 2011).....	77
Πίνακας 7: οικολογικό αποτύπωμα στην Διατροφή των ΗΠΑ (Ascione et al., 2011)	79

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ:

Διάγραμμα 1: οργανογράμματα πίτας των αέριων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τον τύπο, δεξιά, και τον τρόπο παραγωγής, αριστερά, Ηνωμένο Βασίλειο, 2016(Magkos et al., 2020).....	50
Διάγραμμα 2: ιστόγραμμα μέσης ετήσιας κατανάλωσης βασικών τροφίμων σε Kg / year στην Μεσογειακή διατροφή, σε μια δίαιτα 2000 kcal / day (Marco et al., 2011).....	61
Διάγραμμα 3: Ραβδόγραμμα με το οικολογικό αποτύπωμα παραγωγής τροφής (Marco et al., 2011).....	62
Διάγραμμα 4: Ραβδόγραμμα με το οικολογικό αποτύπωμα παραγωγής τροφής μεταφρασμένο σε απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα για την κατανάλωση 2600 kcal/day(Marco et al., 2011).....	62
Διάγραμμα 5: σύγκριση μεταξύ ετήσιας κατανάλωσης βασικών ομάδων τροφίμων στην μεσογειακή, στην δίαιτα των ΗΠΑ και στην δίαιτα της Τσεχίας, με ημερήσια κατανάλωση 2600 kcal (Marco et al., 2011).....	64
Διάγραμμα 6 : Ιστόγραμμα σύγκρισης οικολογικών υποτυπωμάτων τροφής. Η κατανάλωση έχει υπολογιστεί για τρία άτομα με μέση κατανάλωση 2600 kcal/day της Μεσογειακής, Τσέχικης και διατροφής πρότυπου ΗΠΑ (Marco et al., 2011).....	65
Διάγραμμα 7: ιστόγραμμα με διατροφικές ομάδες (υψηλή- μεσαία-χαμηλή ομάδα κρέατος, ψαροφάγοι, φυτοφάγοι και αυστηρώς φυτοφάγοι) και τα αέρια θερμοκηπίου που εκπέμπουν, σε μια δίαιτα 2000 kcal(Perignon et al., 2016).....	83

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ:

Εικόνα 1: Τα άμεσα και έμμεσα αποτυπώματα νερού σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού ενός ζωικού προϊόντος (πηγή: Hoekstra, 2010; πνευματικά δικαιώματα © 2010 Earthscan)..... 28

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Το θέμα της παρούσης εργασίας είναι τα ενεργειακά αποτυπώματα. Αυτά είναι το αποτύπωμα νερού, άνθρακα και εδάφους. Τα περιβαλλοντικά αποτυπώματα μελετώνται μόλις τις τελευταίες δεκαετίες, κάνοντας τα έναν τομέα μελέτης καινούργιο αλλά όχι μικρό. Αντιθέτως είναι ένα χαοτικό πεδίο έρευνας, καθώς ακόμη δεν έχει καθοριστεί εμπεριστατωμένη μεθοδολογία και τα προβλήματα μελέτης του είναι τεράστια. Με γοργό ρυθμό συσχετίζεται η παράγωγη κάθε προϊόντος με το αποτύπωμα που αφήνει στο περιβάλλον. Ήταν θέμα χρόνου αυτή η σχέση να προσεγγίσει την διατροφή και τα προϊόντα τροφίμων. Παρατηρείται ότι τα αποτυπώματα αλλάζουν σε κάθε κατηγορία τροφίμων, αλλά και σε κάθε διατροφικό πρότυπο. Σκοπός είναι να μελετηθεί αν μια ισορροπημένη διατροφή, προσφέρει και το ελάχιστο αντίκτυπο στο περιβάλλον, και αν όχι τι μπορεί να γίνει για να αλλάξει αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ:

1. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

1.1 Τι είναι το αποτύπωμα άνθρακα

Μια νέα ιδέα εισέρχεται στο λεξικό του καταναλωτή: το αποτύπωμα άνθρακα. Πρώτα ήρθε το βιολογικό. Στη συνέχεια ήρθε το δίκαιο εμπόριο. Τώρα ξεκινούν οι κατασκευαστές όλων των προϊόντων, από το γάλα έως τα ενδύματα και τα αυτοκίνητα, να υπολογίζουν και να παρουσιάζουν το αποτύπωμα άνθρακα των προϊόντων τους.

Το αποτύπωμα άνθρακα, ή ενεργειακό αποτύπωμα, αναφέρεται στην ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων θερμοκηπίου που εκπέμπονται στον αέρα όταν τα αγαθά παράγονται, μεταφέρονται, αποθηκεύονται, και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές (Ball et al., 2008).

Μέχρι στιγμής, αυτές οι προσπάθειες εγείρουν όσα ερωτήματα απαντούν. Διαφορετικές εταιρείες υπολογίζουν το αποτύπωμα άνθρακα των προϊόντων τους με διαφορετικό τρόπο, καθιστώντας αδύνατο για τους αγοραστές να συγκρίνουν τα προϊόντα.

Για παράδειγμα, ο αντίκτυπος της υπερθέρμανσης του πλανήτη από την κατανάλωση πολλών προϊόντων εξαρτάται λιγότερο από τον τρόπο που αυτά κατασκευάζονται, αλλά κυρίως από τον τρόπο που αυτά χρησιμοποιούνται. Κάποια από τα ερωτήματα είναι, ποιο είναι το αποτύπωμα άνθρακα ορισμένων από των πιο κοινών προϊόντων που χρησιμοποιούμε, και πώς αυτό υπολογίζεται.

Αλλά πρώτα, ένας αριθμός που θα βοηθήσει να τοποθετηθούν όλες αυτές οι τιμές σε μια νέα προοπτική. Οι ΗΠΑ εκπέμπουν το ισοδύναμο περίπου 118 kg διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο κάθε μέρα, ποσό που περιλαμβάνει και τις εκπομπές από τη βιομηχανία. Ετησίως, αυτό αντιστοιχεί σε 20 τόνους ανά Αμερικανό, δηλαδή

περίπου πέντε φορές το ποσό ανά πολίτη του κόσμου γενικά, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (Ball et al., 2008).

Παράδειγμα : το αποτύπωμα άνθρακα του γάλακτος

Πλήθος μελετών για το αποτύπωμα άνθρακα του γάλακτος βρίσκονται σε εξέλιξη στις ΗΠΑ. Κάθε μία έχει καταλήξει σε ένα διαφορετικό αποτέλεσμα, κυρίως επειδή ο καθένας μετρά διαφορετικές παραμέτρους. Μια πρόσφατη μελέτη της National Dairy Holdings, ενός γαλακτοκομείου με έδρα το Ντάλας, διαπίστωσε ότι το αποτύπωμα άνθρακα ενός γαλονιού γάλακτος σε πλαστική συσκευασία είναι 6,19 ή 7,59 kg (Ball et al., 2008). Η διαφορά έγκειται στο τι είδους συσκευασία χρησιμοποιήθηκε κατά τη μεταφορά από το εργοστάσιο επεξεργασίας γάλακτος προς στο κέντρο διανομής. Οι πλαστικοί περιέκτες, επειδή απαιτούν περισσότερη ενέργεια για να παραχθούν, αποδίδουν περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα απ' ό,τι οι χάρτινοι. Ωστόσο, η μελέτη της National Dairy Holdings δεν υπολόγισε όλες τις εκπομπές που παράγονται από ένα γαλόνι γάλακτος, όπως αυτές από την επεξεργασία του γάλακτος και τη μεταφορά του σε κάθε κέντρο διανομής. Δεν μέτρησε τις εκπομπές νωρίτερα στη διαδικασία: υπολογίζοντας για παράδειγμα τις εκπομπές από τις ζωοτροφές των αγελάδων, ούτε υπολόγισε τις εκπομπές αργότερα στη διαδικασία, όπως στην μεταφορά του γάλακτος από το κέντρο διανομής στο κατάστημα, και την ψύξη εκεί. Αυτό συμβαίνει επειδή η National Dairy Holdings πραγματοποίησε τη μελέτη της κατόπιν αιτήματος της WalMart Stores Inc., ενός μεγάλου πελάτη, ο οποίος προσπαθεί να παράγει λιγότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού του. Η Holdings, λοιπόν, μέτρησε μόνο το κομμάτι της στην αλυσίδας εφοδιασμού. Η Aurora Organic Dairy της Aurora Dairy Corp., ένας μικρός παραγωγός βιολογικού γάλακτος με έδρα το Boulder, πραγματοποίησε μια πιο ολοκληρωμένη μελέτη για το αποτύπωμα άνθρακα του γάλακτος. Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε από ερευνητές στο Κέντρο Βιώσιμων Συστημάτων του Πανεπιστημίου του Μίσιγκαν, επιχειρεί να συμπεριλάβει τις εκπομπές από την αρχή της ανατροφής των ζώων έως και την ψύξη του επεξεργασμένου γάλακτος στο κατάστημα. Τα προκαταρκτικά

ευρήματα έδειξαν ότι η παραγωγή μισού γαλονιού γάλακτος Aurola παράγει το ισοδύναμο 7,2 kg διοξειδίου του άνθρακα. Ουσιαστικά, το ίδιο ποσό που παράγεται από ένα γαλόνι γάλακτος της National Dairy Holdings. Αλλά η μελέτη της National Dairy Holdings δεν συμπεριέλαβε μεγάλο μέρος της διαδικασίας που περιλαμβάνεται στη μελέτη Aurola (Ball et al., 2008). Οι δύο μελέτες διαπίστωσαν ότι το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών από την παραγωγή γάλακτος προέρχεται από όλη τη δράση στο έντερο της αγελάδας. Η γαλακτοκομική βιομηχανία δε σχεδιάζει να τοποθετήσει ετικέτες ενεργειακού αποτυπώματος σε κουτιά γάλακτος (Ball et al., 2008).

2. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα και συμβατότητα με αειφόρα ανάπτυξη:

2.1 Κατανάλωση βασικών ομάδων τροφίμων και περιβάλλον

2.1.1 Κατανάλωση λιπών και περιβάλλον

Από τη δεκαετία του 1960, η μέση παγκόσμια ημερήσια κατανάλωση λίπους έχει αυξηθεί κατά 20 g, ανά άτομο (27%). Αυτή η αύξηση της κατανάλωσης λίπους ίσως να οφείλεται στην αύξηση της διαθεσιμότητας αυτού, και στην κατανάλωση φθηνότερων, ενεργειακά πυκνών σε θερμίδες, υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, δηλαδή τροφών όπως επεξεργασμένα σνακ, αναψυκτικά, βρώσιμα έλαια και λίπη (Reynolds et al., 2014).

Η αύξηση της πρόσληψης λίπους, και η σχετική αύξηση της πρόσληψης ενέργειας, έχει κατηγορηθεί ότι συνέβαλε σε μια επιδημία αύξησης των ατόμων με υπερβάλλον σωματικό βάρος και παχυσαρκία, όπως και άλλων συναφών προβλημάτων υγείας. Τα λίπη μπορούν να θεωρηθούν ως μια ανεξάρτητη κατηγορία τροφίμων. Έτσι, τα λίπη μπορούν να καταναλωθούν άμεσα ως βρώσιμα έλαια σαν επικάλυψη, ή με έμμεση κατανάλωση σε πηγές τροφίμων, όπως γαλακτοκομικά, κρέας, κ.λπ. Ως αποτέλεσμα, οι περισσότερες διατροφικές οδηγίες παρέχουν συστάσεις για το συνολικό λίπος προς κατανάλωση, και όχι συγκεκριμένες συστάσεις για την κατανάλωση λίπους ως βρώσιμα έλαια και λίπη. Οι τρέχουσες οδηγίες του WHO προτείνουν την παροχή 15–30% της διαιτητικής ενέργειας από λίπη (Reynolds et al., 2014).

Ωστόσο, η πραγματική ποσότητα διαιτητικής ενέργειας που προέρχεται από λίπη εξαρτάται από τη χώρα, με το ποσοστό πρόσληψης στις ανεπτυγμένες χώρες να κυμαίνεται μεταξύ 20–40%. Αυτή η σύσταση από τον WHO για τον περιορισμό της κατανάλωσης λίπους βασίζεται σε συστάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της υγείας και όχι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και σχετίζεται με τη συνολική πρόσληψη λίπους από όλες τις πηγές, συμπεριλαμβανομένων, όχι μόνο των τροφίμων, αλλά και της κατηγορία των βρώσιμων λιπών και ελαίων (Reynolds et al., 2014).

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω των μεθόδων αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται, μέχρι σήμερα ήταν δυνατή μόνο η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των βρώσιμων λιπών και ελαίων ως τρόφιμα, παρά της ύπαρξης υποκατηγορίας λιπών που αποτελούν μέρος της σύνθεσης άλλων ομάδων τροφίμων.

Έτσι, η ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του λίπους περιορίζεται στην ανάλυση της κατηγορίας τροφίμων των αυτόνομων εδώδιμων λιπών και ελαίων. Οι Vieux et al., 2012, εξέτασαν τις επιπτώσεις των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου από την ελάττωση της κατανάλωσης τροφίμων υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά και φτωχά σε θρεπτικά συστατικά και διαπίστωσαν ότι η κατηγορία τροφίμων των βρώσιμων λιπών συνέβαλε μόλις στο 7% των καθημερινών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη διατροφή, σε σύγκριση με τα φρούτα και τα λαχανικά που ήταν στο 9%, ή το κρέας που ήταν στο 27% (Reynolds et al., 2014).

Ωστόσο, η μείωση της κατανάλωσης λίπους μέσω της κατανάλωσης τροφών με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά (ή με αφαίρεση λίπους) μπορεί να οδηγήσει το λίπος να γίνεται απόβλητο τροφίμων, εάν δε χρησιμοποιείται από άλλες βιομηχανίες. Με τη σειρά τους αυτά τα απόβλητα θα μπορούσαν παράγουν προβληματικές περιβαλλοντικές συνέπειες (Reynolds et al., 2014).

2.1.2 Κατανάλωση κρέατων και ζωικών τροφών, και περιβάλλον

Από τη δεκαετία του 1960, η κατανάλωση τροφών με βάση τα ζώα έχει αυξηθεί σε ολόκληρο τον κόσμο σε βάρος κατανάλωσης βασικών τροφών που δε βασίζονται σε ζώα όπως δημητριακά, όσπρια, φρούτα και λαχανικά (Steinfeld et al., 2016). Αυτό οφείλεται στην αυξημένη παραγωγική απόδοση της βιομηχανίας κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων, τα υψηλότερα επίπεδα διαβίωσης και το αυξανόμενο παγκόσμιο μέσο εισόδημα, συνοδευόμενο από αυξανόμενη ζήτηση κρέατος.

Αυτό γίνεται πιο εμφανές στην Κίνα, με τη συνολική κατανάλωση κρέατος να έχει αυξηθεί κατά 165% από το έτος 1990, ενώ στην Ασία στο σύνολό της, έχει αυξηθεί κατά 30 φορές από το έτος 1961 (Reynolds et al., 2014).

Η κατανάλωση κρέατος και ζωικών προϊόντων προσφέρει μια ουσιαστική μικρο-διατροφική ασφάλεια. Ωστόσο, η υπερβολική κατανάλωση κρέατος και ζωικών προϊόντων σε ορισμένες χώρες και σε ορισμένες κοινωνικές τάξεις, μπορεί να οδηγήσουν σε υπερβολική πρόσληψη λίπους, το οποίο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υγεία. Αυτό οδήγησε στη σύσταση της ομάδας Nutrients 2014, με τη σύσταση ορισμένων διατροφικών οδηγιών για τον περιορισμό της κατανάλωσης κρέατος, ιδίως επεξεργασμένου κρέατος και, για τους άνδρες μείωση της πρόσληψης κόκκινου κρέατος. Ακόμη και με τέτοιες συστάσεις, ο FAO αναφέρει μια παγκόσμια ετήσια κατανάλωση 45 kg κρέατος και 95 kg γαλακτοκομικών προϊόντων ανά άτομο έως το έτος 2030 (Reynolds et al., 2014).

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της κατανάλωσης κρέατος και ζωικών προϊόντων ήταν το θέμα ορισμένων ερευνών. Έχει διαπιστωθεί ότι τα γεύματα με επίκεντρο το κρέας, παράγουν κατά μέσο όρο εννέα φορές υψηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα αντίστοιχα με βάση τα φυτά. Ακόμη, τα προϊόντα με βάση το κρέας όπως το βόειο κρέας και το τυρί, προκαλούν 10-20 περισσότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η διατροφή ενός ζώου απαιτεί 2,5–5,0 πιο πολλές εισροές ενέργειας, 2–3 φορές παραπάνω νερό, 13 φορές παραπάνω λίπασμα και 1,4 φορές περισσότερη χρήση φυτοφαρμάκων ανά παραγόμενη θερμίδα σε σύγκριση με μια φυτική διατροφή (Reynolds et al., 2014).

Τα διατροφικά σενάρια χωρίς κρέας βρέθηκαν ότι παράγουν 18-31% χαμηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από μια μέση δίαιτα. Εάν τα τρόφιμα με βάση τα ζώα πρόκειται να είναι μέρος της διατροφής, η επιλογή των λιγότερο περιβαλλοντικά επιβλαβών τροφίμων είναι ζωτικής σημασίας. Οι Mc Michael et al., 2007 διαμόρφωσαν σε παγκόσμιο επίπεδο και σε ετήσια βάση ένα στόχο πρόσληψης κρέατος που να μην υπερβαίνει τα 32 kg ανά άτομο, και όχι περισσότερο από 18 kg προερχόμενου από κόκκινο κρέας μηρυκαστικών (δηλαδή βοοειδή, πρόβατα, αίγες κ.λπ.). Αυτό είναι χαμηλότερο από την προβλεπόμενη πρόσληψη των 45 kg κρέατος, για δίαιτα με μειωμένη πρόσληψη κρέατος που αναφέρεται στις προαναφερόμενες προβλέψεις κατανάλωσης κρέατος από WHO και FAO.

Εκτός από την επιλογή των μη μηρυκαστικών ζώων, ένας άλλος τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος των ζωικών προϊόντων είναι να

χρησιμοποιηθούν γεωργικές πρακτικές που είναι κατάλληλες για τον τύπο της γης αλλά και η χρήση λιγότερο επιβλαβών για το περιβάλλον ζωοτροφών. Αυτές οι καλλιεργητικές πρακτικές μπορούν να οδηγήσουν σε έντονες διαφορές των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Reynolds et al., 2014).

Μελέτες έδειξαν ότι αυτή η διακύμανση εξαρτάται από τον τύπο και τη γεωγραφία της καλλιεργούμενης γης. Τη μεγαλύτερη τροποποιήσιμη συμβολή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ζώων παρέχει η τροφή που χρησιμοποιήθηκε για τα ζώα. Επί του παρόντος, υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τα δημητριακά και τα όσπρια (όπως το σιτάρι, το καλαμπόκι και η σόγια) για την παραγωγή ζωοτροφών, με το 37% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών να τροφοδοτείται σε ζώα (Reynolds et al., 2014).

Πιο βιώσιμες εναλλακτικές πηγές τροφής των ζώων περιλαμβάνουν υποπροϊόντα από άλλους γεωργικούς τομείς (όπως μελάσα, σπόροι ζυθοποιίας, υπολείμματα λαχανικών και φλοιό ρυζιού) (Reynolds et al., 2014).

2.1.3 Κατανάλωση γάλακτος και αυγών, και περιβάλλον

Το γάλα και τα αυγά ορίζονται σαφώς ως τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Η απόδοση μπορεί να μετρηθεί ως απόλυτο βάρος (kg), ή με βάση τυποποιημένα προϊόντα (π.χ. τυποποιημένες πρωτεΐνες, λίπος, σκόνη ή ενέργεια). Επομένως, είναι σχετικά εύκολο να υπολογισθεί η απόδοση των ζώων. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει ένα ορισμένο εύρος για το CF του γάλακτος. Η σύνθεση του γάλακτος και των αυγών είναι σαφώς καθορισμένη, αλλά μπορεί να είναι και ανάλογη με την φυλή των ζώων, τη διατροφή τους, όπως και άλλων παραγόντων.

Ως εκ τούτου, η ανάλυση της σύνθεσης του γάλακτος και των αυγών (πρωτεΐνη, λίπος, λακτόζη) μπορεί να συμβάλει στην απόδοση του ζώου. Το γάλα και τα αυγά μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξ' ολοκλήρου ως τρόφιμα (εκτός από τις ποσότητες πρωτογάλατος και του κελύφους αυγών) (Flachowsky et al., 2012).

2.1.4 Κατανάλωση τροφίμων από ζώα, και περιβάλλον

Είναι πολύ πιο δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί και να χαρακτηριστεί η απόδοση από το σώμα των ζώων μετά την σφαγή και μεταποίηση. Οι Mialon et al., 2008 πραγματοποίησαν μελέτη διατροφής σε ταύρους *Blond d'Aquitaine*, στη φάση 400-650 kg σωματικού βάρους, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων συστημάτων σίτισης και αύξησης του βάρους μεταξύ 1.494 και 1.862 g/d. Υπολόγισαν ένα CF μεταξύ 3,6 και 4,7 kg CO₂ eq ανά kg αύξησης σωματικού βάρους για τα συγκεκριμένα ζώα. Κανονικά, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για ολόκληρο το σύστημα βοείου κρέατος περιλαμβάνουν επίσης τις εκπομπές αγελάδων, μόσχων και δαμαλίδων, που απαιτούνται για την παραγωγή βοείου κρέατος (Flachowsky et al., 2012).

Ως επί το πλείστον, ο όρος "κρέας" χρησιμοποιείται, αλλά δεν περιγράφεται με σαφήνεια το προϊόν που καταναλώνεται (πραγματικό κρέας ή κρέας συν οστά). Οι Peters et al., 2010 εισήγαγαν τον όρο «καυτό τυποποιημένο βάρος σφαγίων» (HSCW) ως βάρος στην πύλη εξόδου της μονάδας επεξεργασίας κρέατος, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 50-62% του ζώντος βάρους των βοοειδών, και μπορεί να κυμανθεί περίπου στο 50% για τα πρόβατα και έως το 80% για τις γαλοπούλες πάχυνσης (Flachowsky et al., 2012).

Στην περίπτωση ζώων που αφορούν την παραγωγή κρέατος (και ψαριών), μπορούν να μετρηθούν τα ακόλουθα τελικά σημεία:

- Αύξηση βάρους του ζώου (ανά ημέρα ή ανά καλλιεργητική περίοδο) καθ' όλη τη διάρκεια ζωής
- Αύξηση βάρους ζώου χωρίς γαστρεντερικό σωλήνα
- Κενό σωματικό βάρος (ή βάρος σφαγίου, κρέας και οστά, σαν HSCW)
- Κρέας (άδειο σώμα μείον οστά)
- Βρώσιμο κλάσμα (κρέας συν βρώσιμα όργανα και ιστοί)
- Βρώσιμη πρωτεΐνη (βρώσιμα κλάσματα του σφαγίου πολλαπλασιαζόμενα με την ειδική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες).

Ως εκ τούτου, είναι πραγματικά δύσκολο να βρεθεί ένα ομοιόμορφο και επαρκές CF για το κρέας ή τα βρώσιμα προϊόντα των ζώων (Flachowsky et al., 2012). Οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποίησαν ένα σταθερό κλάσμα 0,9 για όλα τα ζωικά είδη για μετατροπή του βάρους του σφαγίου σε βρώσιμο "κρέας".

Ο υπολογισμός του CF μπορεί να βασίζεται σε διάφορες εκροές (Flachowsky et al., 2012). Για πρακτικούς λόγους, το βάρος του σφαγίου ή η αύξηση βάρους (θερμό ή κρύο) αποτελεί το σημαντικότερο καταληκτικό σημείο για τη μέτρηση της απόδοσης των σφαγέντων ζώων. Η κατάταξη των τροφίμων ζωικής προέλευσης με βάση το CF μπορεί να είναι ενδεικτική για ορισμένα προϊόντα, αλλά μπορεί επίσης να οδηγεί σε εσφαλμένα συμπεράσματα λόγω ελλιπούς μέτρησης των αποδόσεων των ζώων και των βάσεων δεδομένων, καθώς και εξαιτίας άλλων περιορισμών.

