

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ



ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ

«Μελέτη διατροφικής αξίας των ψυχανθών και νέες χρήσεις
για την παραγωγή βιολειτουργικών προϊόντων με στόχο την υγεία
και την ασφάλεια των καταναλωτών»

ΒΛΑΧΟΣΤΕΡΓΙΟΥ Δ. ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Τριμελής Επιτροπής:

Αθανάσιος Γ. Μαυρομάτης (Α. Καθηγητής Α.Π.Θ) / Επιβλέπων

Αθανάσιος Μανούρας (Καθηγητής Π.Θ)

Δημήτριος Γερασόπουλος (Καθηγητής Α.Π.Θ)

ΛΑΡΙΣΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ
ΥΓΙΕΙΝΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Μελέτη διατροφικής αξίας των ψυχανθών και νέες χρήσεις
για την παραγωγή βιολειτουργικών προϊόντων με στόχο την υγεία
και την ασφάλεια των καταναλωτών»**

**“A study on Nutritional Value of Legumes and new uses
for the production of functional food products aiming to the health
and Safety of Consumers”**

ΒΛΑΧΟΣΤΕΡΓΙΟΥ Δ. ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Τριμελής Επιτροπή:

Αθανάσιος Γ. Μαυρομάτης (Α. Καθηγητής Α.Π.Θ) / Επιβλέπων

Αθανάσιος Μανούρας (Καθηγητής Π.Θ)

Δημήτριος Γερασόπουλος (Καθηγητής Α.Π.Θ)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Αναπληρωτή Καθηγητή Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Δρ. Αθανάσιο Μαυρομάτη. Οι λόγοι για τους οποίους θέλω να τον ευχαριστήσω, αφορούν την επιστημονική και πειραματική καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης, συμπεριλαμβάνοντας το κομμάτι συγγραφής και υποστήριξής της. Για τους ίδιους λόγους θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Δρ. Αθανάσιο Μανούρα Καθηγητή του Τμήματος Διατροφής & Διαιτολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον Δρ. Δημήτριο Γερασόπουλο, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την αμέριστη πνευματική και ηθική υποστήριξη που μου χαρίζει απλόχερα και ανιδιοτελώς όλα αυτά τα χρόνια, επισημαίνοντας ότι θα είχα καταφέρει πολύ λιγότερα χωρίς τη συμπαράστασή της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστό ότι τα όσπρια αποτελούν βασικό στοιχείο της ανθρώπινης διατροφής από την αρχαιότητα, ενώ εξαιτίας της υψηλής διατροφικής τους αξίας και παράλληλα της χαμηλής τους τιμής στην αγορά, έχουν χαρακτηριστεί ως «το κρέας των φτωχών».

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ραγδαία η αύξηση του καταστροφικού αποτυπώματος του ανθρώπου στο περιβάλλον. Η υπερκατανάλωση τροφίμων και λιπασμάτων παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων. Έρευνες αποδεικνύουν ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών παίζει καθοριστικό ρόλο στην οικολογία λόγω του φαινομένου της αζωτοδέσμευσης. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών(UN) ανακοίνωσε ως Διεθνές Έτος Οσπρίων το 2016. Ο FAO-UN υποστήριξε ότι τα όσπρια είναι τρόφιμα υψηλής θρεπτικής αξίας, πάροχοι φυτικής πρωτεΐνης με οικονομική προσβασιμότητα, έχουν σημαντικά οφέλη για την υγεία, συμβάλλουν στην προστασία των εδαφών από διάβρωση εμπλουτίζοντας τα με άζωτο από την ατμόσφαιρα ενώ η καλλιέργεια τους προάγει τη βιοποικιλότητα.

Το γεγονός αυτό δημιουργεί μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον στην μελέτη των ψυχανθών ως βασικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα αναλυθούν τα ποιοτικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά ορισμένων ψυχανθών.

Τα τελευταία χρόνια, με την αύξηση του προσδόκιμου ζωής στον δυτικό πολιτισμό, η απαιτητική καθημερινότητα, η ανάγκη του ανθρώπου να ελέγξει και να αποτρέψει ή να καθυστερήσει την εμφάνιση χρόνιων ασθενειών αλλά ταυτόχρονα η περιέργεια για νέες γαστρονομικές επιλογές, έχει στρέψει τους επιστήμονες στην έρευνα μιας καινούργιας κατηγορίας τροφίμων, τα λειτουργικά τρόφιμα. Τα λειτουργικά τρόφιμα προάγουν την υγεία του, μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων ασθενειών όπως είναι ο διαβήτης, η παχυσαρκία, η στεφανιαία νόσος και πολλά άλλα.

Με αφορμή όλα τα παραπάνω, οι σύγχρονες τάσεις του κλάδου της Επιστήμης και Τεχνολογίας των Τροφίμων, στράφηκαν στη δημιουργία νέων καινοτόμων λειτουργικών Τροφίμων. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή θα παρουσιαστούν προτάσεις λειτουργικών προϊόντων με βάση τα ψυχανθή με στόχο την υγεία και την ασφάλεια των καταναλωτών.

Λέξεις Κλειδιά: Ψυχανθή, Ρεβίθι, Φακή, Φασόλι, Λειτουργικά Τρόφιμα

ABSTRACT

It is well known that pulses have been a basic element of the human diet since ancient times, while due to their high nutritional value and low price in the market, they have been characterized as «the meat of the poor».

In recent years, there has been a rapid increase in man's destructive footprint on the environment. Overconsumption of food and fertilizers play a key role on environmental problems. Relevant researches proved that cultivation of pulses play a decisive role in ecology due to the phenomenon of nitrogen fixation. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN) declared 2016 as the International Year of Pulses. The FAO-UN asserted that pulses are highly nutritious foods, affordable plant protein providers with significant health benefits. In addition, they contribute to soil improvement by enriching soils with nitrogen from the atmosphere, while their cultivation promotes biodiversity.

The aforementioned facts create great interest on the study of pulses as basic component of the human diet. In this master's thesis, the qualitative and biochemical characteristics of certain pulses will be analyzed and presented.

Nowadays, the increase in life expectancy in Western civilization along with the demanding everyday life, the need for man to control and prevent or delay the onset of chronic diseases, but at the same time the curiosity for new culinary options, have directed scientists to investigate a new food sector, functional foods. Functional foods promote health, reduce the risk of chronic diseases such as diabetes, obesity, coronary heart disease and more.

In view of all the above, the modern trends in the field of Food Science and Technology turned to new innovative functional Foods. In this thesis, proposals for functional products based on pulses will be presented focusing on consumers' health and safety.

Keywords: legumes, chickpea, lentil, beans, functional foods

Πίνακας Περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
Πίνακας Εικόνων	10
A. ΜΕΡΟΣ : ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	12
1. ΤΑ ΨΥΧΑΝΘΗ- ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	12
1.1. Η Φακή.....	13
1.2. Το Φασόλι.....	14
1.3. Το Ρεβίθι.....	14
2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ.....	15
2.1. Η Καλλιέργεια της Φακής.....	15
2.2. Η Καλλιέργεια του Φασολιού.....	16
2.3. Η Καλλιέργεια του Ρεβιθιού.....	16
3. ΟΣΠΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	17
Η ΣΥΜΒΙΩΤΙΚΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.....	17
4. ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ.....	18
4.1. Οι πρωτεΐνες των οσπρίων.....	18
4.2. Οι Υδατάνθρακες και οι Φυτικές Ίνες.....	20
4.3. Η σύνθεση λιπαρών και λιπαρών οξέων των οσπρίων.....	21
4.4. Οι Βιταμίνες, τα Μέταλλα και τα Ιχνοστοιχεία.....	21
4.5. Οι Βιοδραστικές Ενώσεις.....	22
5. ΠΕΠΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	23
5.1. Ταννίνες.....	24
5.2. Φυτικό οξύ.....	24
5.3. Ολιγοσακχαρίτες.....	24
5.4. Αιμοσυγγολιτίνες.....	25
5.5. Λιποξυγενάσες.....	26
5.6. Αναστολείς πρωτεΐνάσης.....	26
6. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΣΠΡΙΩΝ.....	27
6.1. Θέρμανση.....	27
6.2. Παραδοσιακές Διαδικασίες Ζύμωσης.....	28
7. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟΥΣ.....	29
8. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ.....	31
8.1. Ιστορική Αναδρομή Λειτουργικών Τροφίμων.....	32
8.2. Οφέλη των λειτουργικών τροφίμων στην υγεία.....	32