Οι βάσεις δεδομένων για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να βελτιωθούν και οι αποδόσεις των ζώων θα πρέπει να καταστούν συγκρίσιμες. Επιπλέον, πρέπει να εξετάσει ολόκληρη η τροφική αλυσίδα προκειμένου να αποφασιστεί κατά πόσον μια πρακτική είναι βιώσιμη μακροπρόθεσμα (Flachowsky et al., 2012).

2.1.5 Η κατανάλωση ψαριών θαλασσινών, και το περιβάλλον

Η κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών παρέχει ζωικές πρωτεΐνες από πηγή μη κόκκινου κρέατος. Τα ψάρια και τα θαλασσινά παρέχουν σε περισσότερα από 4 δισεκατομμύρια άτομα παγκοσμίως 15% της πρόσληψης ζωικής πρωτεΐνης, η οποία ισοδυναμεί με μια παγκόσμια ετήσια κατανάλωση περίπου 18,6 kg ψαριών κατά κεφαλήν (Reynolds et al., 2014).

Αυτή η κατανάλωση ψαριών είναι πάνω από το επίπεδο αύξησης του πληθυσμού, με το 57% των παγκόσμιων αποθεμάτων ιχθύων να έχουν πλέον πλήρως αξιοποιηθεί (δηλαδή, πολύ κοντά στη μέγιστη βιώσιμη παραγωγή τους) και να υφίσταται υπέρ-εκμετάλλευση κατά 30%. Για να καλυφτεί η ζήτηση και να καταπολεμηθούν τα προβλήματα της υπερβολικής αλιείας άγριων αλιευμάτων, υπάρχει αύξηση της παγκόσμιας υδατοκαλλιέργειας (με κυρίαρχη αγορά την Ασία, την Αμερική και την Υποσαχάρια Αφρική) (Reynolds et al., 2014).

Μια πρόσφατη έκθεση της Παγκόσμιας Τράπεζας ανέφερε ότι έως το 2030, η υδατοκαλλιέργεια θα παρέχει σχεδόν τα δύο τρίτα της παγκόσμιας κατανάλωσης ψαριών (186 εκατομμύρια τόνοι). Με την αυξανόμενη χρήση της

υδατοκαλλιέργειας, οι Merino et al., 2010, έχουν καθορίσει ότι η ζήτηση για ψάρια έως το έτος 2050 θα ικανοποιηθεί, μόνο εάν η διαχείριση των αλιευτικών πόρων διατηρείται με βιώσιμο τρόπο και η βιομηχανία ζωοτροφών μειώσει την εξάρτηση τους από άγρια ψάρια (Reynolds et al., 2014).

Η αύξηση της υδατοκαλλιέργειας μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της εξάντλησης των άγριων ψαριών. Η πρωτεΐνη των ψαριών έχει έως και 14 φορές μεγαλύτερο κόστος ενέργειας για να παραχθεί από ένα ισοδύναμο λαχανικών .

Από αυτά τα στατιστικά στοιχεία, μπορεί να γίνει εύκολα η υπόθεση ότι η μείωση της πρόσληψης ζωικών πρωτεϊνών (συμπεριλαμβανομένων των ψαριών) και των γαλακτοκομικών στην παγκόσμια διατροφή, θα μπορούσαν ενδεχομένως να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ωστόσο, αυτό είναι πιθανόν να είναι δυσάρεστο σε μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού για πολλούς λόγους όπως πολιτιστικούς, διατροφικούς και οικονομικούς. Σε αυτή την νέα περιβαλλοντική προοπτική, οι διατροφικές συμβουλές για την μείωση των ζωικών τροφών είναι ευπρόσδεκτες (Reynolds et al., 2014).

2.1.6 Κατανάλωση φρούτων και λαχανικών και περιβάλλον

Τα φρούτα και τα λαχανικά παίζουν βασικό ρόλο στην παροχή μιας ποικίλης και θρεπτικής διατροφής, με μελέτες που δείχνουν ότι η επαρκής κατανάλωση φρούτων και λαχανικών μειώνει τον κίνδυνο χρόνιων νόσων. Ωστόσο, σε αντίθεση με το κόκκινο κρέας, η παγκόσμια κατανάλωση φρούτων και λαχανικών ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τις προτεινόμενες οδηγίες, με πάνω από το 77% των ανδρών και των γυναικών με χαμηλό και μεσαίο εισόδημα, να καταναλώνουν λιγότερο από την ελάχιστη συνιστώμενη δοσολογία από τον WHO, δηλαδή 400 g κατά κεφαλήν, φρούτων και λαχανικών ανά ημέρα (Reynolds et al., 2014).

Η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών για πολλές χώρες με υψηλό εισόδημα είναι επίσης χαμηλότερη από το ελάχιστο συνιστώμενο του WHO. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των φρούτων και λαχανικών ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τον τύπο και την μέθοδο παραγωγής . Έτσι, είναι πιο χρήσιμο να αντιπαρατεθούν οι τυπικές δίαιτες με τις δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε λαχανικά και φρούτα, ή

με υψηλή περιεκτικότητα σε ζωικά τρόφιμα. Σε αυτές τις διατροφικές συγκρίσεις έχει βρεθεί ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε λαχανικά και φρούτα είναι χαμηλότερες από τις τυπικές δίαιτες ή τις δίαιτες πλούσιες σε ζωικά τρόφιμα. Ορισμένες μελέτες έχουν επίσης αναφέρει ότι οι χορτοφαγικές δίαιτες είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον από άλλα διατροφικά πρότυπα. Επιπλέον, οι Baumann et al., 2013, διαπίστωσαν ότι οι αυστηρά χορτοφαγικές δίαιτες παρήγαγαν 23% λιγότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τη μέση χορτοφαγική διατροφή (Reynolds et al., 2014).

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι αυστηρά χορτοφαγικές και χορτοφαγικές δίαιτες, αν και χαμηλότερες στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενέχουν διατροφικούς κινδύνους. Συγκεκριμένα, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα ανεπαρκούς πρόσληψης ορισμένων μικροθρεπτικών συστατικών.

Αυτό που έχει μεγαλύτερη σημασία σε μια τέτοια δίαιτα είναι να μην είναι μια μονότονη περιορισμένη επιλογή, ειδικά όταν και μια μικρή πρόσληψη τροφής με βάση τα ζώα θα μπορούσε να κάνει κρίσιμη διαφορά στην πρόσληψη μικροθρεπτικών συστατικών. Έτσι, η σύσταση για υιοθέτηση μιας δίαιτας πλούσιας σε φρούτα και λαχανικά, με ορισμένα προϊόντα κρέατος, έχουν κάποια αξία σε αντίθεση με χορτοφαγικές ή vegan δίαιτες.

Ενώ η πλειονότητα των στοιχείων δείχνει ότι η αυξημένη πρόσληψη φρούτων και λαχανικών θα μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υπάρχει μια μικρή (αλλά αυξανόμενη) βιβλιογραφία που προτείνει μια διατροφή χαμηλή σε κρέας και με υψηλή περιεκτικότητα σε φρούτα και λαχανικά δεν είναι πάντα χαμηλή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή, σε μερικές περιπτώσεις, η ποσότητα φυτικών υποκατάστατων που καταναλώνονται για την αντικατάσταση ζωικών πρωτεϊνών μπορεί να έχει παρόμοια επίπεδα περιβαλλοντικών επιπτώσεων, λόγω των αυξημένων ποσοτήτων δημητριακών και λαχανικών για την παραγωγή τους (Reynolds et al., 2014).

3. Η έννοια του αποτυπώματος νερού

Η έννοια του αποτυπώματος νερού είναι ένας δείκτης της χρήσης νερού σε σχέση με τα καταναλωτικά αγαθά (Hoekstra et al., 2011). Η έννοια αυτή είναι ένα ανάλογο με το οικολογικό αποτύπωμα του άνθρακα, αλλά δείχνει τη χρήση του νερού αντί της γης ή της χρήσης ορυκτής ενέργειας.

Το αποτύπωμα νερού ενός προϊόντος είναι ο όγκος του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του προϊόντος, μετρούμενο στα διάφορα στάδια της αλυσίδας παραγωγής. Η χρήση του νερού μετριέται σε όρους όγκου νερού που καταναλώνονται (εξατμίζονται) ή μολύνονται. Το αποτύπωμα νερού είναι ένας γεωγραφικά σαφής δείκτης που δείχνει όχι μόνο όγκους χρήσης νερού και τη ρύπανση που αυτό υπόκειται, αλλά και τις γεωγραφικές τοποθεσίες (Hoekstra et al., 2011).

3.1 Δείκτες αποτυπώματος νερού

Ο δείκτης του αποτυπώματος νερού αποτελείται από 3 ομάδες: το μπλε, πράσινο και γκρι αποτύπωμα νερού. Το αποτύπωμα του "μπλε" νερού είναι ο όγκος του γλυκού νερού που εξατμίζεται από τους παγκόσμιους "μπλε" υδάτινους πόρους (επιφανειακά και υπόγεια ύδατα). Το πράσινο αποτύπωμα νερού είναι ο όγκος του νερού που εξατμίζεται από τους παγκόσμιους "πράσινους" υδάτινους πόρους (βρόχινο νερό αποθηκευμένο στο έδαφος). Το "γκρίζο" αποτύπωμα νερού είναι ο όγκος του μολυσμένου νερού, ο οποίος ποσοτικοποιείται ως ο όγκος του νερού που απαιτείται, για την αραίωση των ρύπων, σε βαθμό που η ποιότητα του νερού περιβάλλοντος να παραμένει πάνω από τα συμφωνημένα πρότυπα ποιότητας του νερού (Hoekstra και Charagain, 2008).

Για να διασφαλιστεί ότι εφαρμόζονται επιστημονικά ισχυρές μέθοδοι και ότι μπορεί να γίνει μια σωστή σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών αποτυπωμάτων νερού, το δίκτυο Water Footprint και οι συνεργάτες του έχουν αναπτύξει το Global

Water Footprint Standard, το οποίο κυκλοφόρησε τον Φεβρουάριο του 2011 (Hoekstra et al., 2011).

3.2. Προϊόντα και αποτύπωμα νερού

Η κατανάλωση ζωικών προϊόντων συμβάλλει σε περισσότερο από το 1/4 του αποτυπώματος νερού παγκοσμίως. Το νερό που απαιτείται για την παραγωγή ζωοτροφών είναι ο κύριος παράγοντας αυξημένου ενεργειακού αποτυπώματος νερού των ζωικών προϊόντων (Hoekstra et al., 2011).

Η επανεξέταση της σύνθεσης και της προέλευσης των συστατικών των ζωοτροφών είναι απαραίτητη για να βρεθούν τρόποι μείωσης του νερού στο ενεργειακό αποτύπωμα του κρέατος και των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Το αποτύπωμα του νερού οποιουδήποτε ζωικού προϊόντος είναι μεγαλύτερο από το αποτύπωμα νερού, ενός σοφά επιλεγμένου φυτικού προϊόντος με ισοδύναμη διατροφική αξία. Στις βιομηχανοποιημένες χώρες, μια χορτοφαγική διατροφή μπορεί να μειώσει το αποτύπωμα νερού κατά 36%. Η μείωση του αποτυπώματος νερού του κρέατος και των γαλακτοκομικών προϊόντων απαιτεί διεθνή προσέγγιση και διαφάνεια των προϊόντων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού ζωικών προϊόντων (Hoekstra et al., 2011).

Η επιθυμία μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα αναγνωρίζεται, αλλά συχνά παραβλέπεται η σχετική και εξίσου επείγουσα ανάγκη μείωσης του αποτυπώματος νερού. Περίπου το 27% του αποτυπώματος νερού της ανθρωπότητας σχετίζεται με την παραγωγή ζωικών προϊόντων (Mekonnen and Hoekstra, 2011). Μόνο το 4% του αποτυπώματος νερού της ανθρωπότητας σχετίζεται με τη χρήση νερού στο σπίτι. Αυτό σημαίνει ότι εάν οι άνθρωποι εξετάσουν το ενδεχόμενο να μειώσουν το αποτύπωμά τους στο νερό, θα πρέπει να δουν με μεγαλύτερη κριτική σκέψη την δίαιτα τους παρά τη χρήση του νερού στην κουζίνα, το μπάνιο και τον κήπο (Hoekstra et al., 2011).

Η σπατάλη νερού δεν έχει ποτέ νόημα, επομένως είναι σκόπιμο να εξοικονομείτε νερό στο σπίτι όταν είναι δυνατόν. Το νερό στην Αυστραλία είναι τόσο σπάνιο κυρίως λόγω της χρήσης του στην αρδευόμενη γεωργία (Pittock και Connell, 2010).

Ο υδροφόρας Ogallala στο Αμερικανικό Midwest βαθμιαία εξαντλείται λόγω της άντλησης νερού για την άρδευση καλλιεργειών, όπως το καλαμπόκι και το σιτάρι (McGuire, 2007). Μεγάλο μέρος των σιτηρών που καλλιεργούνται στον κόσμο δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά για κατανάλωση ζώων. Κατά την περίοδο από το 2001 έως το 2007, κατά μέσο όρο, το 37% των δημητριακών που παράχθηκαν στον κόσμο χρησιμοποιήθηκαν για ζωοτροφές (FAO, 2011).

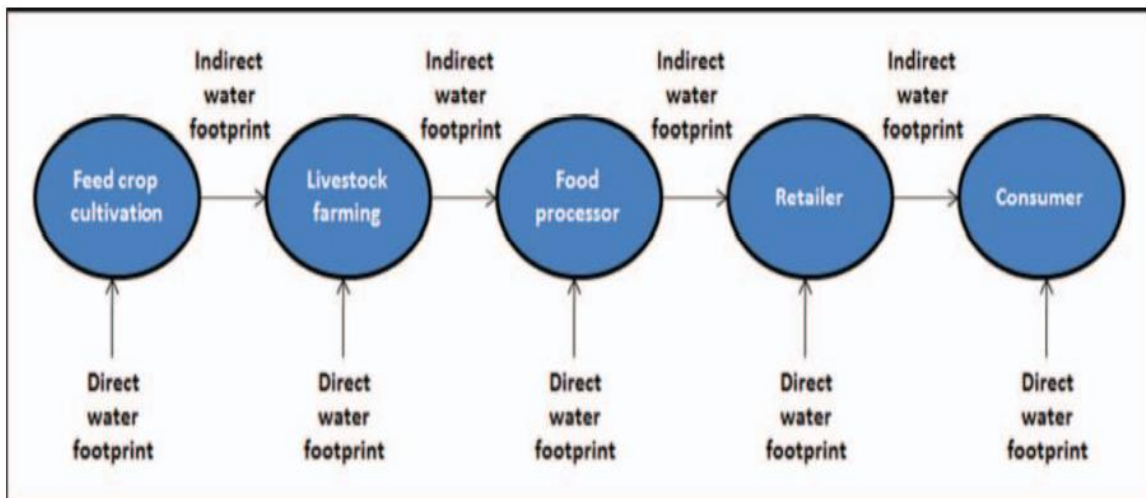
Ωστόσο, λίγη προσοχή δίνεται μεταξύ επιστημόνων ή υπευθύνων πολιτικής χάραξης, στη σχέση μεταξύ κατανάλωσης κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων και χρήσης νερού. Γίνεται όλο και πιο σημαντικό για τη μελέτη των επιπτώσεων των ζώων εκτροφής, το νερό ως χρήση πόρων, όχι μόνο επειδή η παγκόσμια παραγωγή κρέατος σχεδόν διπλασιάστηκε την περίοδο από το 1980 έως το 2004 (FAO, 2005), αλλά και επειδή η παραγωγή κρέατος προβλέπεται να διπλασιαστεί την περίοδο από το 2000 έως το 2050 (Steinfeld et al., 2006).

Αρχικά, εισάγεται η έννοια του αποτύπωμα νερού, ένας δείκτης που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο παγκοσμίως για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κατανάλωσης του και της εμπορίας των υδάτινων πόρων. Έπειτα, για αξιολογηθεί το αποτύπωμα νερού, στο κρέας και στα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι σημαντικό να εξετάσει προσεκτικά τόσο η μετατροπή ζωοτροφών κατά την εκτροφή ζώων αλλά και η σύνθεση της τροφής. Έτσι, το αποτύπωμα νερού ζωικών προϊόντων συγκρίνεται με το αποτύπωμα νερού των καλλιεργειών. Στη συνέχεια, το αποτύπωμα του νερού μιας διατροφής με βάση το κρέας μπορεί να συγκριθεί με το αποτύπωμα νερού μιας χορτοφαγικής διατροφής.

Τέλος, αποδεικνύεται η κατανόηση της σχέσης μεταξύ των τροφίμων και ότι η κατανάλωση και χρήση πόρων γλυκού νερού δεν είναι πια τοπικό ζήτημα. Το νερό αποτελεί έναν παγκόσμιο πόρο, οπότε, λόγω του διεθνούς εμπορίου, η κατανάλωση τροφίμων σε ένα μέρος επηρεάζει συχνά την ζήτηση σε νερού, σε άλλο (Hoekstra et al., 2011).

4. Η σύνθεση πρώτων υλών σε τελικά τρόφιμα, και το περιβάλλον

Η αλυσίδα παραγωγής ενός ζωικού προϊόντος ξεκινά με την καλλιέργεια ζωοτροφών για την ανάπτυξη του και τελειώνει με τον κατανάλωση του. Σε κάθε βήμα της αλυσίδας, υπάρχει ένα άμεσο αποτύπωμα νερού, αλλά και ένα έμμεσο αποτύπωμα, το οποίο αναφέρεται στην κατανάλωση νερού σε προηγούμενα στάδια. Μέχρι στιγμής, η μεγαλύτερη συνεισφορά στο συνολικό αποτύπωμα νερού όλων των τελικών ζωικών προϊόντων προέρχεται από το πρώτο βήμα: την ανάπτυξη της τροφοδοσίας τους. Αυτό το βήμα είναι το πιο μακρινό από τον καταναλωτή, το οποίο εξηγεί γιατί οι καταναλωτές έχουν γενικά μικρή ιδέα για το γεγονός ότι τα ζωικά προϊόντα απαιτούν πολύ έδαφος και νερό για να αναπτυχθούν (Naylor et al., 2005). Επιπλέον, η τροφή συχνά καλλιεργείται σε περιοχές τελείως απομακρυσμένες από την κατανάλωση του τελικού προϊόντος.



Εικόνα 1: Τα άμεσα και έμμεσα αποτυπώματα νερού σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού ενός ζωικού προϊόντος (πηγή: Hoekstra, 2010; πνευματικά δικαιώματα © 2010 Earthscan)

Για να κατανοηθεί καλύτερα το αποτύπωμα νερού ενός ζωικού προϊόντος, χρειάζεται να γίνει η αρχή με το αποτύπωμα νερού των καλλιεργειών των ζωοτροφών. Το συνδυασμένο "πράσινο" και "μπλε" αποτύπωμα νερού μιας

καλλιέργειας (σε m^3 /τόνο) όταν συλλέγεται είναι ίση με τη συνολική εξάτμιση από το πεδίο της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης (m^3 /εκτάριο) διαιρούμενο με την απόδοση της καλλιέργειας (τόνοι / εκτάριο).

Η χρήση νερού καλλιέργειας εξαρτάται από την απαίτηση του νερού της καλλιέργειας, αλλά και του πραγματικού νερού εδάφους που είναι από την άλλη πλευρά, διαθέσιμο. Το εδαφικό νερό αναπληρώνεται φυσικά μέσω του νερού της βροχής ή τεχνητά μέσω του νερού άρδευσης. Η απαίτηση νερού καλλιέργειας αναφέρεται στο συνολικό νερό που απαιτείται για την εξάτμιση υπό ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης, μετρούμενες από τη φύτευση έως τη συγκομιδή. Προφανώς εξαρτάται από τον τύπο της καλλιέργειας και το κλίμα. Η πραγματική χρήση νερού από την καλλιέργεια είναι ίση με την απαίτηση νερού της καλλιέργειας, εάν το νερό της βροχής είναι επαρκές ή εάν οι ελλείψεις συμπληρώνονται μέσω άρδευσης. Στην περίπτωση του νερού της βροχής, με απουσία άρδευσης, η πραγματική χρήση του νερού των καλλιεργειών είναι ίση με την αποτελεσματική βροχόπτωση.

Το αποτύπωμα του "πράσινου" νερού αναφέρεται στο μέρος της καλλιέργειας που η απαίτηση νερού ικανοποιήθηκε μέσω βροχοπτώσεων, ενώ το "μπλε" αποτύπωμα νερού είναι το μέρος του απαιτούμενου νερού καλλιέργειας που καλύπτεται μέσω άρδευσης. Το "γκρι" αποτύπωμα νερού μιας καλλιέργειας υπολογίζεται ως το φορτίο των ρύπων (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) που εκπλένονται από το πεδίο στα υπόγεια ύδατα (kg / ha) διαιρούμενο με την ποιότητα του νερού περιβάλλοντος για τη χημική ουσία που εξετάζεται (g / L) και την απόδοση της καλλιέργειας (τόνος / εκτάριο).

Το αποτύπωμα νερού ενός ζώου στο τέλος της διάρκειας ζωής του μπορεί να υπολογιστεί με βάση το αποτύπωμα νερού όλων των ζωοτροφών που καταναλώθηκαν κατά τη διάρκεια της ζωής του και των όγκων του νερού που καταναλώθηκε ως πόσιμο, για παράδειγμα, για τον καθαρισμό των στάβλων. Κάποιος θα πρέπει να γνωρίζει την ηλικία του ζώου (δηλαδή πότε σφαγιάστηκε) και τη διατροφή του ζώου κατά τα διάφορα στάδια της ζωής του. Το αποτύπωμα νερού του ζώου στο σύνολό του κατανέμεται στα διάφορα προϊόντα, που προέρχονται από το ζώο. Αυτή η κατανομή γίνεται με βάση των σχετικών τιμών των διαφόρων ζωικών προϊόντων. Περίπου το 98% του αποτυπώματος νερού των ζωικών

προϊόντων σχετίζεται με νερό από τη χρήση ζωοτροφών (Mekonnen and Hoekstra, 2010).

5. Παράγοντες απόδοσης αποτυπώματος νερού

5.1 Στα ζωικά προϊόντα

Η απόδοση μετατροπής τροφοδοσίας, μετρά την ποσότητα της τροφής που απαιτείται για να παραχθεί μια δεδομένη ποσότητα κρέατος, αυγών ή γάλακτος. Επειδή τα ζώα είναι γενικά σε θέση να μετακινούνται περισσότερο και χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να φτάσουν το βάρος σφαγής, καταναλώνουν μεγαλύτερο ποσοστό ζωοτροφών για να μετατραπούν σε κρέας.

Ο πρώτος παράγοντας μείωσης του αποτυπώματος νερού είναι η αύξηση στην απόδοση μετατροπής τροφοδοσίας, από τα συστήματα βοσκής στα μεικτά βιομηχανικά συστήματα. Ο δεύτερος παράγοντας λειτουργεί ακριβώς προς την άλλη κατεύθυνση, δηλαδή, υπέρ των συστημάτων βοσκής.

Όταν η ποσότητα των ζωοτροφών αυξάνεται, το υδάτινο αποτύπωμα αυξάνεται παράλληλα, επειδή οι ζωοτροφές έχουν σχετικά μεγάλο αποτύπωμα νερού, ενώ οι ακατέργαστες (χόρτο και υπολείμματα καλλιεργείων) εμφανίζουν ένα σχετικά μικρό αποτύπωμα νερού (Hoekstra et al., 2011).

Αν πάρουμε το βόειο κρέας ως παράδειγμα, είναι σαφές ότι το αποτύπωμα του νερού θα ποικίλει έντονα, ανάλογα με την περιοχή παραγωγής, την σύνθεση των ζωοτροφών και την προέλευση των συστατικών των ζωοτροφών αυτών. Το υδάτινο αποτύπωμα βοείου κρέατος από βιομηχανικό σύστημα μπορεί εν μέρει να αναφέρεται σε νερό άρδευσης (μπλε) για την καλλιέργεια ζωοτροφών σε μια απομακρυσμένη περιοχή, στην οποία μεγαλώνει η αγελάδα. Αυτή μπορεί να αποτελεί μια περιοχή όπου το νερό βρίσκεται σε αφθονία, αλλά μπορεί επίσης να αποτελείται και από μια περιοχή όπου το νερό είναι λιγιστό. Το αποτύπωμα νερού του βοείου κρέατος από ένα βοσκότοπο θα αναφέρεται κυρίως σε "πράσινο" νερό. Όμως το "πράσινο νερό" που διατίθεται για την παραγωγή κρέατος, δεν θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Hoekstra et al., 2011).

5.2 Στα προϊόντα εσοδείας

Σε μια πρόσφατη μελέτη, οι Mekonnen και Hoekstra (2010) έδειξαν ότι το αποτύπωμα νερού οποιουδήποτε ζωικού προϊόντος είναι μεγαλύτερο από το αποτύπωμα νερού του ενός σοφά επιλεγμένου φυτικού προϊόντος με ισοδύναμη θρεπτική αξία. Οι Ergin et al., 2011 το παρουσίασαν συγκρίνοντας το αποτύπωμα νερού δυο προϊόντων σόγιας, με δυο ισοδύναμα ζωικά προϊόντα. Υπολόγισαν ότι 1 L γάλα σόγιας που παράγεται στο Βέλγιο είχε αποτύπωμα νερού περίπου 300 L, ενώ το αποτύπωμα νερού 1 L γάλακτος από αγελάδες ήταν μεγαλύτερο κατά 3 φορές. Το αποτύπωμα νερού από μπιφτέκι σόγιας 150 g που παράγεται στην Ολλανδία φαίνεται να έχει περίπου 160 L, ενώ το υδάτινο αποτύπωμα ενός 150 g μπιφτεκιού είναι σχεδόν 15 φορές μεγαλύτερο (Hoekstra et al., 2011).

Πίνακας 1: Το παγκόσμιο μέσο υδάτινο αποτύπωμα μιας σειράς προϊόντων εσοδείας και ζωικών προϊόντων (Hoekstra et al., 2010).

	Υδατικό αποτύπωμα L/kg				Θρ.περιεχόμενο			Υδ. αποτύπωμα/ Θρεπτική αξία		
	πράσινο	μπλε	γκρι	σύνολο	Kcal /kg	Pro g/kg	fat g/kg	Kcal /L	pro L/g pro of pro	fat L/g Fat of fat
τρόφιμο										
ζ/τευτλα	130	52	15	197	285	-	-	0,69	-	-
λαχανικά	194	43	85	322	240	12	2,1	1,34	26	154
αμ.ρίζες	327	16	43	387	827	13	1,7	0,47	31	226
φρούτα	726	147	89	962	460	5,3	2,8	2,09	180	348
δημ/κά	1.232	228	184	1.644	3.208	80	15	0,51	21	112
σπόροι	2.203	220	121	2.364	2.908	146	209	0,81	16	11
όσπρια	3.180	141	734	4.055	4.412	215	23	1,19	19	180
ξ.καρποί	7.016	1.467	680	9.063	2.500	65	193	3,63	139	47
γάλα	863	86	72	1.020	560	33	31	1,82	31	33
αυγά	2.592	244	429	3.265	1.425	111	100	2,29	29	33
κ.κοτοπ.	3.545	313	467	4.325	1440	127	100	3,00	34	43
βούτυρο	4.695	465	393	5.553	7.692	-	872	0,72	-	6,4
κ.χοίρου	4.907	459	622	5.988	2.786	105	259	2,15	57	23
κ.γίδας	8.253	457	53	8.763	2059	139	163	4,25	63	54
κ.βόειο	14.414	550	451	15.415	1513	138	101	10,19	102	153

Οι αριθμοί δείχνουν ότι το μέσο αποτύπωμα νερού ανά θερμίδα για το βόειο κρέας είναι 20 φορές μεγαλύτερο από αυτό για τα δημητριακά και τις αμυλούχες ρίζες. Το αποτύπωμα νερού ανά γραμμάριο πρωτεΐνης για γάλα, αυγά και κρέας κοτόπουλου είναι περίπου 1,5 φορές μεγαλύτερο από αυτό για καρπούς. Για το βόειο κρέας, το αποτύπωμα νερού ανά γραμμάριο/πρωτεΐνης είναι 6 φορές μεγαλύτερο από αυτό των καρπών. Το βούτυρο έχει σχετικά μικρό αποτύπωμα νερού ανά γραμμάριο λίπους, ακόμη λιγότερο από ό, τι οι καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων, αλλά όλα τα υπόλοιπα ζωικά προϊόντα έχουν μεγαλύτερα αποτυπώματα νερού ανά γραμμάριο λίπους (Hoekstra et al., 2011).

Το παγκόσμιο αποτύπωμα νερού της ζωικής παραγωγής ανέρχεται σε 2.422 δισεκατομμύρια m³/ έτος (87% πράσινο, 6% μπλε, 7% γκρι αποτύπωμα νερού). Το ένα τρίτο αυτού του συνόλου, σχετίζεται με βοοειδή κατανάλωσης και ένα άλλο 19% σχετίζεται με βοοειδή γαλακτοπαραγωγής (Mekonnen και Hoekstra, 2010). Το μεγαλύτερο κλάσμα (98%) του υδάτινου αποτυπώματος σχετίζεται με τα ζωικά προϊόντα και αναφέρεται στο υδάτινο αποτύπωμα της τροφής. Πόσιμο νερό ζώων, νερό υπηρεσίας και νερό ανάμειξης ζωοτροφών αντιπροσωπεύουν το 1,1, 0,8 και 0,03%, αντίστοιχα (Hoekstra et al., 2011).

6. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα βασικών ομάδων τροφών

6.1. Αποτύπωμα σε προϊόντα εσοδείας

Η παραγωγή και η κατανάλωση τροφίμων έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το (life circle inventories) LCI περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την παραγωγή σποριόφυτων, χρήση μηχανημάτων, καύσιμα για τη θέρμανση θερμοκηπίων, άρδευση, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, αποθήκευση και μεταφορά προς και εντός της Ελβετίας (Stoessel et al., 2012).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεγαλύτερη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να επιτευχθεί με την κατανάλωση εποχιακών φρούτων και λαχανικών, ακολουθούμενη από τη μείωση των μεταφορών με αεροπλάνο. Η προμήθεια φρούτων και λαχανικών σε τοπικό επίπεδο είναι μόνο μια καλή στρατηγική για την μείωση του αποτυπώματος άνθρακα εάν δεν υπάρχει θέρμανση θερμοκηπίου με ορυκτά καύσιμα. Ο αντίκτυπος της κατανάλωσης νερού εξαρτάται από τον τόπο της γεωργικής παραγωγής. Σημαντικό μέρος της πρόσληψης τροφής κατά μάζα (30%) εκπροσωπείται από φρούτα και λαχανικά, τα οποία αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα τροφίμων που καταναλώνονται παγκοσμίως (Stoessel et al., 2012).

Οι επιπτώσεις της παραγωγής τους αποκαλύπτονται σε διάφορες κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η κλιματική αλλαγή, επιπτώσεις της χρήσης γης και νερού, της ανθρώπινης και οικολογικής επίπτωσης, ευτροφισμό, οξίνιση, υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους, και αλλαγές του τοπίου. Υπεύθυνοι πολιτικής χάραξης και ιδιωτικές εταιρείες διάφορων χώρων έχουν αναγνωρίσει την ανάγκη ποσοτικοποίησης αυτών των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και, σε αυτή τη βάση, να προσδιοριστούν τα μέτρα για τη μείωση των επιπτώσεων αυτών.

Για παράδειγμα, ένας νέος νόμος στη Γαλλία και μια σύσταση του Ελβετικού Ομοσπονδιακού Γραφείου περιβάλλοντος ενθαρρύνει την επισήμανση των τροφίμων με σήμανση για αποτυπώματα άνθρακα/περιβάλλοντος. Ιδιωτικές εταιρείες, όπως Tesco και Walmart, υπολογίζουν το αποτύπωμα άνθρακα ορισμένων από τα προϊόντα τους ώστε να τα κοινοποιούν στους πελάτες τους, ενώ άλλοι χρησιμοποιούν τέτοιες περιβαλλοντικές πληροφορίες για λήψη αποφάσεων

σχετικά με τα προϊόντα και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Stoessel et al., 2012).

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) επί του παρόντος λαμβάνει υπόψη ένα πρότυπο για το υδατικό αποτύπωμα, για την ανάλυση και υποβολή εκθέσεων και για την επισήμανση των προϊόντων. Παρά τις πρωτοβουλίες αυτές εξακολουθούν να υπάρχουν μεγάλα κενά δεδομένων, σχετικά με την περιβαλλοντική αξιολόγηση των τροφίμων. Οι Ορθές Γεωργικές Πρακτικές (GAP) ισχύουν για όλες τις γεωργικές δραστηριότητες, ανεξάρτητα από τον τόπο παραγωγής, με την προϋπόθεση κοινών παγκόσμιων προτύπων, σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Η παραγωγή σποριόφυτων στην Ελβετία ή πιο βόρεια γενικά θεωρείται ότι λαμβάνει χώρα σε θερμαινόμενα θερμοκήπια άνω των πέντε εβδομάδων. Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης, υποτίθεται ίδια σε λαχανικά παρόμοιων θερμοκρασιακών απαιτήσεων (Stoessel et al., 2012).

6.2 Αποτύπωμα άνθρακα φρούτων και λαχανικών

Τα σπαράγγια, το μαρούλι και τα αγγούρια επιλέχθηκαν για έρευνα σε βάθος, για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μετάβαση στις αντίστοιχες εναλλακτικές λύσεις παραγωγής με ελάχιστο αντίκτυπο για αυτές τις τρεις καλλιέργειες θα επιτύχει μείωση άνω του ενός τρίτου του τρέχον συνολικού υποτυπώματος άνθρακα που προκαλείται από την πώληση όλων των καλλιεργειών. Η ντομάτα παρουσιάζει επίσης μια σχετικά υψηλή βελτίωση. Άλλες καλλιέργειες όπως μπανάνες, αχλάδια, μήλα, εσπεριδοειδή και πατάτες προκαλούν επίσης ένα σχετικά μεγάλο συνολικό αποτύπωμα άνθρακα λόγω των μεγάλων ποσοτήτων που πωλούνται, αλλά λόγω των μικρών επιπτώσεων, οι δυνατότητες βελτίωσης είναι περιορισμένες.

Τα σπαράγγια ήταν σαφώς η σημαντικότερη καλλιέργεια που πρέπει να αναλυθεί σύμφωνα με το εφαρμοζόμενο σύστημα κατάταξης. Το αποτύπωμα άνθρακα των διαφόρων προέλευσης και επίλογων μεταφοράς, διαφέρουν, από το χαμηλότερο (που παράγεται τοπικά στην Ελβετία) στο υψηλότερο (που εισάγεται με αεροπλάνο από το Μεξικό (πράσινα σπαράγγια) και Περού (λευκά σπαράγγια)).

Ως εκ τούτου, συστήνεται η μείωση των αεροπορικών μεταφορών και η ενθάρρυνση της παραγωγής σε κοντινές περιοχές. Για τις υπόλοιπες καλλιέργειες, που ταξινομούνται ως «υψηλής προτεραιότητας για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα», ο κύριος παράγοντας της πρόσκρουσης ήταν η θέρμανση του θερμοκηπίου με ορυκτά καύσιμα κατά τη διάρκεια της παραγωγής εκτός εποχής. Έχουν εφαρμοστεί διάφορα μέτρα για τη μείωση του, λόγω των αεροπορικών μεταφορών. Προϊόντα που μεταφέρονται αεροπορικώς δηλώνονται με ετικέτα «αεροπορικώς» (Stoessel et al., 2012).

7. Μέθοδοι αποτελεσματικότερης γεωργίας

► Μηχανήματα

Η χρήση γεωργικών μηχανημάτων διευκολύνει τον τομέα της εργασίας. Στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των μηχανημάτων, ωρών λειτουργίας και εργασίας για τη λειτουργία των μηχανών που χρησιμοποιήθηκαν για την ποσοτικοποίηση των εισροών ανά kg, είναι εύκολο να μετρηθούν (Stoessel et al., 2012).

► Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στα θερμοκήπια

Η δημιουργία θερμοκηπίων συνεπάγεται τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, για παράδειγμα, για αντλίες άρδευσης. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμήθηκε σε 0,15 CHF/kWh για βιομηχανικές εταιρείες (Stoessel et al., 2012).

► Χρήση πετρελαίου θέρμανσης στα θερμοκήπια

Τα λαχανικά πρέπει να διατηρούνται σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Για να είναι ανεξάρτητη από την εξωτερική θερμοκρασία, τα θερμοκήπια κατασκευάζονται για να παρέχουν το κατάλληλο κλίμα. Για να καταδειχθεί η μεταβλητότητα της κατανάλωσης καυσίμου ως προς την εποχικότητα, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ένα μοντέλο ενέργειας θέρμανσης. Το μοντέλο αυτό εξετάζει το είδος του θερμοκηπίου (ιδιότητες μετάδοσης θερμότητας), τις διαστάσεις του κτιρίου, τη διαφορά στην εξωτερική και στην εσωτερική θερμοκρασία που απαιτείται από τη συγκεκριμένη καλλιέργεια, την ηλιακή ακτινοβολία και την απόδοση (Stoessel et al., 2012).

► Άρδευση

Απαιτείται άρδευση σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι χαμηλότερες από την ποσότητα νερού που απαιτείται για την καλλιέργεια μιας συγκεκριμένης ποικιλίας, όταν οι βροχοπτώσεις είναι εποχιακά άνισα κατανεμημένες ή εάν οι καλλιέργειες καλλιεργούνται σε θερμοκήπια. Η ποσότητα του νερού που αρδεύεται εξαρτάται από τον πολιτισμό, καθώς και από το έδαφος και τις διαφορετικές κλιματικές παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, ο άνεμος και οι βροχοπτώσεις.

Για παράδειγμα, οι ποσότητες αρδευτικού νερού για όλες τις καλλιέργειες που καλλιεργούνται στην Ελβετία διατίθενται από αλλού. Βραχυπρόθεσμες καλλιέργειες (όπως μαρούλια και ραπανάκια) και καλλιέργειες ανοικτού χώρου χρησιμοποιούν 400–800 m³/ha/καλλιέργειας (Stoessel et al., 2012).

► Μεταφορά

Η εγχώρια παραγωγή καλύπτει το 40% - 49% της κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών αντίστοιχα, ενώ τα υπόλοιπα εισάγονται. Τα εισαγόμενα προϊόντα πρέπει να μεταφέρονται και διανέμονται εντός της χώρας (Ελβετίας). Από την θαλάσσια διαδρομή τα προϊόντα μεταφέρονται με πλοίο μεταφοράς εμπορευμάτων και από τον αέρα με διηπειρωτικό φορτηγό αεροσκάφος (Stoessel et al., 2012).

► Ψύξη κατά τη μεταφορά

Οι καλλιέργειες πρέπει να ψυχθούν προκειμένου να αποφευχθεί η αποσύνθεση πριν το σημείο πώλησης και να επιμηκυνθεί η διάρκεια αποθήκευσης. Η μεταφορά υποτίθεται ότι πραγματοποιείται σε πλήρως φορτωμένα δοχεία ISO με ανεξάρτητα ψυκτικά αδρανή υλικά (Stoessel et al., 2012).

► Πλύσιμο νερού

Αρκετές καλλιέργειες (σπαράγγια, μπανάνες, καρότα, σέλινορίζα, αγγούρια, μαρούλι, ραπανάκι, σπανάκι, και κολοκυθάκια) πρέπει να καθαρίζονται μετά τη συγκομιδή. Θεωρείται ότι 0,4 L νερού βρύσης χρησιμοποιείται ανά kg καλλιέργειας, εκτός για τις μπανάνες που χρησιμοποιούν 4,4 L ανά kg (Lindgren et al., 2018).

► Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για αποθήκευση

Τα γεωργικά προϊόντα αποθηκεύονται σε ψυκτικές μονάδες. Η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από την αποθήκευση (χρόνος, εξωτερική θερμοκρασία, ιδανική θερμοκρασία αποθήκευσης, καλλιέργεια) που κυμαίνονται από -2 έως 13 °C (Stoessel et al., 2012).

8. Η περίπτωση της Καλιφόρνια, και γιατί είναι σημαντική

Η πρόκληση της τροφοδότησης του παγκόσμιου πληθυσμού με πιο βιώσιμο τρόπο με περιορισμένη γη, νερό και ενέργεια (περιβαλλοντικοί πόροι) αποτελούν μια πιο ολιστική μεθοδολογία αξιολόγησης του αποτυπώματος. Αέρια θερμοκηπίου (GHG), είναι το κύριο μέτρο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ωστόσο, είναι πολύ περιορισμένο και δεν εξηγεί πολλά σημαντικά ζητήματα που επηρεάζουν τη γενική υγεία και την ευημερία της κοινωνίας και των μελλοντικών γενεών (Walmsley et al., 2015). Η μεθοδολογία αποτυπώματος, που περιλαμβάνει και συνδυάζει το GHG, το νερό, τη γη και την ενέργεια απαιτείται για να καθοδηγηθούν οι ειδικοί σε καλύτερες λύσεις που είναι πραγματικά ωφέλιμες και βιώσιμες για την κοινωνία (Čuček et al., 2012).

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτυπώματα παραγωγής τεσσάρων τύπων προϊόντων διατροφής: γάλα σε σκόνη (γαλακτοκομικά), τηγανητό ρύζι, ψωμί σίτου και αλεσμένο βόειο κρέας(κιμάς). Τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα προϊόντα κρέατος υποτίθεται ότι προέρχονται από καλαμπόκι και αλεύρι καλαμποκιού. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται εντός του αγροτικού περιβάλλοντος της Βόρειας Καλιφόρνιας, όπου η εντατική αγροτική πρακτική με βάση τα σιτηρά είναι καλά αναπτυγμένη και καλά ερευνημένη. Η γεωργία της Καλιφόρνια έχει επιλεγεί για μελέτη καθώς είναι μια περιοχή με σταθερό φως του ήλιου, προηγμένα συστήματα άρδευσης, καλά αναπτυγμένη στην εκμετάλλευση των πόρων, με καλή υποδομή επεξεργασίας τροφίμων και μεταφορών, καθώς και γεωργικά εστιασμένο πανεπιστήμιο κοντά, το Πανεπιστήμιο Καλιφόρνια Ντέιβις, που παρέχει ένα εξαιρετικό αποθετήριο αξιόπιστων αναφορών και δεδομένων.

Η έρευνα εξετάζει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της παραγωγής στο αγρόκτημα, της επεξεργασίας τροφίμων σε κοντινά εργοστάσια, την διανομή προϊόντων στην αγορά της Καλιφόρνια και την τελική προετοιμασία φαγητού πριν από την κατανάλωση (Walmsley et al., 2015).

8.1 Πόροι στην Καλιφόρνια

Η διαθεσιμότητα ποιοτικής γης, νερού και ενεργειακών πόρων στην Καλιφόρνια είναι ζωτικής σημασίας για τη γεωργία μεγάλης κλίμακας και την παραγωγή τροφίμων. Αυτοί οι πόροι διατίθενται σε άφθονη προσφορά. Η συνολική έκταση της Καλιφόρνια είναι 423.970 km². Από αυτήν την περιοχή το 9% χρησιμοποιείται για αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις που είναι εξαιρετικά παραγωγικές για την παραγωγή ενός ευρέος φάσματος γεωργικών καλλιεργειών, συμπεριλαμβανομένου του ρυζιού, του σίτου και του καλαμποκιού (Walmsley et al., 2015).

Ένα επιπλέον 21% χρησιμοποιείται για παράγωγή ξηρών σπόρων και βοσκή. Το υπόλοιπο 70% χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς συμπεριλαμβανομένων αστικών, αναψυχής, εθνικών και κρατικών πάρκων, ερήμων και βουνών (Walmsley et al., 2015).

8.2 Υδάτινοι πόροι στην Καλιφόρνια

Οι υδάτινοι πόροι είναι άφθονοι λόγω της μέσης βροχόπτωσης και υπολογίζονται σε περίπου 563 mm / γ και πάνω, σε 300 φράγματα και αποθηκευτές που συλλέγουν έως και 40% του νερού και του χιονιού που λιώνει στις ορεινές περιοχές που περιβάλλουν την Κεντρική κοιλάδα της Καλιφόρνια. Από το νερό που συλλέγεται, το 42% χρησιμοποιείται για αρδευόμενη γεωργία - εξαιρετικά υψηλά βιώσιμη από ενεργειακής άποψης (Walmsley et al., 2015).

Πίνακας 2: φυσικές πηγές και πηγές βιωσιμότητας στην Καλιφόρνια (Walmsley et al., 2015)

πηγή	περιγραφή		μονάδες	ποσοστό
γη	συνολική έκταση της Καλιφόρνια	423.970	km ²	100 %
	αρδευόμενη αγροτική γη	36.764	km ²	9%
	ξηρά γη ή βοσκότοπος	90.442	km ²	21 %
νερό	συνολική ετήσια χρήση (μέσος όρος 2004-2010)	103.436	Mm ³	100%
	αρδευόμενα γεωργικά	42.996	Mm ³	42%
	συνολικές ετήσιες βροχοπτώσεις (βροχή και χιόνι)	238.695	Mm ³	231%
ενέργεια	ετήσιος εφοδιασμός πρωτογενούς ενέργειας (θερμικός)	8.727	PJ	100%
	πετρέλαιο για μεταφορά (62 % εισαγωγές)	4.776	PJ	54,7%

	φυσικό αέριο για θέρμανση (88 % εισαγωγές)	1.421	PJ	16,3%
	ηλεκτρική ενέργεια (θερμικά-eq) (29 % εισαγωγές)	2.530	PJ	29%
άνθρωποι	πληθυσμός Καλιφόρνια 2013	37.254.000		
GHG	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου	346	Mt	

8.3 Αποτύπωμα εδάφους στην Καλιφόρνια

► Περίπτωση σιταριού-ρυζιού

Το σιτάρι που μεταποιήθηκε σε ψωμί καθορίστηκε ως το πιο αποτελεσματικό μέσο παραγωγής ενέργειας τροφής από προοπτική χρήσης γης. Το ρύζι που παρουσιάζεται ως τηγανητό ρύζι απαιτεί 16.000 km² αρδευόμενης γης για τη διατροφή του πληθυσμού της Καλιφόρνια σε σύγκριση με 14.000 km² γης για ψωμί σίτου. Ο κύριος λόγος αυτής της διαφοράς είναι ότι η τροφική ενέργεια του ρυζιού μειώνεται σημαντικά από 15,5 MJ / kg σε περίπου 8 MJ / kg μετά το μαγείρεμα σε σύγκριση με το σιτάρι που μειώνεται μόνο από 13,7 έως 10 MJ / kg όταν ψήνεται σε ψωμί (Walmsley et al., 2015).

► Η περίπτωση γάλακτος σε σκόνη και του αλεσμένου κρέατος

Το γάλα σε σκόνη από την άλλη πλευρά χρειάζεται πάνω από τρεις φορές την έκταση του σίτου, και το αλεσμένο κρέας την χρειάζεται πάνω από 20 φορές. Τα μεγαλύτερα αποτυπώματα γης για τα προϊόντα διατροφής με βάση τα ζώα οφείλονται στην επιπλέον διαδικασία μετατροπής ενέργειας που σχετίζεται με την παραγωγή μάζας τροφίμων από ένα ζώο, σε σύγκριση με τους κόκκους. Μια μετάβαση σε δίαιτα χαμηλού αποτυπώματος γίνεται αυξάνοντας την πρόσληψη σιτηρών και μειώνοντας την πρόσληψη κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων εφόσον μειώνουν σημαντικά το αποτύπωμα της γης από 78.000 km² σε 36.200 km² και κάνουν τη μέγιστη χρήση των αρδευόμενων πρώτων καλλιεργήσιμων εκτάσεων (Walmsley et al., 2015).