8.3. Κατηγορίες Λειτουργικών Τροφίμων	33
9. ΟΣΠΡΙΟ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ	34
10. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΨΥΧΑΝΘΗ.....	35
Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	44
B. ΜΕΡΟΣ : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	45
Υλικά και Μέθοδοι	45
1. Γενετικό Υλικό.....	45
2. Γενική Προεργασία	45
2.1. Αντιδραστήρια αντιδιατροφικών παραγόντων (φακή, ρεβίθι).....	45
2.2. Ανάλυση Φυσικών Χαρακτηριστικών των Οσπρίων.....	46
2.3. Ανάλυση Φυσικοχημικών Χαρακτηριστικών των Όσπριων.....	46
2.4. Ανάλυση Ποιοτικών Χαρακτηριστικών.....	47
2.5. Ανάλυση Βιοενεργών Συστατικών	47
2.6. Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας.....	49
2.7. Ανάλυση Τοκοφερολών και Καροτενοειδών.....	50
3. Στατιστική Ανάλυση.....	50
Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	Error! Bookmark not defined.
1. Ρεβίθι.....	52
1.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά.....	52
1.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ρεβιθιού.....	54
1.3. Βιοενεργά συστατικά ρεβιθιού.....	57
1.4. Αντιοξειδωτική δραστηριότητα	58
2. Φακή.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά φακής.....	59
2.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά γενότυπων Φακής	59
2.3. Βιοενεργά Συστατικά φακής.....	62
2.4. Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα Φακής.....	65
3. Φασόλια	Error! Bookmark not defined.
3.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά.....	67
3.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά	67
4. Σύγκριση Χαρακτηριστικών Οσπρίων.....	70
4.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Οσπρίων.....	70
4.2. Βιοδραστικά Συστατικά Οσπρίων.....	72
4.3. Αντιοξειδωτικής Ικανότητας Οσπρίων	73
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	75
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου από άλευρο οσπρίων.....	36
Εικόνα 2 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου άλειμμά με βάση τα όσπρια.....	37
Εικόνα 3 Παράδειγμα vegan ομελέτας ως λειτουργικού τρόφιμου από άλευρο οσπρίων	38
Εικόνα 4 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου συνδυασμός οσπρίων και δημητριακών	38
Εικόνα 5 Παράδειγμα προμαγειρεμένων φαγητών οσπρίων ως λειτουργικού τρόφιμου	40
Εικόνα 6 Παραδείγματα τσιπς και μπισκότων ως λειτουργικού τρόφιμου από άλευρο οσπρίων.....	41
Εικόνα 7 Παράδειγμα παξιμαδιών με όσπρια ως λειτουργικό τρόφιμο	41
Εικόνα 8 Παραδείγματα προμαγειρεμένων οσπρίων ως λειτουργικό τρόφιμο	42
Εικόνα 9 Παραδείγματα βρώσιμων σκευών μιας χρήσης	43
Εικόνα 10 Βάρος 100 σπόρων (100SW) γενότυπων ρεβιθιού	52
Εικόνα 11 Ποσοστό περιβλήματος γενότυπων ρεβιθιού	53
Εικόνα 12 Ποσοστό πρωτεΐνης % επί ξηρού γενότυπων ρεβιθιού.....	54
Εικόνα 13 Ικανότητα διόγκωσης (HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενότυπων ρεβιθιού	55
Εικόνα 14 Χρόνος Μαγειρέματος γενότυπων ρεβιθιού	56
Εικόνα 15 Βιοενεργά Συστατικά γενότυπων ρεβιθιού	57
Εικόνα 16 ABTS ρεβιθιών.....	58
Εικόνα 17 Ποσοστό περιβλήματος γενότυπων φακής.....	59
Εικόνα 18 Ποσοστό πρωτεΐνης % επί ξηρού γενότυπων φακής	60
Εικόνα 19 Ικανότητα διόγκωσης(HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενότυπων φακής.....	61
Εικόνα 20 Χρόνος μαγειρέματος γενότυπων φακής	62
Εικόνα 21 Βιοενεργά συστατικά γενότυπων φακής.....	63
Εικόνα 22 Τοκοφερόλες και Καροτενοειδή γενότυπων φακής	64
Εικόνα 23 Τοκοφερόλες (α,γ,δ-T) γενότυπων φακής.....	65
Εικόνα 24 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα γενότυπων φακής	66
Εικόνα 25 Ποσοστό περιβλήματος του σπόρου φασολιών	67
Εικόνα 26 Πρωτεΐνη % επί ξηρού γενότυπων φασολιού	68

Εικόνα 27 Ικανότητα διόγκωσης(HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενοτύπων φασολιού.....	69
Εικόνα 28 Σύγκριση πρωτεΐνης % επί ξηρού των γενοτύπων φακής, ρεβιθιού και φασολιού.....	71
Εικόνα 29 Χρόνος μαγειρέματος γενοτύπων ρεβιθιού, φακής και φασολιού.....	72
Εικόνα 30 Ολικές φαινόλες και ολικές ταννίνες γενοτύπων ρεβιθιού και φακής.....	73
Εικόνα 31 Αντιοξειδωτική ικανότητα γενοτύπων ρεβιθιού και φακής.....	74

A. ΜΕΡΟΣ : ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. ΤΑ ΨΥΧΑΝΘΗ- ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια *Papilionaceae* (παλαιότερα *Leguminoseae* ή *Fabaceae*) των οποίων οι σπόροι αντιπροσωπεύουν βασικό πυλώνα της ανθρώπινης διατροφής από την αρχαιότητα έως και σήμερα.

Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει πολλά γένη και είδη, τα οποία είναι ετήσια ή πολυετή, θαμνώδη ή δενδρώδη, έρποντα ή αναρριχώμενα. Τα ψυχανθή χωρίζονται σε τέσσερεις κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση τους, τα καρποδοτικά για ανθρώπινη κατανάλωση και διατροφή ζώων, τα χορτοδοτικά, καρποδοτικά-χορτοδοτικά των οποίων χρησιμοποιείται ολόκληρο το φυτό στη διατροφή ζώων και τα φυτά χλωράς λίπανσης.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με τα καρποδοτικά ψυχανθή ανθρώπινης κατανάλωσης. Στα καρποδοτικά ανθρώπινης κατανάλωσης ανήκουν τα όσπρια, τα οποία είναι τα φασόλια, η φακή, το ρεβίθι, τα κουκιά, οι γίγαντες, το λαθούρι και ο αρακάς, καθώς και η αραχίδα, το λούπινο και η σόγια. Σήμερα, τα ψυχανθή ανθρώπινης κατανάλωσης αποτελούν μεγάλο κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής, προσφέροντας πολλά οφέλη στην υγεία του καταναλωτή συμβάλλοντας παράλληλα στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική προστασία. Για να επιτευχθούν οι προαναφερόμενοι στόχοι, είναι απαραίτητο να αυξηθεί η παγκόσμια παραγωγή τους, να βελτιωθεί η έρευνα για ανάπτυξη νέων ποικιλιών, να αναπτυχθούν νέες στρατηγικές διαχείρισης ώστε να καλυφθούν οι τρέχουσες προκλήσεις της εποχής μας. Υπό αυτό το πλαίσιο, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών(UN) ανακοίνωσε ως Διεθνές Έτος Οσπρίων το 2016. Ο FAO-UN υποστήριξε ότι τα όσπρια είναι τρόφιμα υψηλής θρεπτικής αξίας, πάροχοι φυτικής πρωτεΐνης με οικονομική προσβασιμότητα, έχουν σημαντικά οφέλη για την υγεία, συμβάλλουν στην προστασία των εδαφών από διάβρωση εμπλουτίζοντας τα με άζωτο από την ατμόσφαιρα ενώ η καλλιέργεια τους προάγει τη βιοποικιλότητα.

1.1.Η Φακή

Η φακή (*Lens culinaris*) είναι μία από τις πολυτιμότερες και αρχαιότερες καλλιέργειες όσπριων που καλλιεργούνται στον κόσμο. Η προέλευση της φακής είναι από την Εγγύς Ανατολή (Zohary, 1996), (Zohary D., Hopf M.,1973) και τη Μικρά Ασία και στη λεκάνη της Μεσογείου (Cubero,1981). Η φακή είναι ένα από τα κυριότερα όσπρια και καλλιεργείται κυρίως στις ημίξηρες περιοχές του κόσμου. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή το 2018 ήταν 6,3 εκατομμύρια τόνοι. Η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή φακής είναι ο Καναδάς και η Ινδία, στη συνέχεια έρχονται η Τουρκία, η Αυστραλία, το Νεπάλ, η Κίνα, το Μπακλαντές, η Η.Π.Α, το Ίραν, η Αιθιοπία και το Πακιστάν (FAO 2002). Ο ξηρός καρπός χρησιμοποιείται ως όσπριο, ελάχιστη ποσότητα χαμηλής ποιότητας σπορίων χρησιμοποιείται στη διατροφή των πουλερικών και συνήθως ως ζωοτροφή χρησιμοποιούνται και τα υπολείμματα του φυτού που μένουν μετά τον αλωνισμό. Μεταξύ δώδεκα γνωστών ειδών φακής το *Lens culinaris Medik. Subsp. Culinaris* είναι το μόνο καλλιεργήσιμο. Ανήκει στην οικογένεια Fabaceae και στη φυλή Viciae και είναι διπλοειδές ($2n=14$ χρωμοσώματα). Το ριζικό της σύστημα διακρίνεται σε τρεις τύπους, στο πλούσια διακλαδισμένο, επιφανειακό, στο περιορισμένα διακλαδιζόμενη κύρια πασσαλώδη ρίζα που εισχωρεί στο βάθος και στον ενδιάμεσο τύπο (Saxena, Hawtin,1981). Η μορφή του ριζικού συστήματος εξαρτάται τόσο από το γενότυπο όσο και από τις εδαφικές συνθήκες των περιοχών όπου οι γενότυποι αυτοί εξελίχθηκαν. Τόσο στη ρίζα όσο και στις πλάγιες διακλαδώσεις σχηματίζονται φυμάτια φυμάτια, συνεχούς ανάπτυξης, με σχήμα συνήθως επίμηκες ωοειδές αλλά και στρογγυλό. Το υπέργειο τμήμα του φυτού αποτελείται από τον κύριο βλαστό και από την πρώτη και δεύτερης τάξης διακλαδώσεις. Ανάλογα με τον τρόπο έκπτυξης των βλαστών, οι διάφορες ποικιλίες μπορεί να έχουν ανάπτυξη όρθια ή έρπουσα καθώς και όλες τις ενδιάμεσες μορφές Τα φύλλα είναι σύνθετα και περιγράφονται ως πτερωτά ή περιττόληκτα πτερωτά. Τα άνθη φέρονται μεμονωμένα ή σε ομάδες των 2-3 άνθεων στην άκρη του ποδίσκου, ο οποίος εκφύεται από τις μασχάλες των ανώτερων φύλλων του φυτού. Τα άνθη είναι μικρά με χρώμα λευκό,ελαφρώς ροδόχρουν. Οι λοβοί είναιλείοι, πεπλατυσμένοι με διαστάσεις 6-20mm μήκος . Σε κάθε ποδίσκο σχηματίζονται ένας με δύο λοβοί συνήθως. Οι σπόροι έχουν σχήμα αμφίκυρτου φακού, έχουν βάρος 20-80 mg και διάμετρο έως 9mm. Το περισπέρμιο μπορεί να έχει διάφορα χρώματα όπως ανοιχτό κόκκινα, καφέ, γκρι, μαύρο και συχνά μπορεί να έχουν σκούρες κηλιδώσεις. Οι κοτυλήδονες έχουν χρώμα κίτρινο έως πορτοκαλί.