8.4 Αποτύπωμα νερού στην Καλιφόρνια

Πάνω από το 40 % του γλυκού νερού (μπλε νερό) χρησιμοποιείται για να ποτίσει την εύφορη γεωργική γη της Κεντρικής Κοιλάδας της Καλιφόρνια. Το υπερβολικό νερό που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ρυζιού και τη μεταποίηση τροφίμων επαναχρησιμοποιείται, εξασφαλίζοντας υψηλά επίπεδα επαναχρησιμοποίησης και αποδοτικότητας του νερού. Πάλι τα προϊόντα διατροφής με βάση τα σιτηρά και ιδιαίτερα το σιτάρι είχαν το χαμηλότερο υδατικό αποτύπωμα σε σύγκριση με το κιννάμωμο και το γάλα σε σκόνη. Το ρύζι μπορεί να φαίνεται να είναι ένας μεγάλος καταναλωτής νερού, αλλά μέσω της προσεκτικής διαχείρισης και της επαναχρησιμοποίησης του νερού, το πραγματικό αποτύπωμα νερού του ρυζιού είναι λίγο λιγότερο από το διπλάσιο του σιταριού (Walmsley et al., 2015).

Το βόειο κρέας και πάλι ξεχωρίζει ως ο μεγαλύτερος χρήστης του νερού ανά μονάδα ενέργειας (PJ) των τροφίμων που δημιουργήθηκαν. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού αντιστοιχεί σε νερό για άρδευση, με το νερό για κατανάλωση να έχει πολύ μικρό ποσό (δηλαδή < 1 %). Η μείωση του κρέατος από τη διατροφή ενός έθνους είναι επομένως μια καλή πολιτική που θα ελευθερώσει υδάτινους πόρους για άλλες ευνοϊκότερες επιλογές (Walmsley et al., 2015).

8.5 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Καλιφόρνια

Τα τρόφιμα με βάση τα σιτηρά - ψωμί σίτου και τηγανητό ρύζι - έχουν χαμηλότερες εκπομπές ανά μονάδα ενέργειας τροφίμων που παράγεται, σε σύγκριση με τα ζωικά προϊόντα - γάλα σε σκόνη και μαγειρεμένο κιμά. Εκπομπές με βάση τα ζώα παραγωγής μεθανίου, και χρήσης αζώτου από λιπάσματα, προστίθεται σημαντικά στις εκπομπές, στις μεταφορές στην αγορά και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Οι εντατικές γεωργικές μέθοδοι στην Καλιφόρνια, όπως υψηλά επίπεδα άρδευσης, χημικής λίπανσης και η μηχανοποίηση συμβάλλουν επίσης στο γεγονός ότι οι εκπομπές είναι σημαντικά χαμηλότερες τόσο για τα σιτηρά όσο και για τα τρόφιμα με βάση τα ζώα (Walmsley et al., 2015).

Αποστάσεις μεταφοράς, αποθήκευσης και παρασκευής τροφίμων αυξάνουν επίσης τις εκπομπές.

8.6 Περιβαλλοντική προοπτική της Καλιφόρνια

Η παρατήρηση της χρήσης γης, νερού, ενέργειας και εκπομπών αέριων παρέχει μια περιβαλλοντική επίπτωση στη πρακτική της αλυσίδας ενεργειακού εφοδιασμού, των διατροφικών τάσεων του ανθρώπου και των επιλογών των προϊόντων διατροφής. Η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των τεσσάρων παραγόντων είναι πολύπλοκη και μια προσέγγιση πολυδιάστατου αποτυπώματος είναι απαραίτητη (Walmsley et al., 2015). Παραδείγματα των αλληλεπιδράσεων είναι ότι η εντατική γεωργία χρησιμοποιεί αποτελεσματικότερα το υδατικό και ενεργειακό αποτύπωμα μέσω περισσότερης άρδευσης και λιπασμάτων, και τα υψηλότερα επίπεδα επεξεργασίας τροφίμων για την προσθήκη εμπορικής αξίας στα τρόφιμα με βάση τα σιτηρά, π.χ. προϊόντα δημητριακών πρωινού, προσθέτει στο ενεργειακό και υδατικό αποτύπωμα χωρίς να βελτιώνει τα διατροφικά οφέλη, επίσης μπορεί να μειώσει τη χρήση νερού και τα επίπεδα αποβλήτων τροφίμων (Walmsley et al., 2015).

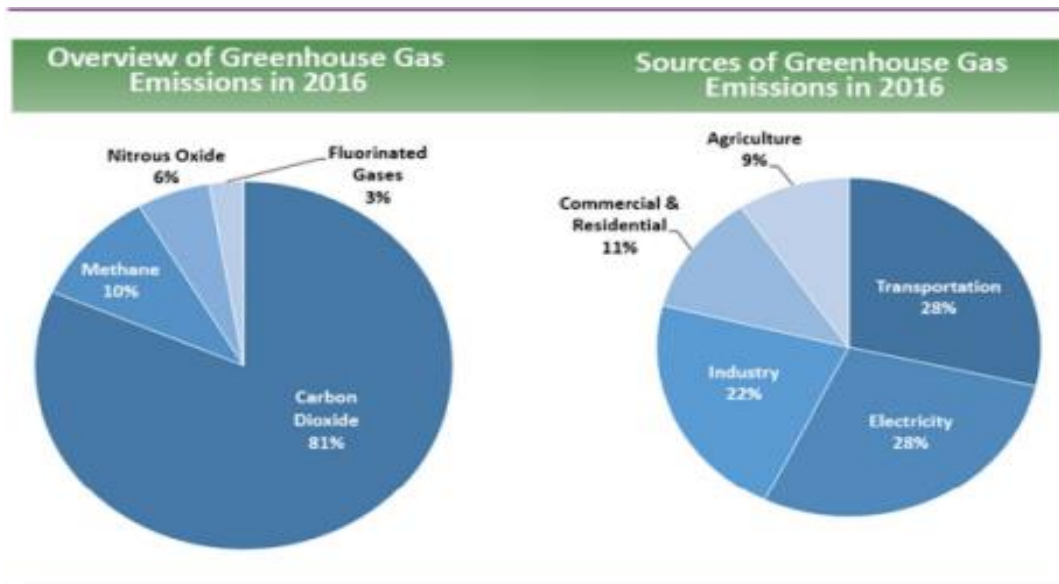
9. Αποτύπωμα στο περιβάλλον και παχυσαρκία

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) συνδέονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη και τις δυσμενείς κλιματικές αλλαγές. Η κάλυψη των αναγκών του αυξανόμενου αριθμού των ανθρώπων στον πλανήτη αποτελεί μια πρόκληση για τη μείωση του συνολικού φορτίου των αερίων του θερμοκηπίου. Μια άλλη πρόκληση μπορεί να είναι το μέγεθος του μέσου ατόμου στο πλανήτη και ο αυξανόμενος αριθμός ατόμων με υπερβολικό σωματικό βάρος.

Εκτιμάται ότι η παχυσαρκία σχετίζεται με ~ 20% μεγαλύτερες εκπομπές GHG σε σύγκριση με την κατάσταση κανονικού βάρους. Σε παγκόσμια κλίμακα, η παχυσαρκία συμβάλλει σε επιπλέον εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της τάξεως ~ 49 megatons ανά έτος ισοδύναμου CO² (CO₂eq) από οξειδωτικό μεταβολισμό λόγω μεγαλύτερων μεταβολικών απαιτήσεων, ~ 361 megatons ετησίως CO₂eq από τις διαδικασίες παραγωγής τροφίμων που οφείλονται στην αυξημένη πρόσληψη τροφής και ~ 290 megatons ετησίως CO₂eq από εναέρια και χερσαία μεταφορά (Magkos et al., 2020).

Επομένως, ο συνολικός αντίκτυπος της παχυσαρκίας μπορεί να αντιστοιχεί σε επιπλέον εκπομπές ~ 700 μεγατόνων ετησίως CO₂eq, δηλαδή περίπου 1,6% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στο βαθμό που η παχυσαρκία συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια επιβάρυνση των αερίων του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια, η μείωση της παχυσαρκίας μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη τόσο για τη δημόσια υγεία όσο και για το περιβάλλον (Magkos et al., 2020) .

Κάθε αέριο του θερμοκηπίου έχει διαφορετικό δυναμικό στην υπερθέρμανση του πλανήτη και μένει για διαφορετικό χρονικό διάστημα στην ατμόσφαιρα. Ως εκ τούτου, έχει εισαχθεί η μονάδα ισοδύναμου CO₂ (CO₂eq) ώστε να διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών GHG (Magkos et al., 2020) .



Διάγραμμα 1: οργανογράμματα πίτας των αέριων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τον τύπο, δεξιά, και τον τρόπο παραγωγής, αριστερά, Ηνωμένο Βασίλειο, 2016(Magkos et al., 2020)

Οι εκπομπές CO₂ από τη φυσική αποσύνθεση του οργανικού υλικού το 2007 σε δάση και λιβάδια αλλά και από δασικές πυρκαγιές είχαν ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση περίπου 440 gigatons CO₂ κάθε χρόνο, αλλά η βλάστηση του πλανήτη εκτιμάται ότι εξισορροπεί πλήρως αυτό το CO₂ μέσω της διαδικασίας φωτοσύνθεσης (Magkos et al., 2020).

Ωστόσο, η ατμοσφαιρική περιεκτικότητα σε CO₂ αυξάνεται σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες, συμβάλλοντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη και άλλες κλιματικές αλλαγές. Στην πραγματικότητα, το παρόν ατμοσφαιρικό επίπεδο CO₂ είναι το υψηλότερο σε 800.000 χρόνια. Φυσικές διακυμάνσεις μεταξύ 180 και 280 ppm υπήρχαν, αλλά το ατμοσφαιρικό CO₂ άρχισε να αυξάνεται μετά τη βιομηχανική επανάσταση στα μέσα του 18ου αιώνα, ξεπερνώντας τα 415 ppm το 2019 (Magkos et al., 2020).

Αυτές οι παρατηρήσεις υποδηλώνουν ότι η αύξηση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO₂ πιθανότατα προκαλείται από τεχνητές δραστηριότητες. Τέτοιες είναι η καύση ορυκτών καυσίμων για θέρμανση, η παραγωγή ενέργειας, η μεταφορά, η ζωική παραγωγή και ορισμένες βιομηχανικές διεργασίες όπως η παραγωγή τσιμέντου και η αποψίλωση των δασών. Για παράδειγμα, η ανθρώπινη

ανάπτυξη εκτιμάται ότι έχει μειώσει τον παγκόσμιο αριθμό δασικών δένδρων περίπου στο ήμισυ από την αρχή του ανθρώπινου πολιτισμού. Τα οικοσυστήματα του πλανήτη μπορούν να συνυπάρχουν σε ισορροπία με μεγάλα ζώα και ανθρώπινους πληθυσμούς, αλλά το μέγιστο μέγεθος ενός βιώσιμου ανθρώπινου πληθυσμού εξαρτάται από την ύπαρξη δυσμενών επιπτώσεων στα οικοσυστήματα και το κλίμα.

Οι άνθρωποι σε όλο τον κόσμο καταναλώνουν πόρους διαφορετικά και άνισα. Για παράδειγμα, ο μέσος Αμερικανός μεσαίας τάξης καταναλώνει 3,3 φορές την διατροφή και σχεδόν 250 φορές την βάση διαβίωσης καθαρού νερού (το επίπεδο διαβίωσης είναι το ελάχιστο επίπεδο απαραίτητο για την κάλυψη των βασικών αναγκών της ζωής) (Magkos et al., 2020).

Επομένως, εάν όλοι στον κόσμο ζούσαν σαν έναν Αμερικανό μεσαίας τάξης, ο πλανήτης θα είχε ικανότητα αντοχής μόνο περίπου 2 δισεκατομμυρίων ατόμων. Επιπλέον, στις ΗΠΑ αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα, το ένα τρίτο ή περισσότερο, απ' όλα τα τρόφιμα που παράγονται, και το ένα τέταρτο του γλυκού νερού, είτε χάνονται είτε σπαταλιούνται κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων από την παραγωγή έως την κατανάλωση. Ακόμη, τα απόβλητα τροφίμων αυξάνονται τις τελευταίες 4 δεκαετίες. Δεδομένου ότι η παραγωγή 1 kcal τροφής απαιτεί τη χρήση τουλάχιστον 3 kcal ενέργειας ορυκτών καυσίμων, εκτιμήθηκε ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τα απόβλητα τροφίμων έχουν επίσης αυξηθεί κατά την ίδια χρονική περίοδο (κατά ~ τριπλάσιο), έτσι σε παγκόσμιο επίπεδο, η ποσότητα των τροφίμων και των πότων που χάνονται ή σπαταλούνται αντιστοιχούν στο ~ 8% των συνολικών εκπομπών GHG. Προφανώς, η ελαχιστοποίηση της απώλειας και της σπατάλης τροφίμων θα μπορούσε να προκαλέσει μια σημαντική μείωση της παγκόσμιας επιβάρυνσης των αερίων του θερμοκηπίου (Magkos et al., 2020).

Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι τα πρότυπα κατανάλωσης και η χρήση πόρων ποικίλλουν σημαντικά, σε διαφορετικά μέρη του κόσμου. Ωστόσο, η ύπαρξη μεγάλων διαφορών στις κατά κεφαλήν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε χώρες και περιοχές με παρόμοια ανάπτυξη, π.χ. μεταξύ των ΗΠΑ και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) (περισσότερο από δύο φορές μεγαλύτερη στην (πρώτη), δείχνουν την ανάγκη για πιθανές δραστικές μειώσεις στις εκπομπές (Magkos et al., 2020).

Υπάρχει επείγουσα ανάγκη να μειωθεί η χρήση ορυκτών πηγών ενέργειας, και να αντικατασταθούν με πηγές ενέργειας που είναι ουδέτερες από την άποψη των GHG εκπομπών. Ωστόσο, η απλή μείωση της χρήσης ορυκτής ενέργειας δεν θα ανταποκριθεί στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ώστε να επέλθει μείωση των $1,5^{\circ}\text{C}$ σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Ομάδα για την Κλιματική Αλλαγή. Ουσιαστικές μειώσεις των εκπομπών από τις καλλιέργειες τροφίμων και της παραγωγής ζώων απαιτούνται ταυτόχρονα (Magkos et al., 2020).

Η αύξηση του πληθυσμού υπήρξε εκθετική κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα. Ο παγκόσμιος πληθυσμός ήταν περίπου 2,5 δισεκατομμύρια το 1950, ξεπέρασε τα 5 δισεκατομμύρια το 1988, σήμερα είναι 7,7 δισεκατομμύρια και προβλέπεται να φτάσει τα 9,8 δισεκατομμύρια το 2050 με αποκορύφωμα τα 11,2 δισεκατομμύρια μέχρι το έτος 2100 (Magkos et al., 2020).

Υποστηρίζεται ότι μια άλλη πρόκληση θα είναι το σωματικό βάρος του μέσου όρου των ατόμων στον πλανήτη και ο αυξανόμενος αριθμός ατόμων με παχυσαρκία. Αυτό το επιχείρημα αντλείται από το γεγονός ότι η ενεργειακή απαίτηση του οποιοδήποτε είδους, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, είναι συνάρτηση του αριθμού των οργανισμών (δηλαδή, μέγεθος πληθυσμού) και της μέσης μάζα τους (δηλαδή, σωματικό βάρος).

9.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παχυσαρκίας

Για να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις της παχυσαρκίας στο περιβάλλον, υπολογίσθηκαν οι επιπλέον εκπομπές CO_2 (σε CO_2eq) ενός ατόμου που έχει παχυσαρκία, δηλαδή με $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg} / \text{m}^2$ και ενός με κανονικό βάρος ($\Delta\text{M}\Sigma < 25$). Αυτές οι κατηγορίες ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ των πληθυσμών, καθώς μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την ηλικία, το φύλο ή την εθνικότητα (Magkos et al., 2020).

Σε ένα πιο γενικό πλαίσιο ο υπέρβαρος έχει $25 \leq \text{BMI} < 30$ ή αυτός με σοβαρή παχυσαρκία $\text{BMI} \geq 40$. Υπολογίσθηκαν οι επιπλέον εκπομπές CO_2 από την αύξηση του οξειδωτικού μεταβολισμού, την αυξημένη πρόσληψη τροφής και την αυξημένη χρήση καυσίμου για τη μεταφορά του μεγαλύτερου σωματικού βάρους ενός

άτομου με παχυσαρκία, σε σύγκριση με ένα άτομο φυσιολογικού βάρους (Magkos et al., 2020).

9.2 Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στις εκπομπές CO₂ από τον μεταβολισμό

Όλη η ανθρώπινη ζωή εξαρτάται από τον οξειδωτικό μεταβολισμό από τον οποίο η ενέργεια αποθηκεύεται στα τρόφιμα (λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και αλκοόλ) αλλά και όπως αποθηκεύεται στο σώμα (τριγλυκερίδια του λιπώδους ιστού, γλυκογόνο μυών και ήπατος), και πως εξάγεται κατά την οξείδωση των μακροθρεπτικών συστατικών (που απαιτεί κατανάλωση οξυγόνου) αφού έχει μετατραπεί σε ATP, ένα μόριο που μπορεί να αποθηκεύσει και μεταφέρει χημική ενέργεια σε κύτταρα ενώ η θερμότητα, το νερό και το CO₂ παράγονται ως υποπροϊόντα (Magkos et al., 2020).

Άτομα φυσιολογικού σωματικού βάρους με έναν μεταβολισμό των 9.000 kJ / d παράγουν περίπου 260 mL / min CO₂ κατά μέσο όρο κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 24 ωρών, που ισοδυναμεί με ~ 270 kg / γ CO₂. Η παραγωγή CO₂ (και η κατανάλωση οξυγόνου) είναι υψηλότερη σε άτομα με παχυσαρκία . Αυτό έχει εμφανιστεί επανειλημμένα με τη χρήση 24ωρης έμμεσης θερμιδομετρίας και άλλων τεχνικών όπως η μέθοδος διπλού επισημασμένου ύδατος (Magkos et al., 2020).

Υπάρχουν δύο λόγοι για την αυξημένη ενεργειακή δαπάνη και παραγωγή CO₂ στην παχυσαρκία. Το επιπρόσθετο βάρος που απαιτείται για να μεταβεί κάποιος από την κατάσταση του φυσιολογικού βάρους σώματος στην κατάσταση παχυσαρκίας αποτελείται ~ 75% λίπος (εύρος: 50% - 90%) και ~ 25% άπαχος ιστός σώματος (εύρος: 10% - 50%). Απαιτείται λοιπόν, επιπλέον άπαχη μάζα για την υποστήριξη του μεγαλύτερου σωματικού μεγέθους. Ο άπαχος ιστός είναι μεταβολικά ενεργός και συνεπώς η συνολική ενεργειακή δαπάνη αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση του σωματικού βάρους (Magkos et al., 2020).

Επιπλέον, υπάρχει ένα αυξημένο ενεργειακό κόστος μετακίνησης του επιπλέον βάρους των ατόμων με παχυσαρκία. Μελέτες που έχουν μετρήσει τις συνολικές ενεργειακές δαπάνες χρησιμοποιώντας τη τεχνική διπλής σήμανσης νερού, η οποία περιλαμβάνει πλήρως τα πρότυπα φυσικής δραστηριότητας στην πραγματική ζωή,

έχουν αναφέρει μεγαλύτερη ενεργειακή δαπάνη από 20% έως 42% σε άτομα με παχυσαρκία σε σύγκριση με εκείνα με φυσιολογικό σωματικό βάρος. Μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει θερμιδόμετρα ολοκλήρου δωματίου για τη μέτρηση της συνολικής ενεργειακής δαπάνης του σώματος, έχουν αναφέρει διαφορές σε αυτό το εύρος, πιθανώς επειδή οι ευκαιρίες κίνησης μέσα στον θάλαμο αναπνοής είναι περιορισμένες και δεν αντιπροσωπεύουν πλήρως τις πραγματικές διαφορές στα πρότυπα σωματικής δραστηριότητας μεταξύ ατόμων με και χωρίς παχυσαρκία. Συνολική ενεργειακή δαπάνη της τάξης των 8.439 kJ / ημέρα στους άνδρες και γυναίκες με φυσιολογικό σωματικό βάρος (ΔΜΣ ~ 21) και 10.043 kJ / d σε άτομα με παχυσαρκία (ΔΜΣ ~ 38), δηλαδή μια διαφορά 19% . Επιπλέον εκπομπές CO₂ από ένα άτομο με παχυσαρκία είναι περίπου 81 kg / γ CO₂eq. Το 2015, εκτιμήθηκε ότι 609 εκατομμύρια ενήλικες υπέφεραν από παχυσαρκία παγκοσμίως. Επομένως, η παχυσαρκία θα μπορούσε να είναι περίπου υπεύθυνη για τις υπερβολικές μεταβολικές εκπομπές CO₂:

$609 \text{ εκατομμύρια} \times 81 \text{ kg} = 49,1 \text{ megatons (Mt) CO}_2\text{eq / γ (1 Mt = 1 εκατομμύριο τόννοι) (Magkos et al., 2020)}$. Αυτό ισοδυναμεί με τις συνολικές εκπομπές ορυκτών CO₂ μιας Σκανδιναβικής χώρας όπως η Σουηδία, η Φινλανδία, η Νορβηγία ή η Δανία (45-50 Mt CO₂ eq το 2015) ή για τις μεταβολικές εκπομπές CO₂ 183 εκατομμύρια ατόμων με κανονικό βάρος. Ωστόσο, οι έμμεσες επιπτώσεις που οφείλονται στην κατανάλωση τροφίμων και τη μεταφορά είναι ποσοτικά πολύ πιο σημαντικές (Magkos et al., 2020).

9 .3 Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την παραγωγή φαγητού

Οι ενεργειακές απαιτήσεις της ανθρωπότητας και, στη συνέχεια, η παγκόσμια ζήτηση τροφής, αναμένεται να αυξηθεί όχι μόνο ως συνάρτηση της ανάπτυξης του πληθυσμού αλλά και λόγω του αυξανόμενου σωματικού βάρους . Αυτό πιθανότατα θα οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγή τροφίμων.

Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχθεί ότι η παγκόσμια διαθεσιμότητα τροφίμων έχει αυξηθεί σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από την παγκόσμια ζήτηση τροφίμων κατά

τα τελευταία 40 έως 50 χρόνια, και αναμένεται να συνεχίσει να το κάνει και στο άμεσο μέλλον (Magkos et al., 2020).

Τελικά, αυτό οδηγεί σε σπατάλη περισσότερων τροφίμων και νερού, και έτσι αύξηση των GHG και επιβάρυνση για το περιβάλλον. Έχει εκτιμηθεί ότι η αύξηση του σωματικού βάρους σε παγκόσμια κλίμακα θα μπορούσε να έχει τις ίδιες συνέπειες για τις παγκόσμιες ενεργειακές απαιτήσεις τροφίμων (και σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου) ως επιπλέον μισό δισεκατομμύριο άτομα φυσιολογικού βάρους που ζουν στη Γη. Η αυξανόμενη αναλογία του πληθυσμού με υπερβολικό σωματικό βάρος επηρεάζει την κατανάλωση τροφίμων και ποτών επειδή η υψηλότερη ενεργειακή δαπάνη αυτών των ατόμων προκαλούν αναλογική αύξηση στις ενεργειακές απαιτήσεις για τη διατήρηση του μεγαλύτερου σωματικού τους βάρους.

Η περιεκτικότητα σε θερμίδες της διατροφής είναι καθοριστικός παράγοντας για το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα. Τα άτομα με παχυσαρκία καταναλώνουν κατά μέσο όρο ~ 30% περισσότερη ενέργεια σε τρόφιμα και ποτά. Κατά συνέπεια, αυτό προκαλεί αύξηση των εκπομπών CO₂, CH₄ και N₂O από τρόφιμα, από καλλιέργειες, και από την κτηνοτροφία. Έχει εκτιμηθεί ότι, η κάθε θερμίδα (1 kcal ή 4,184 kJ), της ποσότητας των παραγόμενων τροφίμων και ποτών, συμπεριλαμβανομένης της ποσότητας σπατάλης (~ 30% της συνολικής παραγωγής), ευθύνεται για 2,21 g που εκπέμπεται σε GHG (σε CO₂ eq) (Magkos et al., 2020).