1.2. Το Φασόλι

Το φασόλι *Phaseolus vulgaris* είναι φυτό ποώδες, ετήσιο με ανάπτυξη βλάστησης νάνα ή αναρριχώμενη. Σε μεγάλο βαθμό αυτογονιμοποιείται και περιλαμβάνει πολλούς τύπους που διαφέρουν ως προς το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα των λοβών και των σπερμάτων. Καλλιεργείται ως φυτό μεγάλης καλλιέργειας για την παραγωγή ξηρών σπερμάτων πλουσίων σε πρωτεΐνες (όσπρια) ή ως λαχανικό για την παραγωγή νωπών - φρέσκων λοβών.

Εκτός του *P. vulgaris*, σε ορισμένες περιοχές καλλιεργείται σε σχετικά μικρές εκτάσεις και το *P. mungo* var. *aureus*, με προέλευση από την Κεντρική Ασία, το οποίο είναι φυτό ποώδες ορθόκλαδο, νάνο με τριχωτά στελέχη και λοβούς, το οποίο σχηματίζει σπέρματα μικρού μεγέθους, πράσινου χρώματος τα οποία χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου ως όσπρια. Επίσης στην Ελλάδα (στον Ν. Καστοριάς) καλλιεργείται και το είδος *Phaseolus coccineus* (Δαλιάνης 1993, Νικόπουλος 2004, Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

1.3. Το Ρεβίθι

Το ρεβίθι (*Cicer arietinum* L.), είναι το μόνο καλλιεργούμενο είδος του γένους *Cicer*, όπου στο γένος αυτό αναφέρονται 43 είδη εκ των οποίων τα 9 είναι ετήσια, τα 33 πολυετή και ένα που ακόμα δεν έχει προσδιοριστεί. Το ρεβίθι προέρχεται από την περιοχή της νοτιοανατολικής Τουρκίας και των γειτονικών περιοχών της Συρίας.

Το ρεβίθι είναι γνωστό στη χώρα μας από αρχαιοτάτων χρόνων. Στις μέρες μας το ρεβίθι καλλιεργείται σε πολλές χώρες της Ν. και Δ. Ασίας, της Β. και Α. Αφρικής, της Ν. Ευρώπης, της Ν. και Β. Αμερικής και στην Αυστραλία. Είναι από τα σπουδαιότερα καρποδοτικά ψυχανθή

2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ

2.1. Η Καλλιέργεια της Φακής

Τα πρώτα ευρήματα της φακής χρονολογούνται από το 11.000 π.Χ. και βρέθηκαν στο σπήλαιο Φράγγθι στην Ελλάδα. Επίσης, μικροί σπόροι (2-3 mm) φακής βρέθηκαν στο Mureybet στη Συρία και έχουν χρονολογηθεί στο 8500-7500 π.Χ. (van Zeist 1971, Zohary 1972, Hansen, Renfrew 1978). Κατά τη νεολιθική εποχή, έχουν βρεθεί υπολείμματα φακής και χρονολογούνται το 7000 π.Χ. (Helbaek, 1959). Σε ευρήματα που βρέθηκαν σε αρχαιολογικό χώρο του βόρειου Ισραήλ διαπιστώνεται ξεκάθαρα ότι από το 6800 π.Χ. η φακή αποτελούσε κομμάτι της γεωργίας. Απανθρακωμένοι σπόροι φακής έχουν ανακτηθεί από διάφορα μέρη όπως το Tell Mannas στη Συρία (6250-5950 π.Χ.), στη Beidha στην Ιορδανία, στη Hacilar στην Τουρκία (5800-5000 π.Χ.) και στη Tere Sabz στο Ιράν (5500-5000 π.Χ.) (Zeist, Bottema 1971, Helbaek 1970). Στην Ελλάδα, οι φακές χρονολογούνται από το 6000-5000 π.Χ. , στην Άργισσα Μαγούλα της Θεσσαλίας (Hopf, 1962) και στη Νέα Μικομήδεια στη Μακεδονία (Renfrew 1969, Van Zeist, Bottema 1971). Την ίδια περίοδο βρέθηκαν υπολείμματα φακής και στην Αίγυπτο (Helbaek 1963). Τα επαναλαμβανόμενα ευρήματα φακής σε πρώιμους αγροτικούς οικισμούς το 5000 π.Χ. υποδεικνύει την εξημέρωση της φακής. Στους νεολιθικούς χρόνους, η φακές εξαπλώθηκαν στην κοιλάδα του Νείλου και από κει στην Αιθιοπία. Οι φακές προς την ανατολή εξαπλώθηκαν πρώτα στη Γεωργία το 5.000 π.Χ., το 4.000 π.Χ. εμφανίστηκε στην Ινδία και γύρω στο 2.500-2.000 π.Χ. στο Πακιστάν. Αναφορές στις φακές φανερώνεται σε παλιά αιγυπτιακά έγγραφα της 12^{ης} δυναστείας (2.000-1.167 π.Χ.) και σε μία επιγραφή της βασιλείας του Ramses III (Friedrich et al. 1989). Επίσης, ο Θεόφραστος έγραψε για τις μεθόδους καλλιέργειας φακής. Επιπλέον, από την κλασική λογοτεχνία, όπως περιγράφεται στον Πλούτο του Αριστοφάνη, αποδεικνύεται η θέση της φακής ως βασική τροφή του φτωχότερου στρώματος του ελληνικού πληθυσμού. Η αξία της φακής στους ρωμαϊκούς χρόνους ως βασικό συστατικό της διατροφής τους υποδηλώνεται από την χρήση τους ως τελετουργική δωρεά σε ρωμαϊκούς τάφους (Collis, 1978).

2.2. Η Καλλιέργεια του Φασολιού

Η καλλιέργεια του φασολιού πραγματοποιείται σε πολλά σημεία όλης της γης, ωστόσο συναντάτε κυρίως στη Λατινική Αμερική και στην Αφρική. Οι χώρες στις οποίες είναι πολύ διαδεδομένη η καλλιέργεια του φασολιού είναι η Βραζιλία, η Ινδία, η Κίνα, η Μυανμάρ, το Μεξικό και οι Η.Π.Α. Η καλλιέργεια των μαύρων φασολιών στην Ελλάδα χρονολογούνται από τον 3ο αιώνα π.Χ. και προέρχονται από τη Δυτική Αφρική, σε αντίθεση με τα κοινά φασόλια και τα φασόλια γίγαντες που έρχονται στην Ευρώπη μετά την ανακάλυψη της Αμερικής.

Η καλλιέργεια του φασολιού στην Ελλάδα μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλη της την έκταση, όπου γίνεται τόσο για την παραγωγή νωπών λοβών όσο και για την παραγωγή ξηρών σπερμάτων. Η καλλιέργεια του φασολιού για την παραγωγή ξηρών σπερμάτων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη κυρίως στους νομούς Φλώρινας, Καστοριάς και Καβάλας, αλλά και σε άλλες περιοχές διάσπαρτες σε όλη την Ελλάδα. Ωστόσο, η παραγωγή ξηρών σπερμάτων είναι ελλειμματική, παρόλο που τα ξηρά φασόλια αποτελούν το κύριο καλλιεργούμενο και καταναλώσιμο βρώσιμο όσπριο.

2.3. Η Καλλιέργεια του Ρεβιθιού

Το ρεβίθι εξημερώθηκε μαζί με άλλες καλλιέργειες όπως το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη, τα μπιζέλια, η φακή, και ο βίκος (Harlan, 1971, Abbo et al. 2003a), ως μέρος της εξέλιξης της γεωργίας πριν από 12.000-10.000 χρόνια (Zohary, Hopf 1973, Bar Yosef, 1998). Οι περιοχές του δυτικού Ιράν, του Ιράκ, της Ιορδανίας, του Ισραήλ και της νοτιοανατολικής Τουρκίας ανέπτυξαν ένα σύστημα εξημέρωσης, συγκομίζοντας άγρια φυτά και προσπαθώντας να τα καλλιεργήσουν. Οι ιστορικές αναφορές που έχουν βρεθεί είναι από το 7500 π.Χ. (Harlan, 1971), ίσως και νωρίτερα (Hillman et al. 1989). Οι αρχαιότερες αναφορές για την χρήση του ρεβιθιού ως τροφή είναι από τον 8 π.Χ. αιώνα στη Συρία (Tanno, Willcox, 2006) και το 7500-6800 π.Χ. στην Τουρκία (van Zeist, Bottema, 1972). Η καλλιέργεια του είναι τεκμηριωμένη από το 3300 π.Χ. στην Αίγυπτο και στη Μέση Ανατολή (van der Maesen, 1972). Κατά την νεολιθική εποχή, εξαπλώθηκαν δυτικά στην Ελλάδα. Μέχρι την εποχή του χαλκού, το ρεβίθι είχε διαδοθεί ευρέως στην Κρήτη και από το Ιράκ έως την Ινδία, όπου έχουν βρεθεί ευρήματα στους οικισμούς του Πακιστάν (Vishnu-Mittre, Savithri, 1982). Την εποχή του Σιδήρου, το ρεβίθι παγίωσε τη διανομή

του στη Νότια και Δυτική Ασία για πρώτη φορά. Στην Ιλιάδα του Ομήρου (1000-800 π.Χ.) γίνεται αναφορά για τη χρήση του ρεβιθιού ως τρόφιμο και ως φάρμακο (van der Maesen, 1972). Η καλλιέργεια εξαπλώθηκε στην Ευρώπη και τη δυτική-κεντρική Ασία από το 5500 π.Χ. και μετά (Harlan, 1992, Damania, 1998, Harris, 1998). Το ρεβίθι εισήχθη στον Νέο Κόσμο από τους Ισπανούς και τους Πορτογάλους τον 16^ο αιώνα μ.Χ.. Τα ρεβίθια Desi, πιθανότατα εισήχθησαν στην Λένυα από τους Ινδούς μετανάστες κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα. Πρόσφατα προγράμματα καλλιέργειας και παραγωγής ρεβιθιών ξεκίνησαν στις ΗΠΑ, στην Αυστραλία και στον Καναδά.

3. ΟΣΠΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η ΣΥΜΒΙΩΤΙΚΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Η θέση των οσπρίων στη γεωργία και στην αειφορία του περιβάλλοντος είναι καθοριστική και πολύ σημαντική. Μία βασική ικανότητα των ψυχανθών είναι να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας. Το βασικό αυτό χαρακτηριστικό των οσπρίων και οι ευεργετικές επιδράσεις στη γεωργία έχουν καταγραφεί από τον Θεόφραστο (370- 285 π.Χ.) στη αρχαία Ελλάδα. Στην ρωμαϊκή περίοδο, η καλλιέργεια των ψυχανθών αποτελούσε τη βασική μέθοδο της αμειψισποράς. Ο ρόλος των ψυχανθών στη διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους ήταν γνωστός πολύ πριν τη χρήση των λιπασμάτων. Η δυνατότητα των ψυχανθών να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο οφείλεται στη συμβιωτική τους σχέση με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια του εδάφους, γνωστά ως ριζόβια (Rhizobia), τα οποία δημιουργούν φυμάτια στις ρίζες των ψυχανθών φυτών. Η συμβιωτική αυτή σχέση προσφέρει ευεργετικά αποτελέσματα τόσο στο φυτό όσο και στο βακτήριο. Το φυτό παρέχει στα ριζόβια ένα περιβάλλον πλούσιο σε φωτοσυνθετικά παραγόμενο οργανικό άνθρακα και απαλλαγμένο από τον ανταγωνισμό άλλων μικροοργανισμών. Με τη σειρά τους, τα ριζόβια καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών του φυτού σε αφομοιώσιμο άζωτο. Η συσχέτιση του ψυχανθούς με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια πιθανώς εξηγεί το γεγονός ότι οι προσαρμοστικές συνθήκες δημιούργησαν περίπου 19.500 είδη ψυχανθών (Sprent J.I., 2009). Η εγκατάσταση και λειτουργία μιας αποτελεσματικής συμβίωσης μεταξύ φυτού και των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων είναι αρκετά πολύπλοκο φαινόμενο που υφίσταται επιδράσεις τόσο ενδογενείς όσο και εξωγενείς. Το αποτέλεσμα της συμβίωσης είναι η ανάπτυξη ενός

διαφοροποιημένου ιστού στις ρίζες του φυτού, όπου δεσμεύεται το άζωτο της ατμόσφαιρας. Ο ιστός αυτός ονομάζεται φυμάτιο. Το χαρακτηριστικό αυτό των ψυχανθών έχει σημαντική οικολογική και οικονομική σημασία, καθώς εξασφαλίζει το ένα τέταρτο της ετήσιας ποσότητας αζώτου που δεσμεύεται στον πλανήτη. Λόγω αυτής της ιδιότητάς τους τα ψυχανθή αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των συστημάτων αμειψισποράς, που έχουν ως στόχο την ενίσχυση των θρεπτικών ανόργανων στοιχείων, τη γονιμότητα και δομή του εδάφους.

4. ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ

4.1. Οι πρωτεΐνες των οσπρίων

Η περιεκτικότητα των σπόρων των ψυχανθών σε πρωτεΐνη εξαρτάται από το είδος του ψυχανθούς. Εκτός από τον γενότυπο σημαντική είναι η επίδραση των εδαφοκλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή που καλλιεργούνται, με βασικό παράγοντα το άζωτο που βρίσκεται στη διάθεση του φυτού. Οι πρωτεΐνες συναντώνται αποθηκευμένες στα παρεγχυματικά κύτταρα των κοτυληδόνων, σε ειδικά οργανίδια τα οποία περιβάλλονται από μεμβράνη, και με αυτόν τον τρόπο παραμένουν αμετάβλητες κατά την ωρίμανση σπόρων. Ο στόχος τους είναι η παροχή, μετά από υδρόλυση, ενέργειας και αμινοξέων στο αναπτυσσόμενο φυτάριο κατά το φύτεμα.

Η πρώτη κατηγορία πρωτεϊνών που περιέχονται στους σπόρους των ψυχανθών ονομάζονται γλοβουλίνες, ή «αποθηκευτικές πρωτεΐνες», οι οποίες είναι αδιάλυτες στο νερό, αλλά διαλυτές σε αραιά αλατούχα διαλύματα (Duranti, 2006). Επίσης, σημαντικές πρωτεΐνες των οσπρίων είναι η λεγουμίνη (11S) και η βισιλίνη (7S). Οι 11S και 7S είναι αποθηκευτικές πρωτεΐνες οσπρίων και είναι φτιαγμένες από πολυμορφικές υπομονάδες (Schwenke, 2001).

Επιπλέον, μία άλλη κατηγορία είναι οι καταλυτικές πρωτεΐνες (ένζυμα) στις οποίες ανήκουν οι αλβουμίνες, οι οποίες είναι υδατοδιαλυτές, και συμμετέχουν σχεδόν όλες τις αντιδράσεις του φυτού. Στις Αλβουμίνες περιλαμβάνονται οι ενζυμικές πρωτεΐνες, οι αναστολείς πρωτεασών, οι αναστολείς της αμυλάσης και οι λεκτίνες.

Επίσης, στα όσπρια υπάρχουν και πρωτεΐνες δευτερεύουσας σημασίας για το φυτό όπως είναι οι αναστολείς της τρυψίνης και της α-αμυλάσης, οι λεκτίνες, οι ουρεάσες κ.α., οι

οποίες συνδέονται με την θρεπτική αξία των σπόρων (Duranti και Guis 1997) (Tiwari and Singh 2015). Άλλες πρωτεΐνες που βρίσκονται σε όσπρια είναι οι προλαμίνες και οι γλουτελίνες (Gupta, Dhillon, 1993, Saharan, Khetarpaul, 1994). Οι Προλαμίνες είναι διαλυτές σε αλκοολικά διαλύματα και χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά προλίνης και γλουταμίνης (Tiwari, Singh (2015). Οι Γλουτελίνες , από την άλλη πλευρά, είναι διαλυτές σε αραιά οξέα ή αλκαλικά απορρυπαντικά (Osborne , 1924). Οι γλουτελίνες περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση μεθειονίνης και κυστίνης από τις σφαιρίνες, γεγονός που τους προσδίδει υψηλότερη διατροφική αξία. Κατά συνέπεια, ορισμένοι ερευνητές έχουν προτείνει ότι η αναπαραγωγή και καλλιέργεια οσπρίων με υψηλότερη συγκέντρωση σε γλουτελίνη, ώστε να παρέχουν υψηλή ποιότητας πρωτεΐνη (Singh & Jambunathan , 1982).