Η μέση ημερήσια πρόσληψη ενέργειας ενός άνδρα ή γυναίκας με σταθερό βάρος χωρίς παχυσαρκία είναι ~ 10.000 kJ / d (~ 2.450 kcal / d), το οποίο στη συνέχεια θα συνεισφέρει ~ 5,5 kg / d CO₂ eq ή ~ 2 τόνοι / έτος CO₂ eq. Υποθέτοντας ότι η διαίτα ενός ατόμου με παχυσαρκία παρέχει ~ 30% περισσότερες θερμίδες (δηλαδή, ~ 13.000 kJ / d), οι σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα ήταν ~ 2,6 τόνοι / έτος CO₂ eq, δηλαδή, 593 kg / γ CO₂ eq περισσότερο από αυτά ενός φυσιολογικού ατόμου (Magkos et al., 2020). Η εκτίμηση θα ήταν τότε ότι, σε παγκόσμια κλίμακα, η παχυσαρκία είναι υπεύθυνη για υπερβολικές εκπομπές CO₂ λόγω μεγαλύτερης κατανάλωσης τροφίμων και ποτών (609 εκατομμύρια άτομα × 593 kg / γ = 361 Mt / γ CO₂ eq). Αυτή η εκτίμηση είναι κάπως χαμηλότερη από αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως (επιπλέον 736 kg / γ ανά άτομο ή ~ 448 Mt / γ CO₂ eq για όλα τα άτομα με παχυσαρκία) και μπορεί να διαφέρουν κάπως σε διαφορετικές περιοχές

του κόσμου, λόγω των διαφορών στην αποτελεσματικότητα της παραγωγής θερμίδων ανά μονάδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αλλά εξακολουθεί να είναι συγκρίσιμη με τις συνολικές εκπομπές CO₂ (Magkos et al., 2020).

9.4 Επιρροή διατροφής στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η παραγωγή τροφίμων αποτελεί σημαντικό παράγοντα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, χρήσης νερού και γης. Ακόμη, οι διατροφικοί παράγοντες κινδύνου συμβάλλουν στις μη μεταδοτικές ασθένειες. Αλλαγές στη διατροφή μπορούν, συνεπώς, δυνητικά να προσφέρουν οφέλη τόσο για το περιβάλλον όσο και για την υγεία.

Ωστόσο, υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το μέγεθος αυτών των επιπτώσεων, και των αλλαγών που είναι αναγκαίες για την επίτευξή τους. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η χρήση γης και η χρήση νερού, με την αλλαγή των σημερινών διαιτητικών προσλήψεων σε περιβαλλοντικά βιώσιμα διατροφικά πρότυπα, μελετήθηκαν με αποτελέσματα σε μείωση έως και το 70-80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και 50% της χρήσης νερού να είναι δυνατές με την υιοθέτηση βιώσιμων διατροφικών προτύπων (Aleksandrowicz et al., 2016).

Οι διαιτητικές αλλαγές απέφεραν επίσης μέτρια οφέλη στον κίνδυνο θνησιμότητας όλων των αίτιων. Υπάρχει ανάγκη να περιοριστεί η χρήση των φυσικών πόρων και να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη σε λιγότερο από 2°C, παρέχοντας παράλληλα μια θρεπτική διατροφή σε έναν αυξανόμενο και μεταβαλλόμενο παγκόσμιο πληθυσμό. Η γεωργία είναι υπεύθυνη για έως και το 30% των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου, περίπου το 70% της χρήσης γλυκού νερού, και καταλαμβάνει περισσότερο από το ένα τρίτο όλων των δυνητικά καλλιεργούμενων εκτάσεων, με κυριότερη βάση των περιβαλλοντικών αλλαγών τα ζωικά τρόφιμα (Aleksandrowicz et al., 2016).

Οι επιπτώσεις αυτές παρουσιάζουν προκλήσεις για τη βελτίωση της παγκόσμιας ανάπτυξης, επιδεινώνοντας την κλιματική αλλαγή, οδηγώντας στην απώλεια βιοποικιλότητας, την υποβάθμιση του εδάφους, και την αυξανόμενη έλλειψη

γλυκού νερού. Ταυτόχρονα, οι διατροφικοί παράγοντες κινδύνου συμβάλλουν στο βάρος των μη μεταδοτικών ασθενειών μέσω της ανεπαρκούς πρόσληψης φρούτων, λαχανικών, ξηρών καρπών, σπόρων, και διαιτητικών ινών, καθώς και υψηλή κατανάλωση κόκκινου και μεταποιημένου κρέατος.

Το Ίδρυμα Ροκφέλερ-Lancet στην Επιτροπή για την Πλανητική Υγεία πρότεινε ότι είναι σημαντικές οι διατροφικές αλλαγές για τη βελτίωση της υγείας και την μείωση των περιβαλλοντικών παραγώνων της παραγωγής τροφίμων. Ορίζει βιώσιμες δίαιτες, αυτές που είναι υγιεινές, έχουν χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο και είναι πολιτιστικά αποδεκτές. Έχουν προταθεί διάφορα βιώσιμα διατροφικά πρότυπα, συμπεριλαμβανομένων των χορτοφαγικών και μεσογειακών, καθώς και σύμφωνα με τις εθνικές διατροφικές συστάσεις. Τέτοιες δίαιτες μπορεί να παρέχουν υγεία και περιβαλλοντικά οφέλη λόγω μερικής αντικατάστασης ζωικών προϊόντων με φυτικές τροφές, και, ως εκ τούτου, η υιοθέτηση βιώσιμων διαιτολογίων μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (ΣΒΑ).

10. Διατροφικά πρότυπα και περιβάλλον

Η παρακάτω έρευνα έδειξε ότι μειώσεις πάνω από το 70% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της χρήσης γης, και 50% της χρήσης του νερού, θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τη μετατόπιση από τις τυπικές δυτικές δίαιτες σε πιο περιβαλλοντικά βιώσιμα διατροφικά πρότυπα (Hoekstra et al., 2011).

10.1 Αποτύπωμα νερού μιας κρεατοφαγικής σε σχέση με μια χορτοφαγική διαίτα

Οι διατροφικές συνήθειες επηρεάζουν σημαντικά το συνολικό αποτύπωμα νερού των ανθρώπων. Στις βιομηχανικές χώρες, η μέση κατανάλωση θερμίδων είναι περίπου 3.400 kcal / ημέρα (FAO, 2011) και περίπου το 30% αυτών προέρχεται από ζωικά προϊόντα. Όταν υποθέτουμε ότι το μέσο ημερήσιο τμήμα των ζωικών προϊόντων είναι ένα μείγμα βοείου κρέατος, χοιρινού κρέατος, πουλερικών, αυγών και γαλακτοκομικών προϊόντων υπολογίζεται ότι 1 kcal ζωικού προϊόντος απαιτεί περίπου 2,5 L νερό (Hoekstra et al., 2011).

Τα προϊόντα φυτικής προέλευσης, από την άλλη πλευρά, απαιτούν περίπου 0,5 λίτρο νερού / kcal, αυτή τη φορά υποθέτοντας ένα μείγμα δημητριακών, καρπών, ριζών, φρούτων και λαχανικών. Υπό αυτές τις συνθήκες, η παραγωγή του φαγητού για μια ημέρα κοστίζει 3.600 L νερού. Για τη χορτοφαγική διατροφή, υποθέτουμε ότι ένα μικρότερο κλάσμα είναι ζωικής προέλευσης (όχι μηδέν, γιατί γαλακτοκομικά προϊόντα εξακολουθούν να καταναλώνονται) αλλά διατηρούν όλους τους άλλους παράγοντες ίσους (Hoekstra et al., 2011).

Πίνακας 3: αποτύπωμα νερού μιας διατροφής με κρέας και μιας χορτοφαγικής (Hoekstra et al., 2011)

αντικείμενο	διατροφή κρέατος			χορτοφαγική διατροφή		
	kcal/day	L/kcal	L/day	kcal/day	L/kcal	L/day
ζωική προέλευση	950	2,5	2.375	300	2,5	750
φυτική προέλευση	2.450	0,5	1.225	3.100	0,5	1.550
σύνολο	3.400		3.600	3.400	-	2.300

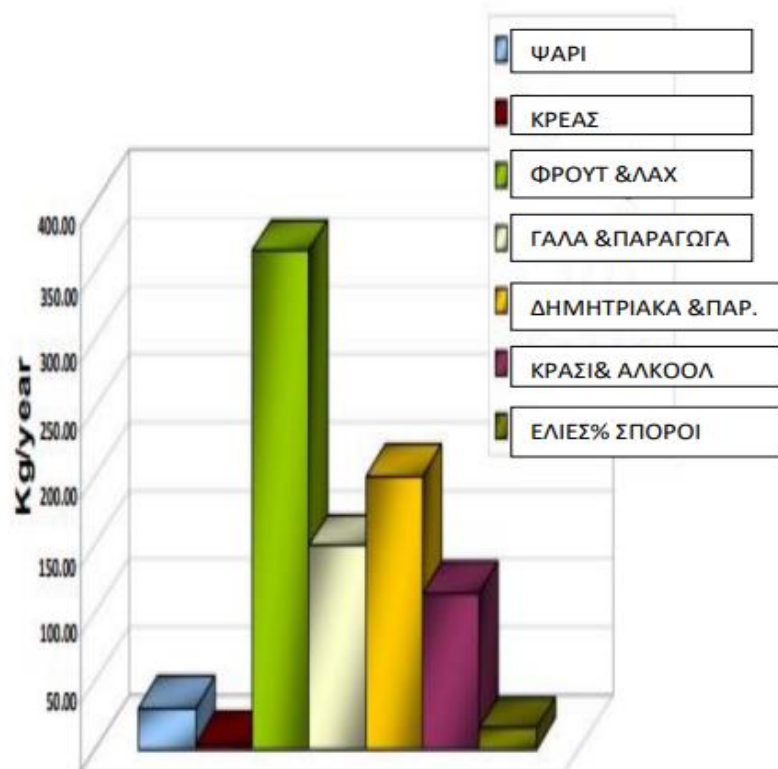
Αυτό μειώνει το αποτύπωμα νερού που σχετίζεται με τα τρόφιμα σε 2.300 L / ημέρα, πράγμα που σημαίνει μια μείωση 36% (Hoekstra et al., 2011). Από τις παραπάνω τιμές, είναι προφανές ότι οι καταναλωτές μπορούν να μειώσουν το αποτύπωμά τους στο νερό μειώνοντας τον όγκο κατανάλωσης κρέατος. Εναλλακτικά (ή επιπλέον), ωστόσο, οι καταναλωτές μπορούν να μειώσουν το αποτύπωμα τους σε νερό με το να είναι πιο επιλεκτικοί στην επιλογή του κομματιού του κρέατος που διαλέγουν. Τα κοτόπουλα έχουν χαμηλότερο αποτύπωμα νερού από τις αγελάδες και το βόειο κρέας (Hoekstra et al., 2011).

11. Διατροφικό πρότυπο Μεσογειακής διατροφής

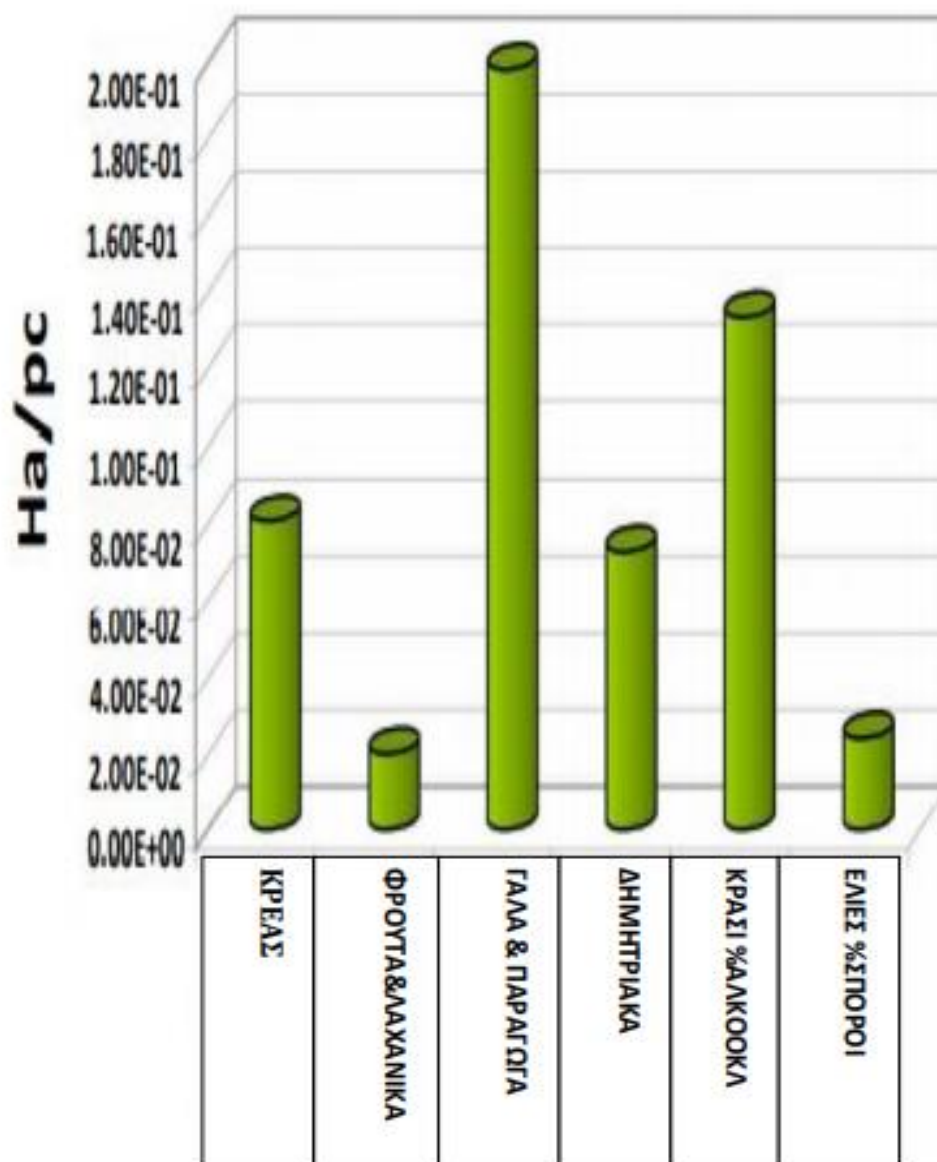
Η μέση ετήσια κατανάλωση τροφίμων (κύρια τρόφιμα) από ένα άτομο που ακολουθεί Μεσογειακή διατροφή χαρακτηρίζεται από ένα μέσο όρο καθημερινής ενεργειακής απαίτησης 2600 kcal (Ferro-Luzzi και Branca, 1995; Ticca et al., 2003). Όταν εφαρμόζεται η μέθοδος οικολογικού αποτυπώματος, η κατανάλωση μεταφράζεται σε αριθμό εκταρίων γης που απαιτείται για την παραγωγή των ίδιων των τροφίμων. Βρίσκεται, για παράδειγμα, ότι η συνολική έκταση της γης που απαιτείται για την μέση κατανάλωση φρούτων, λαχανικών και όσπριων φτάνουν περίπου τα 0,017 εκτάρια, ενώ τον αριθμό των εκταρίων που απαιτούνται για την κατανάλωσης κρέατος είναι περίπου 0,078 εκτάρια. Το ελαιόλαδο που καταναλώνεται απαιτεί 0,02 εκτάρια εδάφους, ενώ μια πολύ υψηλότερη τιμή βρέθηκε για την κατανάλωση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, περίπου 0,193 εκτάρια. Επίσης, η «εικονική» περιοχή της γης που απαιτείται για να απορροφηθεί το CO₂ που εκπέμπεται από το γάλα και την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων αποτελεί μία από τις υψηλότερες τιμές, 0,0182 εκτάρια. Η περιοχή γης που απαιτείται για την απορρόφηση του CO₂ που εκπέμπεται στην παράγωγη ελαιόλαδου είναι πολύ χαμηλή, λιγότερο από 0,001 εκτάρια. Για κάθε κατηγορία τροφίμων, φαίνεται επίσης το οικολογικό αποτύπωμα αθροίζοντας και τις δύο συνεισφορές, η μια η οποία οφείλεται στην έκταση της γης που υποστηρίζει την παραγωγή τροφίμων και την άλλη που απαιτείται για την απορρόφηση του CO₂ (Marco et al., 2011).

Όπως φαίνεται, η κατηγορία τροφίμων που αντιστοιχεί στα ψάρια έχει παραλειφθεί, καθώς το οικολογικό του αποτύπωμα είναι πολύ υψηλότερο από όλα τα άλλα. Ο λόγος για τον οποίο το οικολογικό αποτύπωμα που υπολογίζεται για τα ψάρια συχνά χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλότερες τιμές από ό, τι για τις άλλες κατηγορίες είναι ότι δεν αναφέρονται σε εκτάρια γης αλλά εκτάρια επιφάνειας της θάλασσας.

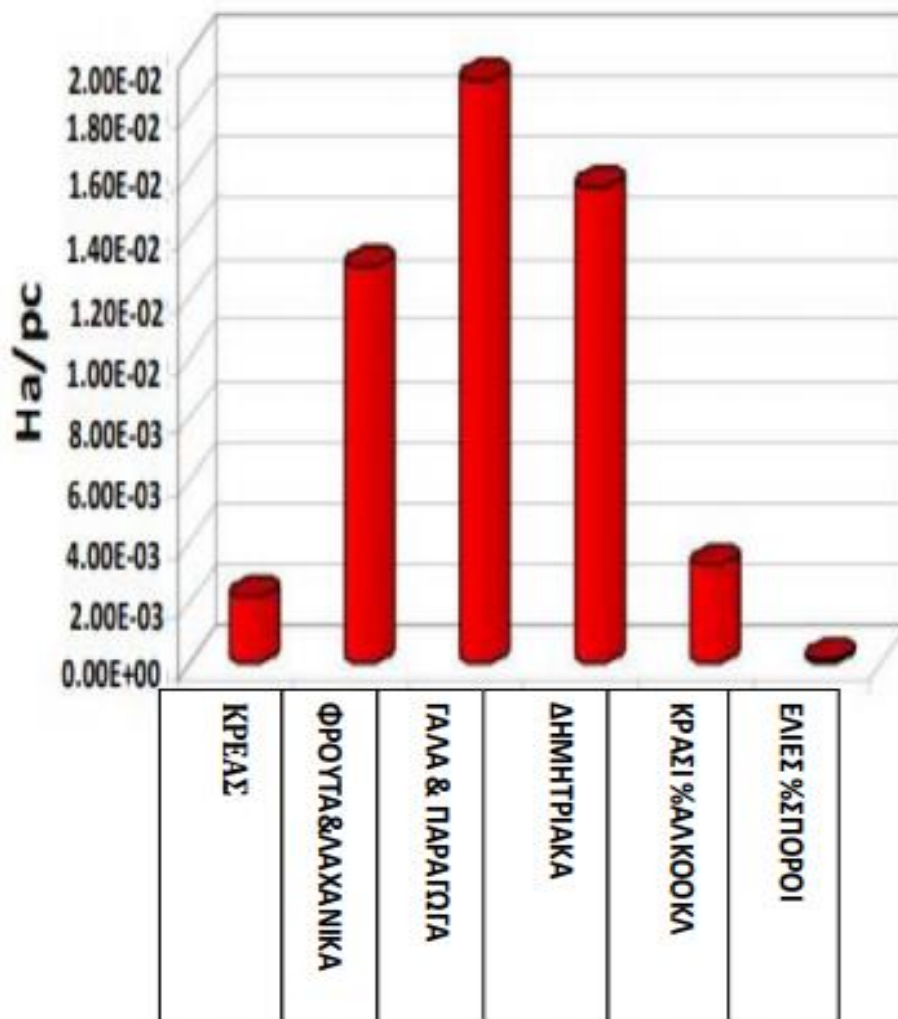
Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αλιεία με τα σκάφη καλύπτει μια πολύ μεγαλύτερη περιοχή της θάλασσας ώστε να αποκτηθεί μια αλίευση που είναι ποσοτικά ισοδύναμη με αλλά τρόφιμα, σε σχέση με το βάρος. Το οικολογικό αποτύπωμα του ψαριού έχει μια τιμή συγκρίσιμη με εκείνη άλλου τροφίμου μόνο εάν η κατανάλωση ψαριών διατηρείται πολύ χαμηλότερη από άλλα τρόφιμα: αυτή η τιμή είναι προφανώς ακόμη χαμηλότερη από αυτή που αντιστοιχεί στη Μεσογειακή διατροφή, όπως στην παρούσα περίπτωση.



Διάγραμμα 2: ιστόγραμμα μέσης ετήσιας κατανάλωσης βασικών τροφίμων σε Kg / year στην Μεσογειακή διατροφή, σε μια δίαιτα 2000 kcal / day (Marco et al., 2011)



Διάγραμμα 3: Ραβδόγραμμα με το οικολογικό αποτύπωμα παραγωγής τροφής (Marco et al., 2011)



Διάγραμμα 4: Ραβδόγραμμα με το οικολογικό αποτύπωμα παραγωγής τροφής μεταφρασμένο σε απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα για την κατανάλωση 2600 kcal/day (Marco et al., 2011)

11.1 Μεσογειακή διατροφή και μοντέλα διατροφής ΗΠΑ και Τσεχίας

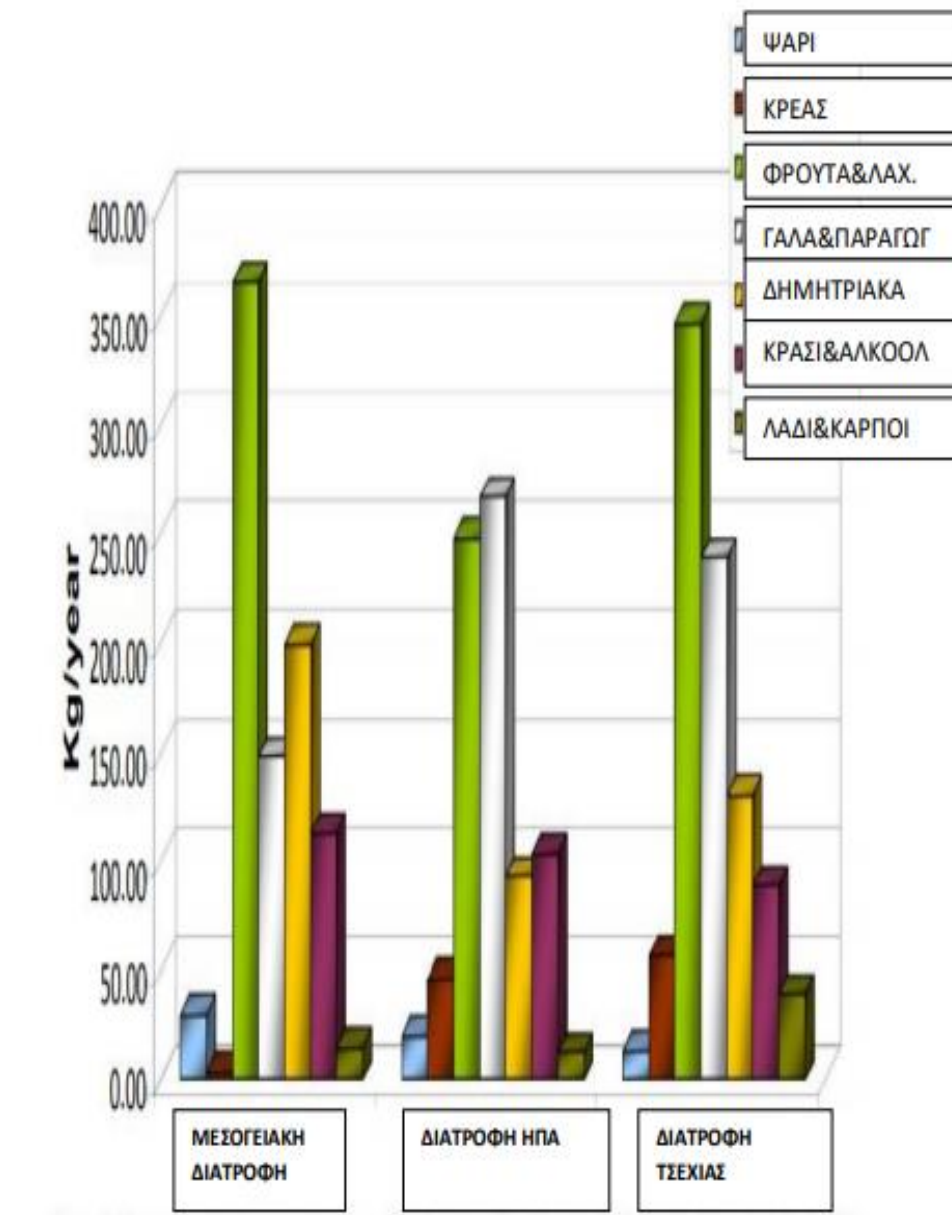
Η μεσογειακή διατροφή αντιπροσωπεύει ένα υγιές μοντέλο διατροφής για την πρόληψη πολλών χρόνιων εκφυλιστικών ασθενειών. Σε σύγκριση με τις δίαιτες των ΗΠΑ και της Τσεχίας, όσον αφορά το οικολογικό αποτύπωμα, προκύπτει ότι η μεσογειακή διατροφή συνεπάγεται χαμηλότερο περιβαλλοντικό κόστος και μεγαλύτερη βιωσιμότητα.

Οι διατροφικές επιλογές που βασίζονται στη Μεσογειακή διατροφή απαιτούν σημαντικά χαμηλότερη χρήση γεωργικής γης σε σύγκριση με τα άλλα δύο πρότυπα διατροφής (ΗΠΑ, Τσεχία). Επιπλέον, επειδή αυτή η δίαιτα συνήθως προωθεί την κατανάλωση τοπικών προϊόντων, η μεσογειακή διατροφή απαιτεί λιγότερα εκτάρια γης και ατμοσφαιρικού CO₂, λόγω της μειωμένης χρήσης καυσίμου για μεταφορά. Συνολικά, κατά μέσο όρο, ένα άτομο που ακολουθεί την Μεσογειακή διατροφή δημιουργεί ένα οικολογικό αποτύπωμα που είναι 1,33 φορές μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο μοντέλο των ΗΠΑ και 1,28 φορές μικρότερο σε σχέση με το αυτό της Τσεχίας (Marco et al., 2011).

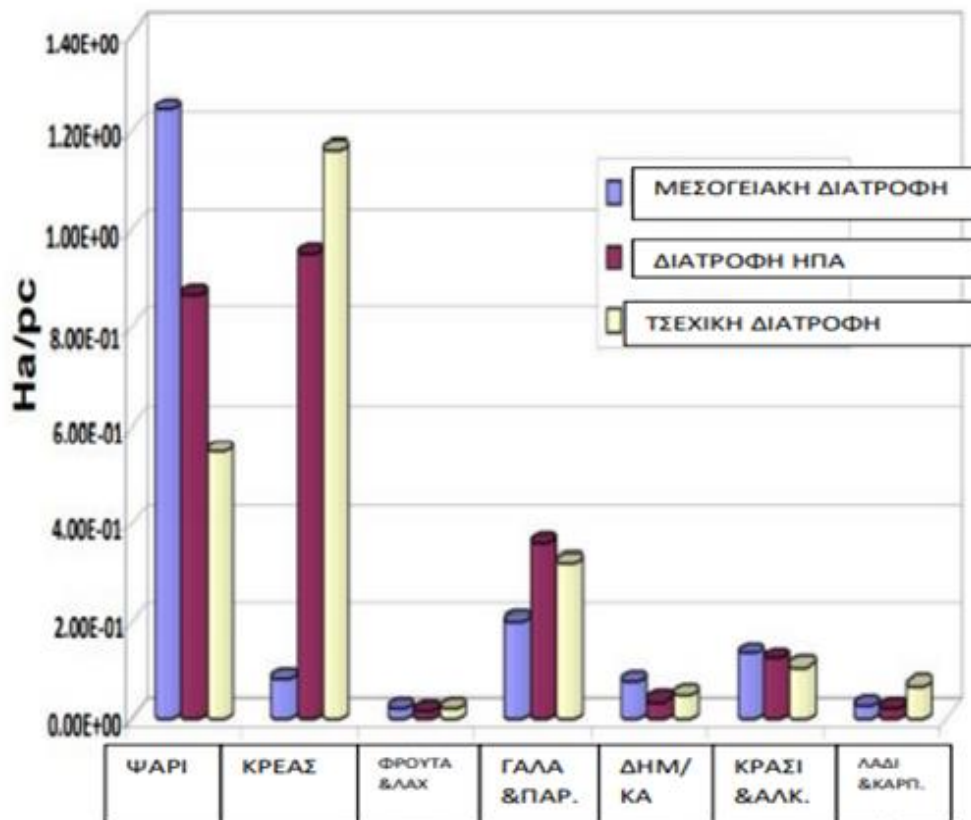
Από τη φύση της, η μεσογειακή διατροφή τείνει να ευνοεί την κατανάλωση τοπικά διαθέσιμων εποχιακών προϊόντων. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνει αισθητά την ποσότητα CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ακόμη, στη μεσογειακή διατροφή, η ποσότητα των πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης αντιπροσωπεύει μόνο το 1/3 των συνολικών πρωτεϊνών. Αυτό οφείλεται στη σχετικά μέτρια ποσότητα κρέατος στη διατροφή. Η κατανάλωση κόκκινου κρέατος περιορίζεται σε 5 έως 6 γεύματα ανά μήνα, και παρόλο που η κατανάλωση λευκού κρέατος και ψαριών είναι σίγουρα πιο συχνή, συνολικά η κατανάλωση κρέατος και ψαριών δεν υπερβαίνει την μια μερίδα ανά ημέρα. Επίσης, τα αυγά καταναλώνονται με μέτρο (3 έως 4 την εβδομάδα) συμπεριλαμβανομένων των αυγών που περιέχονται σε γλυκά ή μεταποιημένα τρόφιμα (Marco et al., 2011).

Επιπλέον, όσον αφορά το μαγείρεμα και τα καρυκεύματα, το ελαιόλαδο και τα φυτικά έλαια, προτιμώνται από την μαργαρίνη και το βούτυρο. Οι περισσότερες από τις πρωτεΐνες στη μεσογειακή διατροφή είναι φυτικής προέλευσης. Από αυτή την άποψη, τα όσπρια παίζουν ένα κρίσιμο ρόλο. Η επιλογή αυτής της δίαιτας θα σήμαινε μια ορισμένη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα οικοσυστήματα, με συνέπεια την ενίσχυση της κοινωνικοπεριβαλλοντικής ισορροπίας (Baroni et al., 2007).

Για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού φόρτου της μεσογειακής διατροφής, του οικολογικού αποτυπώματος και του δείκτη οικολογικής βιωσιμότητας, μετρήθηκαν πόσες μονάδες γης και νερού χρειάζονται για να παράγουν τους πόρους που καταναλώνουν και πόσες για να απορροφήσουν το CO₂ που παράγεται (Marco et al., 2011).



Διάγραμμα 5: σύγκριση μεταξύ ετήσιας κατανάλωσης βασικών ομάδων τροφίμων στην μεσογειακή, στην δίαιτα των ΗΠΑ και στην δίαιτα της Τσεχίας, με ημερήσια κατανάλωση 2600 kcal (Marco et al., 2011)



Διάγραμμα 6: Ιστόγραμμα σύγκρισης οικολογικών υποτυπωμάτων τροφής. Η κατανάλωση έχει υπολογιστεί για τρία άτομα με μέση κατανάλωση 2600 kcal/day της Μεσογειακής, Τσέχικης και διατροφής πρότυπου ΗΠΑ (Marco et al., 2011)

11.2 Μεσογειακή διατροφή και περιβάλλον

Τα τρόφιμα παράγονται, μεταποιούνται, διανέμονται και καταναλώνονται. Οι δράσεις αυτές έχουν συνέπειες τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον. Επιπλέον, η παραγωγή τροφίμων είναι αναπόφευκτα υπεύθυνη για περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ιδιαίτερα σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, τη χρήση νερού, τις τοξικές εκπομπές και εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG), όπως CO₂,

CH₄ και N₂O, τα οποία είναι υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η γεωργία είναι ένας από τους κύριους συντελεστές στις εκπομπές που αναφέρθηκαν, ενώ άλλα μέρη του συστήματος τροφίμων συμβάλλουν στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων στην επεξεργασία, μεταφορά, λιανικό εμπόριο, αποθήκευση και προετοιμασία (Sález-Almendros et al., 2013). Τα είδη διατροφής διαφέρουν σημαντικά στα περιβαλλοντικά τους αποτυπώματα, και μπορούν να μετρηθούν σε όρους κατανάλωσης ενέργειας, γεωργικής χρήσης γης, κατανάλωσης νερού ή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου . Οι τροφές με βάση τα ζώα είναι μακράν ο μεγαλύτερος ρυπαντής και χρήσης ενέργειας σε σύγκριση με τα τρόφιμα γεωργικής προέλευσης (Sález-Almendros et al., 2013). Έτσι, τα διατροφικά πρότυπα μπορούν ουσιαστικά να ποικίλουν στην κατανάλωση πόρων και τον επακόλουθο αντίκτυπο στο περιβάλλον, καθώς και στην υγεία ενός δεδομένου πληθυσμού. Δυστυχώς, οι τρέχουσες δίαιτες σε χώρες της Μεσογείου απομακρύνονται από την παραδοσιακή MDP. Αυτό οφείλεται στην ευρεία διάδοση μιας κουλτούρας δυτικού τύπου, με την παγκοσμιοποίηση της παραγωγής και της κατανάλωσης τροφίμων, που σχετίζεται με την ομογενοποίηση των διατροφικών συμπεριφορών στη σύγχρονη εποχή (Sález-Almendros et al., 2013). Οι έννοιες της βιώσιμης διατροφής και της ανθρώπινης οικολογίας έχουν παραμεληθεί υπέρ της εντατικοποίησης και της εκβιομηχάνισης των γεωργικών συστημάτων (Sález-Almendros et al., 2013). Η αυξανόμενη ανησυχία για την ασφάλεια των τροφίμων έχει παρακινήσει το ενδιαφέρον για αειφόρα τρόφιμα, ιδίως στη Περιοχή της Μεσογείου (Sález-Almendros et al., 2013).

11.3 Πρότυπα κατανάλωσης μεσογειακών τροφίμων

Σύμφωνα με τον FAO, η διατροφική ενέργεια στη Μεσόγειο κυμαίνεται από 2176 στην Παλαιστίνη έως 3694 kcal / ημέρα ανά άτομο στην Ελλάδα. Γενικά, η διατροφική ενέργεια είναι υψηλότερη σε χώρες της βόρειας Μεσογείου. Το μερίδιο της φυτικής ενέργειας στη διατροφή, δημητριακά, φυτικά έλαια (συμπεριλαμβανομένων ελαιόλαδου), ρίζες και κόνδυλοι, φρούτα και όσπρια, στη Μεσόγειο είναι γενικά υψηλότερο από 50% και κυμαίνεται από 80,7% στην Αίγυπτο σε 46,6% στην Κύπρο. Γενικά, αυτό το μερίδιο είναι υψηλότερο από ό, τι

στη βόρεια και την κεντρική Ευρώπη και Βόρεια Αμερική (π.χ. ΗΠΑ) (Aboussaleh et al., 2017).

Σε γενικές γραμμές, είναι υψηλότερο στις ανατολικές και νότιες χώρες της Μεσόγειου ενώ ενδιάμεσες τιμές καταγράφονται στα Βαλκάνια. Το μεγαλύτερο μερίδιο της φυτικής ενέργειας προέρχεται από δημητριακά (από 21,5% στην Ισπανία σε 63,7% στην Αίγυπτο)(Aboussaleh et al., 2017).

11.4 Βιοποικιλότητα και ποικιλία φυτών που καταναλώνονται στη Μεσόγειο

Το μεσογειακό λεκανοπέδιο βιοποικιλότητας είναι το πλουσιότερο στον κόσμο όσον αφορά τη βιοποικιλότητα των φυτών του . Εμφανίζονται περίπου 30.000 είδη φυτών, και περισσότερα από 13.000 είδη είναι ενδημικά. Η βιοποικιλότητα της λεκάνης της Μεσογείου είναι ένα κέντρο ενδημικών φυτών, με το 10% των παγκόσμιων φυτών. Περίπου το ένα τρίτο των τροφίμων που χρησιμοποιείται από την ανθρωπότητα προέρχεται από την κλιματική περιοχή της Μεσογείου, αν όχι αυστηρά από την γεωγραφικής λεκάνη(Aboussaleh et al., 2017).

Κριθάρι, σιτάρι, βρώμη, ελιές, σταφύλια, αμύγδαλα, σύκα, χουρμάδες, μπιζέλια και άλλα αναρίθμητα φρούτα, λαχανικά και φαρμακευτικά ή αρωματικά βότανα προέρχονται από άγρια φυτά που βρίσκονται στην Περιοχή της Μεσογείου.

Στην περιοχή της Μεσογείου, δημιουργήθηκε μια δίαιτα εδώ και αιώνες που είναι μοναδική λόγω της τεράστιας ποικιλομορφίας της. Ακόμα και στην Μεσόγειο, σημαντικές διατροφικές διαφορές παρατηρούνται. Για παράδειγμα, στην Ιταλία, τα δημητριακά, η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών είναι υψηλότερη στο νότιο τμήμα της χώρας. Ο διατροφικός πολυμορφισμός σε περιοχές της Μεσογείου αντανακλά εν μέρει θρησκευτικές και πολιτισμικές διαφορές (Aboussaleh et al., 2017).

Τα τοπικά τρόφιμα αντιπροσωπεύουν έναν τύπο αμοιβαίας αλληλεπίδρασης μεταξύ της διαθεσιμότητας στα τοπικά αναπτυσσόμενα και βρώσιμα φυτά, και τις διατροφικές απαιτήσεις και ανάγκες των πληθυσμών. Σε γενικές γραμμές, άγριες ποικιλίες τείνουν να είναι πλουσιότερες σε μικροθρεπτικά συστατικά και βιοδραστικές δευτερογενείς μεταβολίτες από τις καλλιεργημένες. Η εθνοβοτανική

έρευνα εντόπισε περίπου 2300 διαφορετικά είδη φυτών και μυκήτων που συλλέγονται και καταναλώνονται στη Μεσόγειο (Aboussaleh et al., 2017).

11.5 Διατροφικά οφέλη για την υγεία από την Μεσογειακή διατροφή

Οι άνθρωποι που ακολουθούν το μεσογειακό διατροφικό πρότυπο (MDP) συμμορφώνονται καλύτερα στις προσλήψεις των συνιστώμενων θρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών. Η μεγάλη ποικιλία από τροφές στην MD ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ελλείψεων θρεπτικών συστατικών (Aboussaleh et al., 2017).

Τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης αντιπροσωπεύουν τον πυρήνα της MD και παρέχουν βασικά θρεπτικά συστατικά, φυτικές ίνες και προστατευτικές ουσίες που συμβάλλουν στη γενική ευεξία, τον κορεσμό και τη διατήρηση μιας ισορροπημένης διατροφής.

Τα οφέλη για την υγεία της MD γνωστοποιήθηκαν στο κοινό με τη μελέτη Seven Countries με επικεφαλής τον Ancel Keys. Τα πρώτα αποτελέσματα της μελέτης των επτά χωρών σε 763 άτομα ηλικίας 40-59 ετών, σε δεκαέξι ομάδες επτά χωρών (ΗΠΑ, Φινλανδία, Ολλανδία, Ιταλία, πρώην Γιουγκοσλαβία (Κροατία και Σερβία), Ελλάδα και Ιαπωνία), ήταν ότι η συνολική θνησιμότητα και ιδιαίτερα η θνησιμότητα για χρόνιες εκφυλιστικές ασθένειες ήταν υψηλότερη σε χώρες που κατανάλωναν μια τυπική δυτικοποιημένη διατροφή, και, αντίθετα, οι χώρες που καταναλώνουν μια τυπική MD είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά θνησιμότητας (Κάτοικοι της Νότιας Ευρώπης και Περιοχές της Βόρειας Αφρικής που περιβάλλουν τη Μεσόγειο) (Y. Aboussaleh et al., 2017).

Οι περιοχές κοντά σε θάλασσα έχουν μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής και χαμηλότερο κίνδυνο χρόνιων ασθενειών από ό, τι σε άλλες περιοχές του κόσμου. Η κατανάλωση MD έχει ποικίλα οφέλη για την υγεία, για τις καρδιαγγειακές ασθένειες και τον διαβήτη (Aboussaleh et al., 2017).

Οι κύριοι βιοπαθοφυσιολογικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικά και αντιφλεγμονώδη συστατικά των τροφίμων που περιλαμβάνονται στο MDP.

Τρόφιμα που τρώγονται στην περιοχή της Μεσογείου είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά, καρκινοειδή, μονοακόρεστα λίπη, φυτοχημικά κλπ. Οι ελιές και το

ελαιόλαδο αποτελούν βασικό συστατικό της MD. Τα οφέλη του ελαιολάδου αποδίδονται κυρίως στο υψηλό επίπεδο ελαϊκού οξέος καθώς και τα ισχυρά φαινολικά αντιοξειδωτικά. Τα αντιοξειδωτικά και οι πολυφαινόλες από το ελαιόλαδο, εκτός από τη βιταμίνη E και τη βιταμίνη C, φαίνεται να μειώνουν την εμφάνιση των παραπάνω νόσων και του καρκίνου. Το παρθένο ελαιόλαδο έχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολών και είναι πηγή τριάντα φαινολικών ενώσεων . Το ελαιόλαδο είναι ένα κρίσιμο συστατικό της MD, όχι μόνο για τις θρεπτικές επιδράσεις του, αλλά και για τα αθροιστικά οφέλη των τροφίμων που συνήθως παρασκευάζονται με ελαιόλαδο (Aboussaleh et al., 2017).

11.6 Περιβαλλοντικά αποτυπώματα του Μεσογειακού πρότυπου

Το μεσογειακό EF της κατανάλωσης είναι πάντα υψηλότερο από το EF της παραγωγής. Το αποτύπωμα άνθρακα από μόνο του είναι γενικά υψηλότερο από τη βιολογική ικανότητα. Σε γενικές γραμμές, οι χώρες της Βόρειας Μεσογείου έχουν ένα υψηλότερο EF σε σχέση με τη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Το EF της παραγωγής και της κατανάλωσης καθώς και το αποτύπωμα άνθρακα των χωρών της Βόρειας Αμερικής είναι υψηλότερο από ό, τι στις χώρες της Μεσογείου. Το EF της καλλιεργήσιμης γης είναι το υψηλότερο στις Μεσογειακές χώρες (Aboussaleh et al., 2017).

Σε γενικές γραμμές, το κατά κεφαλήν EF στη Μεσόγειο αυξήθηκε την περίοδο 1961-2007, ενώ η βιολογική ικανότητα μειώθηκε, άρα το οικολογικό έλλειμμα αυξήθηκε (Aboussaleh et al., 2017). Κατά μέσο όρο, το EF αυξήθηκε κατά 47, 4%, ενώ η παραγωγική ικανότητα μειώθηκε κατά 36,4%. Οι μεσογειακές χώρες έχουν ζήτηση στον πλανήτη: κατά μέσο όρο χρειάζονται 2 χρόνια και 3 μήνες για αναγέννηση των πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, ενώ χρειάζονται 3 χρόνια και 4 μήνες για την αναγέννηση των πόρων που χρησιμοποιούνται για την κατανάλωση (Aboussaleh et al., 2017)

Το κόκκινο κρέας είναι το φαγητό με τη μεγαλύτερη οικολογική επίδραση, ενώ τα φρούτα και τα λαχανικά έχουν σαφώς περιορισμένο αντίκτυπο. Ο τομέας της

κτηνοτροφίας είναι σημαντικός παράγοντας αποψίλωσης, υποβάθμισης της γης, ρύπανσης, κλιματικής αλλαγής, διάβρωσης κ.λπ.

Στη Μεσόγειο, οι υδάτινοι πόροι είναι περιορισμένοι και η κατανομή άνιση. Η προμήθεια τροφίμων μεταφράζεται άμεσα σε κατανάλωση νερού. Απαιτήσεις νερού για εγκαταστάσεις και ζωικά προϊόντα διαφέρουν πολύ. Χώρες της Βόρειας Μεσόγειου έχουν υψηλότερο αποτύπωμα νερού κατανάλωσης ανά έτος και κατά κεφαλή (2279 m³) σε σύγκριση με την Βόρεια Αφρική (1892 m³), τα Βαλκάνια (1708 m³) και την Μέση Ανατολή (1656 m³) (Aboussaleh et al., 2017)

Το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης νερού οφείλεται στην κατανάλωση γεωργικών προϊόντων (μέσος όρος είναι περίπου το 91% του συνολικού αποτυπώματος νερού κατανάλωσης):

96% στη Βόρεια Αφρική, 93% στη Μέση Ανατολή, 82% το 2009 στα Βαλκάνια και 91% στη Βόρεια Μεσόγειο (Aboussaleh et al., 2017)

12 : Οικολογικό αποτύπωμα διατροφής σε Μεσόγειο, Τσεχία και ΗΠΑ

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι μια μέθοδος που μετρά πόση γη και θάλασσα χρησιμοποιείται από έναν δεδομένο πληθυσμό ή δραστηριότητα (εικονική περιοχή) και συγκρίνεται το με το πραγματικά διαθέσιμο έδαφος και θάλασσα (πραγματική περιοχή) (Wackernagel et al., 1997; Kitzes and Wackernagel, 2009) (Ascione et al., 2012).

Πίνακας 4 : παραγωγή οικολογικού αποτυπώματος προϊόντων (Ascione et al., 2011)

αντικείμενο	τιμή (kg/ha)	αναφορές
εισαγόμενα (με ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα κλάσματα)		
CO ² που απελευθερώνεται από την καύση καυσίμων	5.58E+03	υπολογισμός από τα δεδομένα ενεργειακής έντασης
CO ² που απελευθερώνεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	5.58E+03	υπολογισμός από τα δεδομένα ενεργειακής έντασης
κύρια είδη διατροφής		
ψάρι	24	Wackernagel and Rees (1997)
κρέας	49	Wackernagel and Rees (1997)
φρούτα και λαχανικά	18.000	Wackernagel and Rees (1997)
γάλα, τυρί και άλλα παράγωγα	749	Wackernagel and Rees (1997)

δημητριακά και παράγωγα	2744	Wackernagel and Rees (1997)
οίνος και αλκοολικά ποτά	850	υπολογισμός από την ISTAT
ελαιόλαδα και σπορέλαια	600	υπολογισμός από την ISTAT

Το οικολογικό αποτύπωμα που αντιστοιχεί σε κάθε στοιχείο λαμβάνεται διαιρώντας την ποσότητα (εκφραζόμενη σε kg ή g) του εμπορεύματος που λαμβάνεται υπόψη από τη μέση ετήσια απόδοση ή παραγωγικότητα (Y) εκφραζόμενη σε kg / εκτάριο ή g / εκτάριο. Η μέση ετήσια απόδοση ενός δεδομένου στοιχείου είναι μια έκφραση της παραγωγικής του ικανότητας ανά εδαφική μονάδα ή της μέσης ικανότητας απορρόφησης CO₂ ανά μονάδα επιφάνειας. Οι τιμές παρατίθενται στον πίνακα . Το οικολογικό αποτύπωμα έχει υπολογιστεί τόσο ως προς την έκταση γης που απαιτείται για την παραγωγή του εν λόγω προϊόντος όσο και της έκταση της γης που απαιτείται για την απορρόφηση του CO₂ που εκπέμπεται από τις παραγωγικές διαδικασίες μέσω των οποίων παράγεται το εμπόρευμα (Ascione et al., 2011).