Η θρεπτική αξία των πρωτεϊνών κάθε τροφίμου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεσή του από απαραίτητα αμινοξέα καθώς και τη πεπτικότητά τους (Young, Pellet, 1994). Το φασόλι, το ρεβίθι , το μπιζέλι και οι φακές περιέχουν 17-30% πρωτεΐνη με διάφορες συγκεντρώσεις των απαραίτητων αμινοξέων που εξαρτώνται από το είδος του οσπρίου και τον γενότυπο (Sathe, Deshpande & Salunkhe, 1984). Οι πρωτεΐνες των οσπρίων είναι γενικά υψηλής περιεκτικότητας σε λυσίνη, λευκίνη, ασπαρτικό οξύ, γλουταμινικό οξύ και αργινίνη. Ωστόσο, ορισμένα είδη οσπρίων έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα, που περιέχουν θείο (SCAA), μεθειονίνη, κυστίνη και κυστεΐνη και τρυπτοφάνη, γι' αυτό το λόγο θεωρούνται ατελής πηγή πρωτεΐνης (Kouris-Blazos A, Belski R, 2016). Το χαμηλό επίπεδο SCAA στα όσπρια δεν είναι εντελώς αρνητικός παράγοντας, διότι διευκολύνει την κατακράτηση του ασβεστίου. Τα ιόντα υδρογόνου που παράγονται από τη διάσπαση του SCAA προκαλούν απομεταλλοποίηση των οστών και συνεπώς την απέκκριση του ασβεστίου στα ούρα. Ως εκ τούτου, η πρωτεΐνη οσπρίων μπορεί να βελτιώσει την κατακράτηση ασβεστίου σε σύγκριση με πρωτεΐνες υψηλής περιεκτικότητας SCAA όπως οι πρωτεΐνες ζωικής ή δημητριακής προέλευσης. Όπως αναφέρθηκε, τα δημητριακά έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε SCAA και χαμηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη και τα όσπρια το αντίθετο (FAO, 2016). Έτσι, για να εξασφαλιστεί η διατροφική ισορροπία, συνίσταται να καταναλώνονται όσπρια και δημητριακά σε αναλογία 35:65 (Maphosa Y, Jideani VA, 2017). Σε όλο τον κόσμο, παρατηρούνται παραδοσιακοί συνδυασμοί που προτείνουν τα όσπρια σε συνδυασμό με δημητριακά, όπως φασόλια με τортίγες καλαμποκιού στο Μεξικό, σόργο και μπιζέλια στην Αφρική, ρύζι και φασόλια στη νότια Αφρική και στη Λατινική Αμερική.

Επιπλέον, έρευνες δείχνουν, ότι η πρωτεΐνη των οσπρίων συμβάλλει στη μείωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας, που είναι γνωστός παράγοντας που συμβάλει στη εμφάνιση στεφανιαίων παθήσεων (Philips RD 1993).

4.2.Οι Υδατάνθρακες και οι Φυτικές Ίνες

Τα όσπρια είναι μια πηγή σύνθετων, ενεργειακών υδατανθράκων με ποσοστό έως και 60% (ξηρό βάρος)(Leonard E. 2012). Τα όσπρια χαρακτηρίζονται από χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη (GI) και επιτυγχάνεται ο καλύτερος έλεγχος της γλυκόζης στο αίμα (Khalid II, Elharadallou SB, 2013). Το γεγονός αυτό καθιστά τα όσπρια κατάλληλη τροφή προς κατανάλωση από άτομα που πάσχουν από διαβήτη. Επιπλέον, τα όσπρια δεν περιέχουν γλουτένη, καθιστώντας τα κατάλληλα για άτομα που πάσχουν από κοιλιοκάκη ή άτομα ευαίσθητα στις πρωτεΐνες γλιαδίνη και γλουτενίνη (FAO 2016). Επιπλέον, τα όσπρια είναι πολύτιμη πηγή διαιτητικών ινών (5-37%), τόσο διαλυτών όσο και αδιάλυτων (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016), (Leonard E. 2012). Στα μονομερή των διαιτητικών ινών περιλαμβάνονται η γλυκόζη, η γαλακτόζη, η φουκόζη, η αραβινόζη, η ραμνόζη, η ξυλόζη και η μαννόζη (Maphosa Y, Jideani VA, 2017). Επιπλέον, τα όσπρια περιέχουν σημαντικές ποσότητες ανθεκτικού αμύλου και ολιγοσακχαριτών, κυρίως ραφινόζης, οι οποίοι αναφέρεται ότι έχουν πρεβιοτικές ιδιότητες (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016). Αυτά ζυμώνονται από προβιοτικά και προκύπτουν λιπαρά οξέα μικρής αλυσίδας που βελτιώνουν την υγεία του παχέος εντέρου και μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου (Anonymous 2013, Maphosa Y, Jideani VA. 2016, Tamang JP, Shin DH, Jung SJ, Chae SW. 2016). Κάτι άλλο που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι οι διαιτητικές ίνες, και κυρίως οι διαλυτές διαιτητικές φυτικές ίνες, έχουν την ικανότητα να μειώνουν τη χοληστερόλη στο αίμα, βελτιώνοντας την ανοχή στη γλυκόζη και μειώνουν τη γλυκαιμική απόκριση σχηματίζοντας μία προστατευτική επένδυση γέλης κατά μήκος των τοιχωμάτων του εντέρου, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αφομοίωση της γλυκόζης και της χοληστερόλης στην κυκλοφορία του αίματος (Maphosa Y, Jideani VA. 2016, Karner T. 2016, Danish Whole Grain Partnership. 2014). Οι αδιάλυτες διαιτητικές ίνες είναι πορώδη, έχουν χαμηλή πυκνότητα, αυξάνουν τον όγκο των κοπράνων και προάγουν την φυσιολογική χαλάρωση (Bliss DZ, Savik K, Jung HG, Whitebird R, Lowry A, Sheng X. 2014. , Myriam M, Grundy L, Edwards CH, Mackie AR, Gidley MJ, Butterwort PJ, Ellis PR. 2016, Bliss DZ, Weimer PJ, Jung HG, Savik K. 2013). Διάφορα κλάσματα

διαιτητικών ινών από όσπρια χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία αρτοποιίας, κρέατος και ποτών ως σταθεροποιητές, ενισχυτικά, παράγοντες ρύθμισης όγκου, αντικαταστάτες λίπους και γαλακτωματοποιητές (Philips RD 1993, Messina MJ. 2016, Leonard E. 2012).

4.3. Η σύνθεση λιπαρών και λιπαρών οξέων των οσπρίων

Τα λιπίδια των οσπρίων αποτελούνται από ουδέτερα λιπίδια (μόνο-, δι-, και τριγλυκερίδια) και από λιπαρά οξέα (φωσφολιπίδια, γλυκιολιπίδια, στερόλες, εστέρες στερολών και λιποπρωτεΐνες). Παρουσιάζουν ποσοστό 1-4% με τα πιο σημαντικά να είναι συστατικά να είναι το λινολεϊκό (2-53%) και λινολενικό (4-22%) (Tiwari and Singh 2012). Τα όσπρια δεν έχουν χοληστερόλη και είναι γενικά χαμηλά σε λιπαρά, με $\pm 5\%$ ενέργεια από το λίπος (Messina MJ. 2016) με εξαίρεση τα ρεβύθια ($\pm 15\%$) και τη σόγια ($\pm 47\%$). Το λίπος στα όσπρια αποτελείται από σημαντικές ποσότητες μονό- και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) και δεν περιλαμβάνονται καθόλου κορεσμένα λιπαρά οξέα (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016). Το υψηλότερο ποσοστό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (71,1%) και μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (34%) βρίσκονται στα φασόλια και στα ρεβίθια, αντίστοιχα (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016). Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που υπάρχουν σε ορισμένα όσπρια περιλαμβάνουν το απαραίτητο ωμέγα-6 λινολεϊκό οξύ (C18:2, Ω6) και τα ωμέγα -3άλφα-λινολενικό οξύ (C18:3, ω-3). Αυτά τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα για την ανθρώπινη υγεία, δεδομένου ότι το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να τα συνθέσει μόνο του, και είναι απαραίτητο να συμπεριλαμβάνονται στην διατροφή του σε επαρκείς ποσότητες (FAO 2016).

4.4. Οι Βιταμίνες, τα Μέταλλα και τα Ιχνοστοιχεία

Τα όσπρια είναι πλούσια πηγή βιταμινών της ομάδας B, όπως το φυλλικό οξύ, η θειαμίνη και η ριβοφλαβίνη, αλλά είναι φτωχή πηγή λιποδιαλυτών βιταμινών και βιταμίνης C (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016). Το φυλλικό οξύ είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό συστατικό και έχει συσχετιστεί με την μείωση του κινδύνου εμφάνισης ελαττώματος του νευρικού σωλήνα όπως η δισχιδής ράχη σε νεογέννητα μωρά (Messina MJ. 2016, FAO 2016). Επίσης, τα όσπρια είναι πηγές των βασικών μετάλλων ψευδάργυρος, σίδηρος, ασβέστιο, σελήνιο, φώσφορος, χαλκός, κάλιο, μαγνήσιο και χρώμιο (Kouris-Blazos A,

Belski R. 2016 Brigide P, Guidolin CS, Oliveira SM. Nutritional 2014). Αυτά τα μικροθρεπτικά συστατικά παίζουν σημαντικό ρόλο στη διεξαγωγή διάφορων διαδικασιών του μεταβολισμού, όπως για παράδειγμα το ασβέστιο για την υγεία των οστών, ο χαλκός για το ένζυμο δραστηριότητας και μεταβολισμού του σιδήρου, το χρώμιο και ο ψευδάργυρος για τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και λιπιδίων, ο σίδηρος για την σύνθεση της αιμοσφαιρίνης καθώς και ο ψευδάργυρος για την πρωτεϊνική σύνθεση και σταθεροποίηση της πλασματικής μεμβράνης.

Γενικά, τα όσπρια έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο, επιθυμητό γεγονός τα τελευταία χρόνια που συνίσταται η μείωση του νατρίου (Leonard E. 2012).

Παρόλο, που τα όσπρια έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο, η βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου είναι φτωχή, επομένως μειώνεται η αξία των οσπρίων ως πηγή σιδήρου (Messina MJ. 2016). Ωστόσο, εάν τα όσπρια καταναλώνονται σε συνδυασμό με τροφές πλούσιες σε βιταμίνη C, η απορρόφηση του σιδήρου αυξάνεται.

4.5.Οι Βιοδραστικές Ενώσεις

Τα όσπρια περιέχουν μη θρεπτικές βιοδραστικές ενώσεις, όπως φωτοχημικά και αντιοξειδωτικά συστατικά (FAO 2016). Σ' αυτά περιλαμβάνονται οι ισοφλαβόνες, οι λιγνάνες, οι αναστολείς πρωτεάσης, οι αναστολείς θρυψίνης και χυμοθρυψίνης, οι σαπωνίνες, τα αλκαλοειδή και τα φυτοοιστρογόνα. Οι περισσότερες από αυτές τις χημικές ουσίες και ονομάζονται “αντιθρεπτικά συστατικά”. Παρόλο που είναι μη τοξικά, δημιουργούν δυσμενείς φυσιολογικές επιδράσεις και παρεμποδίζουν την πεπτικότητα των πρωτεϊνών καθώς και τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων μετάλλων. Τα περισσότερα από αυτά τα αντιθρεπτικά συστατικά είναι θερμικά ασταθή, δεδομένου ότι τα όσπρια καταναλώνονται μαγειρεμένα, δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή (Sanchez-Chino X, Jomenez-Martinez C, Davila-Ortiz G, Alvarez-Gonzalez I, MadrigalBujaidar E. 2015). Έρευνες δείχνουν ότι τα περισσότερα από τα μη θρεπτικά συστατικά είναι φυτοχημικά με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, παίζοντας σημαντικό ρόλο στην πρόληψη ορισμένων μορφών καρκίνου, καρδιακών παθήσεων, οστεοπόρωσης και άλλες χρόνιες εκφυλιστικές ασθένειες (Bouchenak M, Lamri-Senhadji M. 2013, Messina MJ. 2016). Η αντιοξειδωτική ικανότητα των οσπρίων τους επιτρέπει να αναστέλλουν ή να επιβραδύνουν τις οξειδωτικές διεργασίες που απευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για

εκφυλιστικές ασθένειες από αλληλεπίδραση και σάρωση ελεύθερων ριζών και δραστικών ειδών οξυγόνου, χηλικοί καταλύτες μετάλλων, ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών ενζύμων καθώς και αναστολή οξειδασών (Maphosa Y, Jideani VA.2016). Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση των οσπρίων στο καθημερινό διαιτολόγιο του ανθρώπου θα μπορούσε να προσφέρει προστασία από χρόνιες ασθένειες (Carbonaro, M. Chemico 2015). Ως εκ τούτου, τα όσπρια θα πρέπει να διερευνηθούν για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων.

Οι σαπωνίνες και οι γλυκοσίδες είναι μια άλλη ομάδα βιοδραστικών ενώσεων που υπάρχουν σε όσπρια όπως οι φακές, ρεβίθια, σόγια και αρακάς. Αυτές οι ενώσεις σχηματίζουν αδιάλυτα σύμπλοκα με 3-β-υδροξυστεροειδή και σχηματίζουν μικκύλια με χολικό οξύ και χοληστερόλη, διευκολύνοντας έτσι την απέκκρισή τους από τον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτές οι ενώσεις έχει επίσης, αναφερθεί ότι έχουν υποχοληστερολαιμική και αντικαρκινογόνο δράση (Kouris-Blazos A, Belski R.,2016). Άλλες σημαντικές βιοδραστικές ενώσεις που βρίσκονται στα όσπρια είναι οι πολυφαινόλες, οι φλαβανο-3-όλες, οι ανθοκυανίνες/ ανθοκυανιδίνες, οι συμπυκνωμένες τανίνες/ προανθοκυανιδίνες και οι τοκοφερόλες (Sanchez-Chino X, Jomenez-Martinez C, Davila-Ortiz G, Alvarez-Gonzalez I, MadrigalBujaidar E. 2015). Η συγκέντρωση πολυφαινολών όπως η γλουταθειόνη και οι τοκοφερόλες στα όσπρια κυμαίνεται από 320-2404μg/100g. Αν και οι τανίνες θεωρούνται ανεπιθύμητες επειδή καθιστούν την πρωτεΐνη δύσπεπτη όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια. Όσπρια με χρωματιστό φλοιό σπόρου όπως το μαύρο φασόλι, το κόκκινο φασόλι κ.α. έχουν συσχετιστεί με αντιοξειδωτική και αντικαρκινογόνο δράση (Kouris-Blazos A, Belski R. 2016).

5. ΠΕΠΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Τα όσπρια έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και άλλα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά και θεωρητικά έχουν υψηλή θρεπτική αξία. Ωστόσο, τα φυτά αυτά διατηρήθηκαν από την αρχαιότητα έως και σήμερα διότι παρά τη θρεπτική τους αξία, κατάφεραν να περιορίσουν την καταστροφή τους από πιθανά αρπακτικά, περιορίζοντας την ακατέργαστη πεπτικότητα και την όρεξη τους. Όλα τα όσπρια περιέχουν αντιδιατροφικούς παράγοντες που περιορίζουν την πεπτικότητα τους. Η κατανάλωση των οσπρίων αυξήθηκε σημαντικά όταν οι άνθρωποι εφάρμοσαν πρακτικές μαγειρικής. Οι κύριοι αντιδιατροφικοί παράγοντες που καταγράφονται είναι οι τανίνες, τα φυτικά οξέα,

οι ολιγοσακχαρίτες, οι λιποξυγενάσες, οι αιμοσυγκολλητίνες και παράγοντες κατά της πρωτεάσης.

5.1. Ταννίνες

Οι ταννίνες που περιέχονται κυρίως στο στρώμα των σπόρων (Gurta YP 1987) ορίζονται ως υδατοδιαλυτές, πολυμερικές φαινολικές ενώσεις με μοριακό βάρος από 500-3000 που μπορεί να συνδυαστεί με πρωτεΐνες, κυτταρίνη, ζελατίνη και πηκτίνη για να σχηματίσει αδιάλυτα σύμπλοκα (Bate-Smith EC, Swain T 1962). Ο ρόλος τους είναι να προστατεύουν τους σπόρους από τα έντομα, τα πουλιά και τις επιθέσεις μυκήτων. Η περιεκτικότητα των οσπρίων σε ταννίνες μπορεί να είναι μεταβλητή μεταξύ των ειδών αλλά και σε σπόρους της ίδιας ποικιλίας. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι ταννίνες επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των αμινοξέων, την αξιοποίηση των πρωτεϊών και αναστέλλουν τις δραστηριότητες των πεπτικών ενζύμων (Zia-ur-Rehman, Shah WH, 2001).

5.2. Φυτικό οξύ

Τα όσπρια περιέχουν φυτικό οξύ (μυοινοσιτόλη 1,2,3,4,5,6- εξακισδιόξινο φωσφορικό) σε επίπεδα που κυμαίνονται από 0,4% έως 6,4% w/w. Το φυτικό οξύ είναι η συνηθέστερη μορφή αποθήκευσης φωσφορικών στους περισσότερους σπόρους. Το φυτικό οξύ αποτελεί το 60-90% του συνολικού φωσφόρου των σπόρων (Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA 2012). Στα όσπρια το φυτικό οξύ βρίσκεται συνδεδεμένο με πρωτεΐνες. Το φυτικό οξύ παρεμβαίνει στη δράση της πεψίνης σε πολλές φυτικές και ζωικές πρωτεΐνες *in vitro*. Η αντιπρωτεολυτική του δράση προκύπτει μέσω της αλληλεπίδρασης φυτικού οξέος-πρωτεΐνης που σχηματίζει σύμπλοκα σε συνθήκες με χαμηλό pH. Ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι το φυτικό οξύ αναστέλλει τη δραστηριότητα της θρυψίνης. Επιπλέον, έρευνες δείχνουν ότι το φυτικό οξύ αναστέλλει σημαντικά την *in vitro* πέψη της καζεΐνης (Lothia D, Hoch H, Kievernagel Y, 1987).

5.3. Ολιγοσακχαρίτες

Τα όσπρια είναι πλούσια σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφινόζης, πιο συγκεκριμένα της ραφινόζης, σταχυόζης και βερμπασκόζης. Σύμφωνα με έρευνες, οι ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας ραφινόζης είναι γαλακτοοίγοσακχαρίτες που μπορούν

να αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 50% των συνολικών διαλυτών σακχάρων (Devindra S, Rao SJ, 2011). Αυτοί οι υδατάνθρακες δεν μπορούν να υδρολυθούν και να απορροφηθούν, καθώς το λεπτό έντερο δεν παρουσιάζει την κατάλληλη δράση α-γαλακτοσιδάσης. Επομένως, αυτά τα σάκχαρα αφομοιώνονται από τους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στο μεγάλο έντερο. Τα σάκχαρα ζυμώνονται αναερόβια από την χλωρίδα του εντέρου (Olson AC, Gray GM, Grambsmann MR, Wagner IR 1981). Αυτό προκαλεί εντερική δυσφορία, ναυτία, κοιλιακό βουητό κ.α. (Liener IE 1994). Επομένως, αυτοί οι ολιγοσακχαρίτες που είναι σημαντικοί για τις αποδόσεις των φυτών μπορούν να θεωρηθούν ως αντιδιατροφικοί παράγοντες.