Οι οικολογικές τιμές αποτυπώματος που λαμβάνονται για κάθε προϊόν αθροίστηκαν για να ληφθεί το συνολικό οικολογικό αποτύπωμα που αναφέρεται στο σύνολο της κατανάλωσης. Η επεξεργασία των αριθμητικών τιμών που αναφέρονται σε κάθε σχήμα παρατίθενται, και αναφέρονται σε καθένα από τα τρία μοντέλα τροφίμων που εξετάστηκαν :μεσογειακή διατροφή, πρότυπο ΗΠΑ και τσεχικό πρότυπο διατροφής (Ascione et al., 2011).

Πινάκας 5: οικολογικό αποτύπωμα στην Μεσογειακή διατροφή(Ascione et al., 2011)

περιγραφή της ροής				οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO ²) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (σύνολο) ha/pc
καύσιμο ντίζελ	μονάδες	μάζα	μάζα CO ²			
3km			1,86E+02		3,33E-05	3,33E-05
50 km			3,09E+03		5,54E-04	5,54E-04
100 km	g/yr		6,18E+03		1,11E-03	1,11E-03
1000 km	g/yr		6,18E+04		1,11E-02	1,11E-02
3000 km	g/yr		1,86E+05		3,33E-02	3,33E-02
5000 km	g/yr		3,09E+05		5,54E-02	5,54E-02
κύρια είδη διατροφής						
ψάρια	g/yr	2,99E+04	8,61E+04	1,25E+00	1,54E-02	1,26E+00
κρέας και αυγά	g/yr	3,96E+03	1,21E+04	8,08E-02	2,17E-03	8,30E-02
φρούτα και λαχανικά	g/yr	3,65E+05	7,23E+04	2,03E-02	1,30E-02	3,32E-02
γάλα, τυρί και άλλα παράγωγα	g/yr	1,49E+05	1,06E+05	1,98E-01	1,91E-02	2,17E-01
δημητριακά και παράγωγα	g/yr	2,00E+05	8,66E+04	7,28E-02	1,55E-02	8,83E-02
οίνος και	g/yr	1,13E+05	1,78E+04	1,34E-01	3,18E-03	1,37E-01

αλκοολούχα πότα						
ελαιόλαδα και βούτυρο	g/yr	1,46E+04	6,09E+02	2,43E-02	1,09E-04	1,37E-01
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα						
3km						1,84E+00
50 km						1,84E+00
100 km						1,85E+00
1000 km						1,86E+00
3000 km						1,88E+00
5000 km						1,89E+00
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO2)						
3km					6,85E-02	
50 km					6,90E-02	
100 km					6,96E-02	
1000 km					7,95E-02	
3000 km					1,02E-01	
5000 km					1,24E-01	
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων)				1,78E+00		

Πίνακας 6: οικολογικό αποτύπωμα στην Τσεχική Διατροφή(Ascione et al., 2011)

περιγραφή της ροής				οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO ²) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (σύνολο) ha/pc
καύσιμο ντίζελ	μονάδες	μάζα	Μάζα CO ²			
100 km	g/yr		6,8E+03		1,11E-03	1,11E-03
1000 km	g/yr		6,18E+04		1,11E-02	1,11E-02
3000 km	g/yr		1,86E+05		3,33E-02	3,33E-02
5000 km	g/yr		3,09E+05		5,54E-02	5,54E-02
κύρια είδη διατροφής						
ψάρια	g/yr	1,31E+04	3,78E+04	5,48E-01	6,78E-03	5,54E-01
κρέας και αυγά	g/yr	5,69E+04	1,74E+05	1,16E+00	3,12E-02	1,19E+00
φρούτα και λαχανικά	g/yr	3,46E+05	6,86E+04	1,92E-02	1,23E-02	3,15E-02
γάλα, τυρί και άλλα παράγωγα	g/yr	2,39E+05	1,71E+05	3,19E-01	3,07E-02	3,50E-01
δημητριακά και παράγωγα	g/yr	1,31E+05	5,70E+04	4,79E-02	1,02E-02	5,81E-02
οίνος και αλκοολούχα πότα	g/yr	8,89E+04	1,39E+04	1,05E-01	2,49E-03	1,07E-01

ελαιόλαδα και βούτυρο	g/yr	3,95E+04	1,65E+03	6,59E-02	2,96E-04	6,62E-02
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα						
μεταφορά						
100 km						2,36E+00
1000 km						2,37E+00
3000 km						2,39E+00
5000 km						2,42E+00
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO2)						
100 km					9,50E-02	
1000 km					1,05E-01	
3000 km					1,27E-01	
5000 km					1,49E-01	
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων)				2,27E+00		

Πίνακας 7: οικολογικό αποτύπωμα στην Διατροφή των ΗΠΑ(Ascione et al., 2011)

περιγραφή της ροής				οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO ²) ha/pc	οικολογικό αποτύπωμα (σύνολο) ha/pc
καύσιμο ντίζελ	μονάδες	μάζα	μάζα CO ²			
100 km	g/yr		6,18E+03		1,11E-03	1,11E-03
1000 km	g/yr		6,18E+04		1,11E-02	1,11E-02
3000 km	g/yr		1,86E+05		3,33E-02	3,33E-02
5000 km	g/yr		3,09E+05		5,54E-02	5,54E-02
κύρια είδη διατροφής						
ψάρια	g/yr	2,07E+04	5,96E+04	8,62E-01	1,07E-02	8,73E-01
κρέας και αυγά	g/yr	4,66E+04	1,42E+05	9,50E-01	2,55E-02	9,76E-01
φρούτα και λαχανικά	g/yr	2,48E+05	4,91E+04	1,38E-02	8,81E-03	2,26E-02
γάλα, τυρί και άλλα παράγωγα	g/yr	2,67E+05	1,91E+05	3,56E-01	3,42E-02	3,90E-01
δημητριακά και παράγωγα	g/yr	9,31E+04	4,04E+04	3,39E-02	7,24E-03	4,12E-02
οίνος και αλκοολούχα	g/yr	1,03E+05	1,62E+04	1,22E-01	2,90E-03	1,25E-01

πότα						
ελαιόλαδα και βούτυρο	g/yr	1,24E+04	5,18E+02	2,07E-02	9,28E-05	2,08E-02
μεταφορά						
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα						
100 km						2,45E+00
1000 km						2,46E+00
3000 km						2,48E+00
5000 km						2,50E+00
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από μάζα CO2)						
100 km					9,05E-02	
1000 km					1,01E-01	
3000 km					1,23E-01	
5000 km					1,45E-01	
συνολικό οικολογικό αποτύπωμα (μόνο από τη μάζα των τροφίμων)				2,36E+00		

Δεδομένου ότι οι ενεργειακές απώλειες μέσω του μεθανίου είναι γνωστές, διατροφολόγοι προσπαθούν να μειώσουν τις εκπομπές γαστρεντερικού μεθανίου από μηρυκαστικά και το οπίσθιο μέρος των περαιτέρω ειδών, για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το 2005 περίπου 90 εκατομμύρια τόνοι CH_4 (περίπου 1,9 δισεκατομμύρια τόνοι CO_2 eq/γ) εκπέμπονται από τη γαστρεντερική ζύμωση των μηρυκαστικών. Εντερικές εκπομπές μεθανίου, μέθοδοι μετρήσεων και των δυνατοτήτων μείωσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι υψηλότερες τιμές δίνονται για τις αγελάδες βοείου κρέατος (Flachowsky at al. , 2012).

Σε γενικές γραμμές, όλα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι δραστηριότητες στοχεύουν στη βελτίωση της παραγωγικότητας, και η αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων θα έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή χαμηλότερες εκπομπές CF ανά μονάδα προϊόντος (Flachowsky at al., 2012).

13. Βιωσιμότητα περιβάλλοντος και μοντέλα διατροφής

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας ορίζει τις βιώσιμες δίαιτες ως επαρκώς διατροφικές, ασφαλείς, υγιείς, πολιτισμικά αποδεκτές, οικονομικά προσιτές δίαιτες που έχουν μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μειώσεις κατανάλωσης κρέατος και ενεργειακής πρόσληψης αναγνωρίστηκαν ως πρωταρχικοί παράγοντες για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη διατροφικές εκπομπές (Perignon et al., 2016).

Η επιλογή των τροφίμων για την αντικατάσταση του κρέατος, ωστόσο, ήταν κρίσιμη, με ορισμένες ισοθερμιδικές υποκαταστάσεις να αυξάνουν πιθανώς τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η διατροφική επάρκεια αξιολογήθηκε σπάνια ή μόνο εν μέρει, υπονομεύοντας έτσι την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της διατροφής. Επιπλέον, η υψηλή θρεπτική ποιότητα δεν συνδέονταν απαραίτητα με την οικονομική προσιτότητα ή τις χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η έννοια της βιώσιμης διατροφής συνεπάγεται την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών ανησυχιών μαζί με την υγιεινή και διατροφική επάρκεια. Τη προσιτή τιμή, και την πολιτιστική αποδοχή των διαιτών. Η διατροφική επάρκεια και η υγιεινή ανήκουν και οι δύο στη συνολική διάσταση της ανθρώπινης υγείας, η οποία, στην πραγματικότητα, εκτιμάται γενικά είτε μέσω διατροφικών δεικτών ποιότητας ή με αποτελέσματα υγείας.

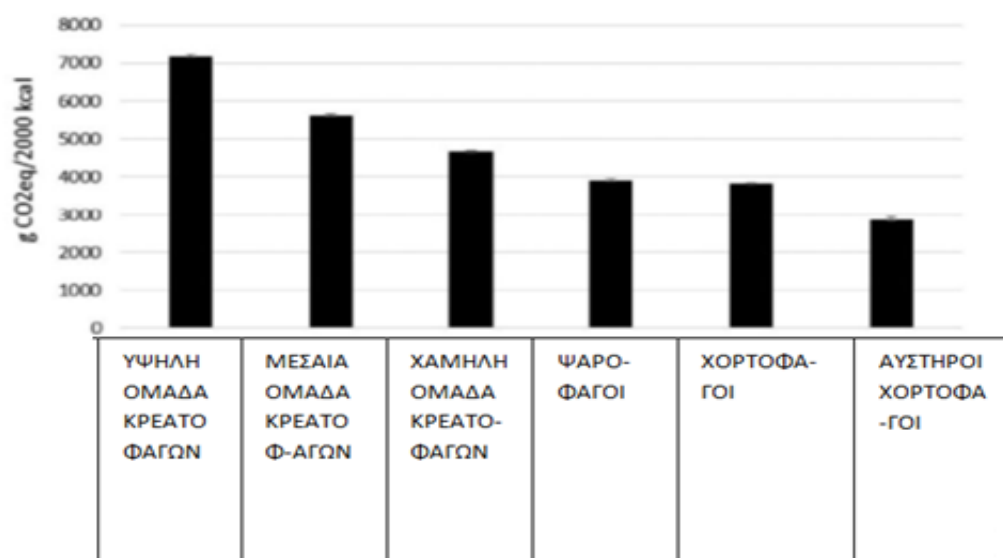
Επειδή τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης ασκούν χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα ζωικά προϊόντα, και επειδή η υγεία των χορτοφάγων φαίνεται να είναι καλύτερη από αυτή των μη-χορτοφάγων, η υιοθέτηση χορτοφαγικών ή αυστηρών χορτοφαγικών διατροφών θεωρείται ότι προστατεύει τόσο την υγεία όσο και την υγεία του περιβάλλοντος.

Ωστόσο, ορισμένες μη χορτοφαγικές δίαιτες μπορεί επίσης να είναι υγιείς. Συνετή διαίτα με άφθονα φρούτα, λαχανικά, ξηρούς καρπούς, όσπρια, ακατέργαστα δημητριακά και μέτριες ποσότητες κόκκινου κρέατος, ψαριού και γαλακτοκομικών

προϊόντων έχουν επίσης δείξει ευεργετικές επιπτώσεις στην υγεία (Perignon et al., 2016).

Επιπλέον, η αποφυγή ζωικών προϊόντων δεν είναι απαραίτητο ότι παρέχει οφέλη για την υγεία. Τα ζωικά προϊόντα είναι οι μοναδικοί πάροχοι ορισμένων βασικών θρεπτικών ουσιών, έτσι οι αυστηρές φυτικές δίαιτες μπορεί να οδηγήσουν σε ελλείψεις αυτών με επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία. Ο επιβλαβής αντίκτυπος των προϊόντων με βάση τα ζώα είναι μόνο τεκμηριωμένος για κόκκινο και μεταποιημένο κρέας κατά την πρόσληψη υψηλότερη από 50 g / d.

Επιπλέον, το υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας και χρόνιας νόσου που σχετίζεται με δίαιτες της Δύσης οφείλεται όχι μόνο σε υψηλή περιεκτικότητα σε κόκκινο και επεξεργασμένου κρέατος αλλά και σε υπερβολική κατανάλωση επεξεργασμένων δημητριακών, τηγανητών τροφών, αναψυκτικών, γλυκών και υψηλής ενεργειακής πυκνότητας προϊόντων διατροφής που είναι φτωχά σε θρεπτικά συστατικά (Perignon et al., 2016).



Διάγραμμα 7: Ιστόγραμμα με διατροφικές ομάδες (υψηλή- μεσαία-χαμηλή ομάδα κρέατος, ψαροφάγοι, φυτοφάγοι και αυστηρώς φυτοφάγοι) και τα αέρια θερμοκηπίου που εκπέμπουν, σε μια δίαιτα 2000 kcal (Perignon et al., 2016)

13.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παμφάγας, της ωο-λακτο-χορτοφαγικής, και της αυστηρά χορτοφαγικής (vegan) διατροφής:

Η κατανάλωση τροφίμων και ποτών έχει μεγάλο αντίκτυπο στο περιβάλλον, αν και υπάρχει έλλειψη πληροφοριών όσον αφορά ολόκληρη τη διατροφή. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι το αποτύπωμα άνθρακα, νερού και άλλα οικολογικά αποτυπώματα. Η Μεσογειακή διατροφή χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της διατροφικής ποιότητας κάθε διατροφής. Η παμφάγα διατροφική επιλογή δημιούργησε το χειρότερο αποτύπωμα άνθρακα, νερού και οικολογικών αποτυπωμάτων από τις άλλες δίαιτες.

Δεν βρέθηκαν διαφορές για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ωο-γαλακτο-χορτοφάγων και των vegan. Ωστόσο, ορισμένοι χορτοφάγοι και vegan έχουν υψηλότερο περιβάλλον αποτύπωμα από εκείνα ορισμένων παμφάγων. Έτσι, ανεξάρτητα από τα περιβαλλοντικά οφέλη των φυτικών διαιτών, υπάρχει ανάγκη σκέψης όσον αφορά τις ατομικές διατροφικές συνήθειες.

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι επιλογές των τροφίμων που καταναλώνουμε είναι ισχυροί καθοριστικοί παράγοντες της ανθρώπινης υγείας. Ωστόσο πρόσφατα έχει αυξηθεί η ευαισθητοποίηση για το γεγονός ότι τα τρόφιμα και τα ποτά που παράγουμε, επιλέγουμε και καταναλώνουμε μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά το περιβάλλον (Perignon et al., 2016).

Η Μεσογειακή Διατροφή (MD), η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί μια φυτοπροστατευτική διατροφική προσέγγιση, φαίνεται ικανή να αντιμετωπίσει προβλήματα υγείας και περιβάλλοντος. Ένα σχήμα MD έχει συσχετιστεί με μειωμένη συχνότητα παχυσαρκίας, διαβήτη τύπου 2, καρδιαγγειακών παθήσεων και έχει αποδειχθεί ότι αντιπροσωπεύει μια έγκυρη προληπτική στρατηγική έναντι ορισμένων καρκίνων.

Ο βαθμός στον οποίο η διατροφή επηρεάζει το περιβάλλον έχει αναλυθεί με την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής Μέθοδος (AKZ) σε μεμονωμένα τρόφιμα ή ομάδες τροφίμων. Η χρήση καταγεγραμμένης διατροφικής πρόσληψης επιτρέπει την διερεύνηση πιο λεπτομερών συσχετίσεων μεταξύ περιβαλλοντικών επιπτώσεων και

ομάδων τροφίμων, θρεπτικών ουσιών ή / και θερμίδων που καταναλώνονται πραγματικά από ένα άτομο ή μια ομάδα ανθρώπων, σε πραγματικές τροφές. Προκειμένου να διερευνηθεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος διαφορετικών διατροφικών επιλογών, επιλέχθηκαν τρεις ομάδες διατροφής: παμφάγοι, ωο-λακτοχορτοφάγοι και vegan (Perignon et al., 2016).

Αντίθετα με προηγούμενα δεδομένα περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχουν ληφθεί σε υποθετικές δίαιτες και γεύματα, τα παρόντα αποτελέσματα βασίζονται σε καταγεγραμμένες προσλήψεις και έχουν το σαφές πλεονέκτημα ότι είναι ρεαλιστικά. Τα τρία διατροφικά σχήματα ήταν ισοδύναμα όσον αφορά το ενεργειακό περιεχόμενο. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των τριών διαφορετικών διατροφικών προτύπων αξιολογήθηκαν στην Ιταλία σχεδιάζοντας ένα εβδομαδιαίο ισορροπημένο πλάνο, με μέση ημερήσια κατανάλωση ενέργειας να κυμαίνεται μεταξύ 2100 και 2300 kcal, και ήταν Ιταλοί υγιείς ενήλικες με φυσιολογικό ΔΜΣ. Η έρευνα έδειξε:

- 1) χαμηλότερη πρόσληψη υδατανθράκων στις ομάδες O και VG,
- 2) χαμηλότερη πρόσληψη πρωτεϊνών στις ομάδες VG και V και
- 3) υψηλότερη πρόσληψη λιπιδίων σε όλες τις ομάδες διατροφής, ειδικά για O και VG.

Οι φυτικές δίαιτες φαίνονται περιβαλλοντικά καλύτερες από το κρέας. Η πτυχή, που σχετίζεται με τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δημιουργούνται από τη μεγαλύτερη κατανάλωση ζωικών προϊόντων, έχουν ήδη αναφερθεί.

Η προσέγγιση V δεν συσχετίστηκε με σημαντικά χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα σε σύγκριση με ένα VG. Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να είναι ότι, τα μη επεξεργασμένα φυτικά τρόφιμα αντικαθιστούν συνήθως προϊόντα με βάση τα ζώα σε υποθετικές χορτοφαγικές και vegan δίαιτες. Οι δίαιτες αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλής επεξεργασίας βιομηχανικά φυτικά υποκατάστατα κρέατος και γάλακτος (π.χ. seitan burger και γιαούρτι σόγιας).

Μερικοί άνθρωποι επιλέγουν προϊόντα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και όχι θρεπτικές φυτικές τροφές. Επιπλέον, η χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα των φυτικών τροφίμων έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη πρόσληψη τροφής για V σε σχέση με VG (περίπου 12,5% ως προς το βάρος της τροφής), πιθανώς εξηγώντας την έλλειψη περιβαλλοντικών οφελών από μια χορτοφαγική διατροφή σε σύγκριση

με μια επιλογή ωο-λακτο-χορτοφάγος. Πέρα από τον αντίκτυπο των διαιτητικών επιλογών, υπήρχαν διακυμάνσεις στο μέσο περιβαλλοντικό αντίκτυπο μιας συγκεκριμένης διατροφής εξαιτίας των ατομικών επιλογών του πληθυσμού(φύλο κ.α.) (Perignon et al., 2016).

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί η παρουσία ορισμένων VG και V με μεμονωμένες περιβαλλοντικές τιμές με αντίκτυπο υψηλότερο από ορισμένες από τις ομάδες μελέτης O. Ο υψηλός αντίκτυπος αυτών αποδόθηκε κυρίως στην υψηλή κατανάλωση πρωτεϊνών και λιπών, αλλά συνέβαλε επίσης η πρόσληψη ενέργειας. Για να επιτευχθεί μια περιβαλλοντικά βιώσιμη λύση, τα τρόφιμα με βάση τα ζώα πρέπει να αντικατασταθούν εν μέρει με φρούτα, λαχανικά, όσπρια και δημητριακά, σύμφωνα με τις διατροφικές οδηγίες. Για παράδειγμα, η επιλογή τοπικών και εποχιακών προϊόντων καθώς και γεωργικών και τεχνικών μεταποίησης, μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα σε κάθε διατροφή.

Η κατάσταση της υγείας πρέπει επίσης να συμπεριληφθεί σε αυτό το πολυπαραγοντικό σενάριο που ασχολείται με την επιλογή τροφής, την κατανάλωση ενέργειας και την περιβαλλοντική επίπτωση. Πρέπει να επιδιωχθεί μια ολιστική προσέγγιση, η συγχώνευση της διατήρησης της υγείας και της πρόληψης ασθενειών με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα στο πλαίσιο των διατροφικών συνηθειών. (Perignon et al., 2016).

13.2 Φαινόμενο θερμοκηπίου και τύποι διατροφών στο Ηνωμένο Βασίλειο

Οι διατροφικές GHG εκπομπές των κρεατοφάγων είναι περίπου διπλάσιες από αυτές των vegan, έτσι μια πιθανή μείωση της κατανάλωσης κρέατος θα οδηγούσε σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Scarborough et al., 2014).

Όταν μετράται η κατανάλωση ,δηλαδή, όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, προϊόντων που καταναλώνονται στο Ηνωμένο Βασίλειο, ανεξάρτητα από το πού παράγονται, ευθύνονται για το ένα πέμπτο περίπου όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που υπάρχουν στο Ηνωμένο Βασίλειο (Berners-A et al., 2012; Garnett 2008)(Scarborough et al., 2014).

Υπάρχει σημαντική διακύμανση στην ποσότητα των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου σε διαφορετικές ομάδες τροφίμων, με τα προϊόντα ζωικής προέλευσης να έχουν γενικά πολύ μεγαλύτερες εκπομπές από τα φυτικά προϊόντα ανά μονάδα βάρους (Audsley et al., 2009, Carlsson-Kanyama and Gonzalez 2009). Αν και νέες τεχνολογίες και αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές παρέχουν κάποιο περιθώριο για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σημαντικές μειώσεις μπορούν να επιτευχθούν μόνο μέσω αλλαγών στα πρότυπα κατανάλωσης και μείωσης στα απόβλητα τροφίμων (Stehfest et al., 2009; Weidema et al., 2008).

Υπάρχουν διαφορές στις διαιτητικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ διαφορετικών ομάδων διατροφής στο Ηνωμένο Βασίλειο και συμβάλλουν στη συζήτηση σχετικά με το τι συνιστά την «υγιεινή, βιώσιμη διατροφή». Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται συγκρίσιμα δεδομένα σε δίαιτες βίγκαν, χορτοφαγικές, ψαροφαγικές και κρεατοφάγικες για την εκτίμηση της διαφοράς στις διατροφικές εκπομπές GHG που αποδίδονται σε αυτές τις τέσσερις ομάδες διατροφής (Scarborough et al., 2014).

Για αυτές τις αναλύσεις, εντοπίστηκαν έξι ομάδες διατροφής:

- υψηλή κατανάλωση κρέατος (≥ 100 g / d),
- μέσοι κρεατοφάγοι (50 έως 99 g / d),
- χαμηλοί κρεατοφάγοι (> 0 και < 50 g / d),
- άνθρωποι που καταναλώνουν ψάρια,
- χορτοφάγοι και
- vegan

Αρχικά, τα άτομα ταξινομήθηκαν σε κρεατοφάγους, ψαροφάγοι, χορτοφάγους και vegan σύμφωνα με τις απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις με ναι / όχι:

- Τρώτε κρέας (συμπεριλαμβανομένων μπέικον, ζαμπόν, πουλερικά, θηράματα, κρεατόπιτες, λουκάνικα);
- Τρώτε ψάρια;
- & Τρώτε αυγά;
- & Τρώτε γαλακτοκομικά προϊόντα (όπως γάλα, τυρί, βούτυρο, γιαούρτι);

Εκτιμήθηκαν οι εκπομπές GHG που σχετίζονται με αυτούς τους κωδικούς τροφίμων, ως kg CO₂ (δηλαδή, kg GHG σταθμισμένο από το δυναμικό

υπερθέρμανσης του πλανήτη για διάστημα 100 ετών, με το διοξείδιο του άνθρακα σταθμισμένο ως 1, το μεθάνιο σταθμισμένο ως 25 και το νιτρώδες οξείδιο σταθμισμένο ως 298) ανά 100 g τροφής (Scarborough et al., 2014). Δεν λήφθηκε υπόψη η διαδικασία μαγειρέματος (στη βιομηχανία ή στο σπίτι) για οποιονδήποτε από τους κωδικούς τροφίμων.