5.4. Αιμοσυγγολιτίνες

Οι αιμοσυγγολιτίνες είναι πρωτεΐνες που ανήκουν στην οικογένεια των λεκτινών. Αυτά τα μόρια εμπλέκονται στους μηχανισμούς άμυνας των φυτών μέσω των αντιμυκητιασικών τους δράσεων (De Hoff PL, Brill LM, 2009). Αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο κλάσμα πρωτεϊνών του σπόρου των οσπρίων και ιδιαίτερα στα φασόλια. Οι πρωτεΐνες αυτές δεσμεύουν τμήματα υδατανθράκων που υπάρχουν στις κυτταρικές μεμβράνες και έτσι μπορούν να προκαλέσουν συγκόλληση κυττάρων. Οι φυτοαιμοσυγκολλητίνες (PHA-E) είναι τετραμερείς δομές που συνδέουν δύο τύπους πολυπεπτιδικών αλυσίδων που ονομάζονται PHA-3 και PHA-L. Αυτά τα πεπτίδια συνδέονται κατά προτίμηση είτε με ερυθροκύτταρα είτε με λευκοκύτταρα, αντίστοιχα (Loris R, Hamelryck T, 1998)(Kumar S, Sharma A, Das M, 2014). Οι θέσεις δέσμευσης υδατανθράκων των λεκτινών μπορούν να αναγνωρίζουν όχι μόνο τους μονοσακχαρίτες αλλά και τους ολιγο- και πολυσακχαρίτες. Οι λεκτίνες είναι ανθεκτικές στη θερμότητα και στα πεπτικά ένζυμα και μπορούν να συνδεθούν στην επιφάνεια των εντεροκυττάρων. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε τοξικές αντιδράσεις λόγω αλλαγών την εντερικής διαπερατότητας (Menard S, Cerf-Bensussan N, Heyman M 2010). Το PHA μπορεί να συνδεθεί ισχυρά στη μεμβράνη του λεπτού εντέρου και το μη χωνευμένο PHA έχει δόσοεξαρτώμενη επίδραση στην ανάπτυξη των ιστών (Bardocz S, Grant G, Ewen S, Duguid T, Brown D, Englyst K, Pusztai A 1995). Η βιοδιαθεσιμότητα των λεκτικών στο αίμα είναι χαμηλή σε φυσιολογικές συνθήκες, αλλά μπορεί να αυξηθεί όταν ο εντερικός φραγμός μεταβάλλεται.

5.5.Λιποξυγενάσες

Οι λιποξυγενάσες είναι ένζυμα που δεν περιέχουν αίμη και σίδηρο και είναι ευρέως καταναμεμημένα στα φυτά, σε μύκητες και ζώα (Lenis JM, Gillman JD, 2010). Τα ένζυμα αυτά καταλύουν τη διοξυγόνωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων PUFA σε παράγοντες κυτταρικής σηματοδότησης που χρησιμοποιούνται ως αυτοκρινείς, παρακρινείς ή ενδοκρινικά μόρια σήματος. Στα φυτά οι λιποξυγενάσες μπορούν να βρεθούν σε όλα τα όργανα. Στα φυτά, οι ουσίες αυτές παίζουν ρόλο συζ βλαστική ανάπτυξη, τον τραυματισμό και στην κινητοποίηση των αποθηκευμένων λιπιδίων κατά τη βλάστηση (Porta H, Rocha-Sosa M 2002). Τα ένζυμα λιποξυγενάσης (Lox) παίζουν ρόλο στην ανάπτυξη δυσάρεστων γεύσεων σε τρόφιμα που περιέχουν όσπρια από οξείδωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων.

Σαπωνίνες

Οι σαπωνίνες αποτελούν μια κατηγορία γλυκοσιδών που βρίσκονται κυρίως στα φυτά. Οι ουσίες αυτές αποτελούνται από μια στεροειδή ή τριτερπενική αγλυκόνη συνδεδεμένη με ένα, δύο ή τρεις αλυσίδες σακχαρίτη. Οι αλυσίδες υδατανθράκων μπορεί να ποικίλουν σε μέγεθος και πολυπλοκότητα μέσω εσωτερικών και/ή αιθερικών συνδέσεων. Τα πιο κοινά σάκχαρα που συνδέονται με το τμήμα της σαπωνίνης είναι η γαλακτόζη, η αραβινόζη, η ξυλόζη και η γλυκόζη. Οι σαπωνίνες παρουσιάζουν αμφιφιλικές ιδιότητες χάρη στα λιπόφιλα και λιπόφοβα χαρακτηριστικά των μονάδων αγλυκόνης και υδατάνθρακα, αντίστοιχα. Στα όσπρια η περιεκτικότητα σε σαπωνίνη κυμαίνεται μεταξύ 0,5% και 5% ξηρό βάθος (Khokhar S, Owusu-Apenten RK 2003). Ορισμένοι σαπωνίνες είναι σε θέση να αυξήσουν την διαπερατότητα των κυττάρων του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου, διευκολύνοντας την πρόληψη ορισμένων ουσιών, από τις οποίες το έντερο θα ήταν κανονικά αδιαπέραστο με αποτέλεσμα να έχει επιβλαβείς συνέπειες για τον οργανισμό καθιστώντας της σαπωνίνες αντιδριατροφικούς παράγοντες. Ωστόσο, οι σαπωνίνες παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη, αντιμυκητιακές και αντιμικροβιακές δράσεις και έχουν προστατευτικό ρόλο για τα φυτά.

5.6.Αναστολείς πρωτεΐνάσης

Οι αναστολείς πρωτεΐνάσης έχουν ρόλο να ρυθμίζουν την πρωτεολυτική δράση των πρωτεϊνών στόχων τους. Τα όσπρια περιέχουν αναστολείς πρωτεΐνάσης που δρούν στην θρυψίνη, χυμοθρυψίνη η τις καρβοξυπεπτιδάσες (Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA

2012). Η οικογένεια αναστολέων Bowman-Birk (BBI) είναι πιο διαδεδομένη ομάδα στο κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*). Οι αναστολείς έχουν χαρακτηριστεί ανάλογα με τις διαφορετικές αλληλουχίες αμινοξέων, ηλεκτροφορητική κινητικότητα, ειδικότητα και ευαισθησία στην θερμική αδρανοποίηση. Σύμφωνα με τον Liener Liener IE (1994) αυξημένη έκκριση πρωτεασών πλούσιων σε θείο AA θα οφειλόταν στην καταστολή της ρύθμισης της παγκρεατικής έκκρισης μέσω της αυξημένης απελευθέρωσης του χολοκυστοκινίνης από τον εντερικό βλενογόνο. Το γεγονός αυτό δεν ελέγχεται μόνο πό την έκκριση της πρωτεάσης (Pusztai A, Grant G, Bardocz S, Baintner K, Gelencser E, Ewen SWB 1997). Λόγω των αρνητικών επιδράσεων στην ανάπτυξη και στην πεπτικότητα της πρωτεΐνης, οι αναστολής πρωτεάσης θεωρούνται αντιδιατροφικοί παράγοντες. Μελέτες έχουν δείξει ότι η θέρμανση και η επεξεργασία τροφίμων έχει ευεργετικές επιδράσεις σ αυτές τις αντιδιατροφικές ουσίες.

6. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΣΠΡΙΩΝ

Όπως παρουσιάζεται σε όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, τα όσπρια είναι πολύ πλούσια τόσο σε θρεπτικά συστατικά όσο και σε αντιδιατροφικούς παράγοντες. Μελέτες αποδεικνύουν ότι είναι απλή διαδικασία οι αντιδιατροφικοί παράγοντες να αδρανοποιηθούν εν μέρη ή και πλήρως με την επεξεργασία τροφίμων. Η παραδοσιακή θέρμανση, το μούλιασμα, το βρασιμο, το μαγείρεμα είναι κάποιες από τις τεχνικές που έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την πεπτικότητα των πρωτεϊνών στα όσπρια (Alajaji, El-Adawy, 2006).

6.1. Θέρμανση

Οι σπόροι των οσπρίων μπορούν να καταναλωθούν ωμοί όπως τα ρεβίθια ή τα κουκιά όταν είναι ακόμα πράσινα και σε τρυφερό στάδιο (El-Adaway, 2002). Για τη βελτίωση της διατήρησης, οι σπόροι των οσπρίων αποξηραίνονται παραδοσιακά για να διατηρηθούν και να καταναλωθούν σε μεγάλο διάστημα μετά την συγκομιδή. Επειδή οι σπόροι περιέχουν διάφορους αντιθρεπτικούς παράγοντες όπως οι τανίνες, συνήθως οι σπόροι είναι αποφλοιωμένοι Maneerun G (2000). Η παραδοσιακή αφαίρεση του φλοιού γινόταν με χρήση πέτρινου μύλου και ανακινώντας τους κόκκους που προκύπτουν πάνω από μεγάλα επίπεδα καλάθια. Σήμερα, το ξεφλούδισμα και η ταξινόμηση των σπόρων

γίνεται με εξειδικευμένες μηχανές. Μετά την ξήρανση, οι σπόροι μπορούν να αποθηκευτούν για αρκετούς μήνες πριν την επεξεργασία τους. Στη συνέχεια ανάλογα με τις διεργασίες που θα ακολουθήσουν χωρίζονται σε δύο κατηγορίες επεξεργασίας: παραδοσιακές διεργασίες μη ζύμωσης και διεργασίες ζύμωσης. Στις διεργασίες μη ζύμωσης περιλαμβάνεται το παραδοσιακό μούλιασμα και μαγείρεμα, πρακτικές με χρήση το βραστό νερό. Σύμφωνα με τη μελέτη του El Adawi για το ρεβίθι, οι βρασμένοι σπόροι ρεβιθιού δεν διέφεραν σημαντικά συνολική πρωτεΐνη, ολικά αμινοξέα και σε περιεκτικότητα υδατανθράκων. Ο βρασμός μείωσε σημαντικά το μη πρωτεϊνικό άζωτο, τέφρα, και την περιεκτικότητα τους σε λίπος λόγω της διάχυσης τους στο νερό μαγειρέματος. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες και μέταλλα τείνουν να διαρρέουν στο νερό και να μειώνονται σημαντικά. Κατά την μελέτη των αντιδιατροφικών παραγόντων φαίνεται ότι η θρυψίνη, οι αναστολείς πρωτεάσης και οι αιμοσυγκολλητίνες καταστράφηκαν με τον βρασμό αλλά μόνο μειώθηκαν όταν υπέστησαν αποφλοιώση, μούλιασμα ή βλάστηση (Mubarak AE, 2005). Οι ταννίνες και τα φυτικά οξέα μειώνονται σημαντικά με όλες τις διεργασίες, με μεγαλύτερο αποτέλεσμα να φαίνεται να έχει η βλάστηση. Οι πολυφαινόλες διαρρέουν επίσης στο νερό μούλιασης και μαγειρέματος (Une S, Nonaka K, Akiyama J, 2016). Η βλάστηση των σπόρων του ρεβιθιού οδήγησε σε σημαντική αύξηση της ακατέργαστης πρωτεΐνης, με μη πρωτεϊνικό άζωτο και ακατέργαστες ίνες σε σύγκριση με τους ωμούς σπόρους, ενώ η τέφρα δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Η βλάστηση επίσης μείωσε αισθητά το λίπος και το σύνολο περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες.