13.3 Τυποποίηση δίαιτας σε 2.000 kcal

Οι εκπομπές GHG για κάθε άτομο τυποποιήθηκαν σε μια καθημερινή δίαιτα 2.000 kcal (το επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε για καθοδήγηση της ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας για ενήλικες στο Ηνωμένο Βασίλειο), ώστε οι διαφορές στην εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας μεταξύ των ομάδων διατροφής να μην επηρεάζουν τα αποτελέσματα.

Το σύνολο δεδομένων ανάλυσης περιελάμβανε 2.041 vegan, 15.751 χορτοφάγους, 8.123 ιχθυοφάγους και 29.589 κρεατοφάγους. Οι κρεατοφάγοι τείνουν να είναι η παλαιότερη ομάδα από τους ψαροφάγους, τους χορτοφάγους και τους βίγκαν. Υποθέτοντας μια κατηγοριοποίηση (υψηλό κρέας → μεσαίο κρέας → χαμηλό κρέας → ψαροφάγοι → χορτοφάγοι → vegan), υπήρξαν σημαντικές τάσεις για χαμηλότερη συνολική κατανάλωση λίπους, κορεσμένου λίπους και πρωτεϊνών και υψηλότερη κατανάλωση υδατανθράκων, ολικών σακχάρων, ινών, φρούτων και λαχανικών από ότι τροφίμων ζωικής προέλευσης (Scarborough et al., 2014).

Η υψηλότερη διατροφή σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου βρέθηκε σε άνδρες με υψηλή κατανάλωση κρέατος ενώ οι χαμηλότερες διατροφικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου βρέθηκαν σε βίγκαν γυναίκες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πολύ στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαιτητικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ των έξι ομάδων διατροφής μετά την προσαρμογή για ηλικία και φύλο, με σταδιακά υψηλότερες εκπομπές για ομάδες με μεγαλύτερες προσλήψεις προϊόντων με βάση τα ζώα. Φάνηκε ότι οι διαιτητικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με δίαιτες στο Ηνωμένο Βασίλειο συνδέονται στενά με την ποσότητα προϊόντων ζωικής προέλευσης. Μια μέση δίαιτα υψηλού

κρέατος 2.000 kcal είχε 2,5 φορές περισσότερες εκπομπές GHG από μέση δίαιτα 2.000 kcal για χορτοφάγου (Scarborough et al., 2014).

14. Τρόφιμα και βιωσιμότητα

Τα συστήματα παράγωγης τροφίμων συχνά έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ταχεία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού συνεπάγεται αύξηση των απαιτήσεων στον τομέα των τροφίμων. Οι αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες δημιουργούν προκλήσεις για την παροχή πρόσβασης σε υγιεινά τρόφιμα, χωρίς να δημιουργηθούν αρνητικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Υπάρχουν ευκαιρίες για βιώσιμα συστήματα τροφίμων από την άποψη της ανθρώπινης υγείας, κάνοντας την μετάβαση σε βιωσιμότερα συστήματα (χρησιμοποιώντας την Ινδία ως παράδειγμα), μειώνοντας τα απόβλητα των τροφίμων αλλάζοντας την καταναλωτική συμπεριφορά (με παραδείγματα από την Ιαπωνία) και χρήση καινοτομιών και νέων τεχνολογιών για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την ταυτόχρονη υγιεινή παραγωγή τροφίμων.

Υπάρχουν δύο προκλήσεις για την επίτευξη υγιούς βιώσιμης διατροφής, η μείωση της απόδοσης και της θρεπτικής ποιότητας των καλλιεργειών (ιδίως των λαχανικών και των φρούτων) λόγω της κλιματικής αλλαγής και της αντιστάθμισης μεταξύ παραγωγής τροφίμων και βιομηχανικών καλλιεργειών.

Υπάρχει επείγουσα ανάγκη για ανάπτυξη και εφαρμογή πρακτικών που παρέχουν πρόσβαση σε υγιεινές επιλογές τροφίμων για έναν αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό, μειώνοντας παράλληλα το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του παγκόσμιου συστήματος παράγωγης τροφίμων.

Ο κόσμος μας αλλάζει ραγδαία. Η αύξηση της κατανάλωσης τροφίμων σε έναν αυξανόμενο πληθυσμό, σε συνδυασμό με τις διαφορετικές διατροφικές συνήθειες, αποτελούν τεράστια πρόκληση για το παγκόσμιο σύστημα τροφίμων.

Ένα κρίσιμο ερώτημα είναι πως η αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα και η παροχή υγιεινών διαιτών για όλες για τις επόμενες δεκαετίες, θα είναι εφικτή, χωρίς την υπονόμηση των πόρων της γης (Godfray et al., 2010' Steffen et al., 2015).

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε κατά δύο δισεκατομμύρια τα τελευταία 25 χρόνια, και προβλέπεται να φθάσει τα 8,5 δισεκατομμύρια έως το 2030 και τα 9,8 δισεκατομμύρια το 2050 (Παγκόσμιο τμήμα πληθυσμού 2017). Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) έχουν τη φιλοδοξία όχι μόνο τον τερματισμό της φτώχειας και της

πείνας έως το 2030, αλλά και να διασφαλίσουν ότι «όλοι οι άνθρωποι, ανά πάσα στιγμή, έχουν σωματική και κοινωνική πρόσβαση σε επαρκή, ασφαλή και θρεπτικά τρόφιμα που ανταποκρίνονται στις διατροφικές τους ανάγκες και τις διατροφικές προτιμήσεις τους για ενεργό και υγιή ζωή» (ΟΗΕ 2015 b).

Οι μεταβάσεις από τους αγροτικούς πληθυσμούς χαμηλού εισοδήματος, προς το μεσαίο εισόδημα και τις αστικούς πληθυσμούς, ιδίως στις αναδυόμενες οικονομίες, σχετίζονται με την αλλαγή των διατροφικών προτύπων (Satterthwaite et al., 2010).

Τα συστήματα τροφίμων μπορούν να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, τα συστήματα τροφίμων αντιπροσωπεύουν περίπου το ένα τέταρτο των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG), και η γεωργική παραγωγή το 70% του παγκόσμιου γλυκού νερού (FAO et al., 2017· Vermeulen et al., 2012).

Η χρήση συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στη γεωργία, και η χρήση ορμονών στην κτηνοτροφία προκαλούν χημική ρύπανση των θαλάσσιων και χερσαίων οικοσυστημάτων με μόλυνση των τροφίμων και των οικοσυστημάτων που με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές συνέπειες για την υγεία (Corsolini et al., 2005; Landrigan et al., 2017).

Η προληπτική χρήση αντιβιοτικών στην κτηνοτροφία συμβάλλει στην αντίσταση αυτών (Tang et al., 2017· WHO 2017). Οι πρακτικές αυτές, σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο ανταγωνισμό για τη γη, το νερό και την ενέργεια επηρεάζουν την ικανότητα για μελλοντικές βιώσιμες παραγωγές υγιεινών τροφίμων (Garnett 2014· Godfray et al., 2010; 2015).

Παρά τη σημαντική συμβολή της υγιεινής διατροφής στην ενίσχυση της βιωσιμότητας, σπάνια εξετάστηκε στον τομέα της αειφόρου ανάπτυξης, καθώς η υγεία είναι συχνά ένα περιφερειακό θέμα (Kajikawa et al., 2014, 2017). Υφίστανται όμως, βασικές αλληλοσυνδέσεις μεταξύ υγιεινής διατροφής και βιώσιμων συστημάτων τροφίμων. Υπάρχουν θέματα που ευθυγραμμίζονται στενά με βιώσιμα συστήματα τροφίμων, όπως η μείωση της σπατάλης τροφίμων, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων τροφίμων και των βιομηχανικών καλλιεργειών, και οι συζητήσεις για τις διατροφικές μεταβάσεις και καινοτομίες σε μια προοπτική με συσχετιζόμενη την υγεία και την βιωσιμότητα.

14.1 Ευκαιρίες για υγιή και βιώσιμα συστήματα τροφίμων

► Θετικές διατροφικές αλλαγές

Η μετάβαση σε δίαιτες που ακολουθούν εθνικές διατροφικές κατευθυντήριες γραμμές θα μπορούσαν να μειώσουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συστημάτων τροφίμων και να βελτιώσουν τα αποτελέσματα την υγεία του πληθυσμού (Behrens et al., 2017). Τα τρόφιμα ζωικών πηγών είναι υψηλά σε κορεσμένα λίπη και συνήθως επιβαρύνονται με υψηλότερα περιβαλλοντικά βάρη από ότι οι δίαιτες με βάση τις φυτικές πηγές, κυρίως λόγω της εισροής ενέργειας και υλικών που απαιτούνται για ζωοτροφές και μεθάνιο που παράγεται από εντερική ζύμωση· η τελευταία ειδικά μηρυκαστικών (Herrero et al., 2013). Έτσι, η μετάβαση σε υγιεινές φυτικές δίαιτες θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ελεύθερη γη, και επίσης να έχουν συνοφέλη για την υγεία (Tilman et al., 2011).

Έχει εκτιμηθεί ότι η μετάβαση σε οικονομικά προσιτές υγιεινές δίαιτες στο Ηνωμένο Βασίλειο θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω διατροφής κατά 17% και ταυτόχρονα να εξοικονομήσει πολλά χρόνια ζωής που χάθηκαν πρόωρα, λόγω μη μεταδοτικών ασθενειών που σχετίζονται με τη διατροφή, κατά τα επόμενα 30 χρόνια, λόγω της αυξημένης κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών (Green et al., 2015). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες έρευνες για τη βιώσιμη διατροφή έχουν ποσοτικοποιηθεί κυρίως για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις όσον αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων που σχετίζονται με το νερό και τη γη που χρησιμοποιήθηκαν.

Η γενίκευση των αποτελεσμάτων της έρευνας για τη βιώσιμη διατροφή μπορεί να είναι περίπλοκη λόγω της σημαντικής ετερογένειας στα διατροφικά πρότυπα σε παγκόσμιο επίπεδο.

► Αναδυόμενες καινοτομίες και τεχνολογίες

Υπάρχει μια σειρά από αναδυόμενες τεχνικές καλλιέργειας με χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ελεγχόμενες ρυθμίσεις και στις πόλεις. Πολλά υποσχόμενα είναι, για παράδειγμα, η υδροπονική (φυτά που καλλιεργούνται σε πλούσια σε θρεπτικά συστατικά διαλύματα), και η αεροπονητειακή (το πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά νερό ψεκάζεται επάνω-στον αέρα-που κρέμονται ρίζες).

15. Απώλειες τροφίμων και απόβλητα

Περίπου, το ένα τρίτο των τροφίμων που παράγονται για κατανάλωση χάνεται ή πετιέται κάθε χρόνο, ένα νούμερο που ισούται όσο τέσσερις φορές το φαγητό που απαιτείται ετησίως για την εξάλειψη της παγκόσμιας πείνας (FAO 2013). Η μείωση των απόβλητων μπορεί να αποτελέσει μια μεγάλη ευκαιρία για την ενίσχυση της βιωσιμότητας του συστήματος τροφίμων και ταυτόχρονα να βελτιώσει την ασφάλεια τροφίμων άλλα και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά (Lindgren at al., 2018).

Οι απώλειες τροφίμων εμφανίζονται συνήθως στα πρώτα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων και περιλαμβάνουν τρόφιμα που χύνονται ή χαλάνε πριν φτάσουν στο τελικό προϊόν ή στο στάδιο λιανικής πώλησης (Corrado et al., 2015-2014). Στις χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, οφείλονται κυρίως στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, στην έλλειψη συνθηκών υποδομής και στην πρόσβαση στις αγορές (EIU 2014) (Lindgren at al., 2018).

Τρεις κύριες πτυχές της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων πρέπει να βελτιωθούν για τη μείωση των απωλειών τροφίμων:

- (1) γεωργικές μέθοδοι (π.χ. αυξημένη μηχανοποίηση),
- (2) συστήματα μεταφοράς και αποθήκευσης και εγκαταστάσεις επεξεργασίας και
- (3) το περιβάλλον λειτουργίας (π.χ. πρόσβαση στις αγορές και τις αποτελεσματικές αγορές)

Για παράδειγμα, έχει υποστηριχθεί ότι η μείωση των αποβλήτων τροφίμων θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στις χώρες όπως οι ΗΠΑ, όπου τα καταναλωτικά απόβλητα είναι υψηλά. Τα απόβλητα τροφίμων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρία επίπεδα:

- (1) μείωση των αποβλήτων στην πηγή (δηλαδή, πρόληψη αποβλήτων) ·
- (2) ανάκτηση (π.χ. μέσω δωρεών και αναδιανομής τροφίμων) ·
- (3) ανακύκλωση, (π.χ. απόβλητα που χρησιμοποιούνται για ζωοτροφές, ενέργεια και παραγωγή και κομπόστ (Mourad 2016)(Lindgren at al., 2018).

► Οικονομικά ζητήματα

Εκτός από την ενημέρωση και την εκπαίδευση των παραγωγών, προμηθευτών και καταναλωτών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οικολογικοί φόροι, πληρωμές κινήτρων / επιδοτήσεις, οικολογικές ετικέτες και περιβαλλοντικές αγορές για την προώθηση της αειφόρου γεωργίας και νέων ειδών διατροφής · όπως το να χαμηλωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επεξεργασίας τροφίμων, των μεταφορών, των τομέων αποθήκευσης και λιανικής · και αύξηση της επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων τροφίμων και ανακύκλωση τους (Sands 2003; Whitmee et al., 2015)(Lindgren at al., 2018).

► Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία, στην διατροφή και την υγεία:

Μια σημαντική πρόκληση που μπορεί να επηρεάσει τη βιωσιμότητα της διατροφής είναι η περιβαλλοντική αλλαγή, ιδίως η κλιματική αλλαγή. Λειψυδρία, θερμική πίεση και επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα(CO₂) και όζον (O₃) προβλέπεται να αυξηθούν σημαντικά (Collins et al., 2013; Kirtman et al., 2013). Αυτοί οι παράγοντες αποτελούν σημαντική απειλή για τον κόσμο της γεωργικής παραγωγής τόσο ως προς τη συγκομιδή, την απόδοση και τη διατροφική ποιότητα των καλλιεργειών, η οποία θα μπορούσε να έχει δραματική επίδραση στην διατροφή και στην υγεία παγκοσμίως (Springmann et al., 2016; Myers et al., 2017)(Lindgren at al., 2018).

► Εμπορεύματα που μεταφέρονται αεροπορικώς

Οι αεροπορικές μεταφορές δημιουργούν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στα αέρια θερμοκηπίου και αυτό είναι εύκολο να κατανοηθεί από τους καταναλωτές, αλλά δεν έχει αλλάξει τις αγοραστικές τους συνήθειες. Στόχος της LCA είναι η μείωση των αεροπορικών εμπορευματικών μεταφορών (Lindgren at al., 2018).

► Επισήμανση του αποτυπώματος άνθρακα στα τρόφιμα:

Στόχος είναι η επίτευξη της μακροπρόθεσμης μείωσης των εκπομπών, για το σκοπό αυτό, αρκεί η παροχή σχετικά γενικών πληροφοριών στους καταναλωτές ως επισήμανση στην ετικέτα ή να λαμβάνουν υπόψη τους οικολογικούς ελέγχους κατά τη διενέργεια απόφασης αγοράς (Lindgren et al., 2018).

► Πολύ νωρίς για σήμανση CO₂:

Μια ετικέτα πρέπει να είναι εύκολο να κατανοηθεί, στοιχεία από μόνα τους προκαλούν σύγχυση ιδίως όταν δεν υπάρχει εναρμόνιση μεταξύ διαφορετικών σημάτων. Μια ετικέτα είναι άχρηστη, εκτός αν ενεργοποιεί μια βελτίωση. Τα οικολογικά σήματα που διαφέρουν από χώρα σε χώρα δημιουργούν μόνο νέο εμπόδιο, οπότε η εναρμόνιση είναι επιτακτική (Lindgren et al., 2018).

Παραδείγματος χάριν, τα υδροπονικά θερμοκήπια επάνω στις στέγες ορισμένων κτιρίων στη Νέα Υόρκη και το Σικάγο τώρα παράγουν φρέσκα χόρτα με μικρότερες διαδρομές μεταφοράς και χρόνο αποθήκευσης για τις τοπικές αγορές (Clinton et al., 2017). Για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης για βιώσιμη ανάπτυξη τροφίμων, η βιομηχανία τροφίμων είναι σε επιφυλακή για νέα είδη διατροφής και των τεχνολογιών. Τα έντομα είναι από καιρό, μέρος της διατροφής σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Δεδομένου ότι τα έντομα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, με χαμηλό κίνδυνο μετάδοσης ζωνοσογόνων ασθενειών και χαμηλών περιβαλλοντικών επιπτώσεων θεωρούνται νέα τρόφιμα, τόσο από τη βιωσιμότητα όσο και από την κατανάλωση. Τα έντομα μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για άμεση κατανάλωση, είτε έμμεσα σε προϊόντα που προέρχονται από τα έντομα (Belluco et al., 2017). Ακόμη, καλλιέργεια υδρόβιων φυτών (φύκων) είναι ένας άλλος παραδοσιακός τομέας που αναπτύσσεται ταχέως και εφαρμόζεται σε περίπου 50 χώρες μαζί με την αλγακαλλιέργεια για ανθρώπινη κατανάλωση (FAO 2016, Well et al., 2017).

Οι αναδυόμενες καινοτομίες και τεχνολογίες παράγουν νέα είδη διατροφής με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μυκοπρωτεΐνες, για παράδειγμα, είναι

υποκατάστατα πρωτεΐνης που παράγονται από μυκητιασική βιομάζα. Η κυτταρική γεωργία είναι μια αναδυόμενη βιομηχανία που επικεντρώνεται στην *in vitro* παραγωγή ειδών διατροφής όπως το κρέας, το γάλα, τα αυγά, την ζελατίνη από φυτικά κύτταρα και μικροοργανισμούς. Η παραγωγή καλλιεργημένου κρέατος εκπέμπει λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου και χρησιμοποιεί λιγότερη γη από ότι το συμβατικό κόκκινο κρέας (Tuomisto et al., 2014)(Lindgren et al., 2018).

ΣΚΟΠΟΣ:

Η γνώση γύρω από το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των τροφίμων και της διατροφής, κατά πόσο η διατροφή επηρεάζει το περιβάλλον (ως κατανάλωση και ως παραγωγή) και ποιο διατροφικό πρότυπο ή πεποίθηση έχει το χαμηλότερο αντίκτυπο σε αυτό.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

Ανάλυση επιστημονικών άρθρων και σύγκριση μελετών σε παγκόσμιο επίπεδο πάνω σε βασικές ομάδες φαγητών όπως κρέας, γάλα και δημητριακά αλλά και ανάμεσα στις διατροφικές πεποιθήσεις όπως χορτοφάγος, ψαροφάγος κ.α.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ:

Μέσω της βιβλιογραφικής έρευνας, φαίνεται πως όλες οι έρευνες συμφωνούν πως το βόειο κρέας έχει τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στο περιβάλλον και ταυτόχρονα είναι το πιο βλαβερό τρόφιμο για τον άνθρωπο, ειδικά αν καταναλώνεται συχνά ή είναι επεξεργασμένο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Η συσχέτιση μεταξύ διατροφής και περιβάλλοντος είναι ακόμα σε μικρό επίπεδο. Είναι μια πολυπαραγοντική σχέση, δύσκολο να μελετηθεί. Τα αποτελέσματα της κάθε έρευνας δεν έχουν παγκόσμιο αντίκτυπο, ωστόσο πολλές έρευνες συμφωνούν σε πολλά σημεία, και εκεί βρίσκεται η αρχή για την μείωση του αποτυπώματος της διατροφής και η αρχής της αειφόρου ανάπτυξης. Ένα από τα μεγαλύτερα θετικά της ανασκόπησης, είναι πως οι συστάσεις των διαιτολόγων ακολουθούν και την χαμηλή περιβαλλοντική ρύπανση, κάτι όμως που θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί αυτούσιο.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- I. The hidden water resource use behind meat and dairy Arjen Y. Hoekstra
Twente Water Centre, University of Twente, PO Box 217, 7522AE
Enschede, the Netherlands
- II. Are the Dietary Guidelines for Meat, Fat, Fruit and Vegetable Consumption
Appropriate for Environmental Sustainability? A Review of the Literature
Christian John Reynolds 1,2,* , Jonathan David Buckley 3 , Philip Weinstein
4 and John Boland
- III. Sustainable food systems—a health perspective Elisabet Lindgren1,2 •
Francesca Harris3 • Alan D. Dangour3 • Alexandros Gasparatos4 •
Michikazu Hiramatsu5 • Firouzeh Javadi5 • Brent Loken6 • Takahiro
Murakami5 • Pauline Scheelbeek3 • Andy Haines7
- IV. Environmental Footprint Comparison amongst Dairy, Grain and Meat
Products in California Michael R.W. Walmsley*a, Xia Liub, Petar S.
Varbanovb, Jiří J. Klemešb
- V. Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan
diet Alice Rosi1, Pedro Mena 1, Nicoletta Pellegrini 1, Silvia Turrone2,
Erasmus Neviani1, Ilario Ferrocino3, Raffaella Di Cagno4, Luca Ruini5,
Roberto Ciati5, Donato Angelino 1, Jane Maddock6,7, Marco Gobetti4,
Furio Brighenti1, Daniele Del Rio 1 & Francesca Scazzina
- VI. Mediterranean diet and different food models: Measurement and
comparison of environmental costs using the ecological footprint method
Marco Ascione1 , Luigi Campanella1 and Riccarda Antiochia2 *
- VII. The Environmental Foodprint of Obesity Faidon Magkos 1, Inge Tetens1,
Susanne Gjedsted Bügel1, Claus Felby2, Simon Rønnow Schacht1, James O.
Hill3, Eric Ravussin4, and Arne Astrup1
- VIII. Carbon Footprints for Food of Animal Origin: What are the Most
Preferable Criteria to Measure Animal Yields? Gerhard Flachowsky 1,*
and Josef Kamphues 2
- IX. How to reduce the environmental footprint of consumer goods: LCA
studies on fruit and vegetables production Brigit Hofer, Coop Switzerland
37th LCA Discussion Forum, 19th March 2009 Lausanne

- X. Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer Franziska Stoessel,* Ronnie Juraske, Stephan Pfister, and Stefanie Hellweg Institute of Environmental Engineering, ETH Zurich, CH-8093 Zürich
- XI. Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK Peter Scarborough & Paul N. Appleby & Anja Mizdrak & Adam D. M. Briggs & Ruth C. Travis & Kathryn E. Bradbury & Timothy J. Key
- XII. Environment (A Special Report) --- Six Products, Six Carbon Footprints: Everybody's talking about it; But what exactly is a carbon footprint? And how is it calculated? By Jeffrey Ball 3,421 words 6 October 2008 The Wall Street Journal R1 English (Copyright (c) 2008, Dow Jones & Company, Inc.)
- XIII. Mediterranean food consumption patterns: low environmental impacts and significant health–nutrition benefits Y. Aboussaleh¹ *, R. Capone² and H. El Bilali²
- XIV. Improving diet sustainability through evolution of food choices: review of epidemiological studies on the environmental impact of diets Marle`ne Perignon, Florent Vieux, Louis-Georges Soler, Gabriel Masset, and Nicole Darmon
- XV. Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet Sara Sáez-Almendros¹ , Biel Obrador² , Anna Bach-Faig³ and Lluís Serra-Majem^{4,5}