6.2. Παραδοσιακές Διαδικασίες Ζύμωσης

Η ζύμωση στα όσπρια επιτυγχάνεται με δύο τρόπους, είτε παραδοσιακά, είτε με πιο σύγχρονες μεθόδους με τη χρήση μικροβιακών στελεχών όπως *Lactobacillus*, *Actinomucor* και *Saccharomyces* (Chen KI, Erh MH, Su NW, Liu WH, Chou CC, Cheng KC 2012). Η σόγια είναι το όσπριο που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται για να παραχθούν ζυμούμενα προϊόντα σόγιας όπως το Natto, Miso, Tempeh, ζυμούμενο Tofu (Sufu).

Η ζύμωση συνήθως προκαλεί υδρόλυση φυτικών αλάτων επειδή οι μικροοργανισμοί διαθέτουν ένζυμα φυτάσης, τα οποία υδρολύουν το φυτικό οξύ σε φωσφορικές ινοσιτόλες (Hotz C, Gibson RS, 2007). Το φαινόμενο αυτό είναι πολύτιμο επειδή οφωσφορικές μυοινοσιτόλες με λιγότερες από πέντε φωσφορικές ομάδες δεν αναστέλλουν την

απορρόφηση του ψευδαργύρου, ενώ εκείνες με λιγότερες από τρεις φωσφορικές ομάδες δεν επηρεάζουν την απορρόφηση του μη αιμικού σιδήρου (Lönnerdal B, Sandberg A-S, Sandström B, Kunz C (1989), Sandberg A-S, Brune M, Carlsson N-G, Hallberg L, Skoglund E, Rossander-Hulthen L 1999), Hurrell RF 2004). Οι φυτάσες προέρχονται από τη μικροχλωρίδα που υπάρχει στην επιφάνεια των οσπρίων ή από τα ενοφθαλμισματά που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία. Όταν η περιεκτικότητα σε ταννίνες είναι υψηλή, η δραστηριότητα της φυτάσης μπορεί να ανασταλεί και η ζύμωση να είναι λιγότερο αποτελεσματική. Η ζύμωση βελτιώνει επίσης την ποιότητα και πεπτικότητα των πρωτεϊνών καθώς και της βιταμίνης Β. Η ζύμωση μειώνει τη δυσμενή μικροβιακή ανάπτυξη και βελτιώνει την τροφή. Η ζύμωση παράγει μικρά οργανικά οξέα που βελτιώνουν την απορρόφηση του σιδήρου και του ψευδαργύρου. Αυτό οδηγεί σε χαμηλότερο pH και αυξάνει τη δραστηριότητα της ενδογενούς φυτάσης

7. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟΥΣ

Η καλλιέργεια των οσπρίων συνέβαλε καθοριστικά στην εξέλιξη του σύγχρονου πολιτισμού, καθώς σε οικονομικά και κοινωνικά δύσκολες περιόδους αποτέλεσε μια εξαιρετικά θρεπτική, αλλά συνάμα φθηνή διατροφική επιλογή. Τα τρόφιμα αυτά αναμφίβολα συμβάλλουν στην κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου σε ενεργοφόρα και μη ενεργοφόρα θρεπτικά συστατικά. Ως προς τα ενεργοφόρα θρεπτικά συστατικά, τα όσπρια συνιστούν σημαντική πηγή σύνθετων υδατανθράκων. Επιπλέον, το περιεχόμενο των οσπρίων σε πρωτεΐνες είναι υψηλό. Η κατανάλωση των τροφίμων αυτών θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις ατόμων που ακολουθούν μια χορτοφαγική διαίτα ή μια διατροφή φτωχή σε πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης, εφόσον η περιεκτικότητά τους σε λυσίνη και άλλα απαραίτητα αμινοξέα είναι ικανοποιητική. Ωστόσο, η κατανάλωσή τους σε συνδυασμό με δημητριακά και προϊόντα τους, συμβάλλει στην κάλυψη των αναγκών μας και σε θειούχα αμινοξέα. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να τονιστεί ότι η περιεκτικότητα των περισσότερων οσπρίων σε λίπος είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Επισημαίνεται, όμως, ότι η περιεκτικότητα των μαγειρεμένων οσπρίων σε λίπος καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποσότητα του προστιθέμενου ελαιόλαδου. Όσον αφορά τα μη ενεργοφόρα θρεπτικά συστατικά, τα όσπρια είναι πλούσια σε πολλές βιταμίνες, κυρίως του συμπλέγματος Β (π.χ. θειαμίνη, ριβοφλαβίνη), καθώς και σε ανόργανα στοιχεία (π.χ. κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο και σίδηρο). Ωστόσο, είναι

απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι, για την επίτευξη της μέγιστης απορρόφησης του σιδήρου από τα όσπρια, θα πρέπει η κατανάλωσή τους να συνδυάζεται με τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη C, όπως είναι το λεμόνι ή ντομάτα, η πιπεριά. Τα τελευταία χρόνια η επιστήμη της διατροφής του ανθρώπου, εκτός από τη μελέτη των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών, επεκτείνεται και στη μελέτη συστατικών των τροφίμων που παρουσιάζουν ιδιαίτερο βιολογικό ενδιαφέρον. Τα συστατικά αυτά καλούνται βιοενεργά και αποτελούν δυναμικούς παράγοντες τροποποίησης διάφορων φυσιολογικών λειτουργιών. Έχει επιβεβαιωθεί επιστημονικά ότι τα όσπρια περιέχουν ένα ευρύ φάσμα βιοενεργών συστατικών, τα οποία συμβάλλουν στην πρόληψη διαφόρων ασθενειών. Πιο αναλυτικά, πολυάριθμες μελέτες υποδεικνύουν ότι η τακτική κατανάλωση οσπρίων δύναται να μειώσει τα επίπεδα της χοληστερόλης του πλάσματος (ολικής και «κακής»), τα οποία αποτελούν παράγοντα υψηλού κινδύνου για την εκδήλωση καρδιαγγειακών παθήσεων. Τα ευεργετικά πλεονεκτήματα των οσπρίων, όμως, δεν περιορίζονται μόνο στη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Σύμφωνα με νεότερα επιστημονικά δεδομένα, η κατανάλωση οσπρίων είναι δυνατό να συμβάλει στη βελτίωση του ελέγχου των μεταγευματικών επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα. Επιπλέον, στο πλαίσιο των ευεργετικών επιδράσεων, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η πιθανή προστατευτική τους δράση ως προς την εμφάνιση νεοπλασιών του παχέος εντέρου. Οι ποικίλες αυτές θετικές επιδράσεις μπορούν να αποδοθούν στην παρουσία των διαιτητικών ινών, καθώς και σε μικρότερο βαθμό σε ελάσσονα (μικρότερης περιεκτικότητας) συστατικά των οσπρίων, τα οποία παρουσιάζουν πλειοτροπικές δράσεις, όπως αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Από τα προαναφερθέντα τεκμαίρεται ότι τα όσπρια συνεισφέρουν στην κάλυψη των διατροφικών μας αναγκών, αλλά παρέχουν και επιπρόσθετα μακροπρόθεσμα οφέλη στην υγεία μέσω της επίδρασης σε παράγοντες που σχετίζονται με τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων παθήσεων. Βέβαια, για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι απαραίτητη η τήρηση των διατροφικών οδηγιών και η υιοθέτηση ισορροπημένων διατροφικών συνηθειών, όπως αυτές περιγράφονται στους πρόσφατα δημοσιευμένους εθνικούς διατροφικούς οδηγούς. Υπό το πρίσμα αυτό, η μεσογειακή διατροφή, η οποία προωθεί σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση φυτικών τροφίμων, όπως τα όσπρια, αποτελεί ένα ιδιαίτερα ελκυστικό πρότυπο ισορροπημένης διατροφής. Μάλιστα, καθώς η πρόσφατη βιβλιογραφία χαρακτηρίζεται από αυξημένο ενδιαφέρον για τη μελέτη των διατροφικών και λειτουργικών προτερημάτων από την κατανάλωση οσπρίων, επιβεβαιώνεται γι' ακόμα μία φορά ότι η σημερινή δυναμική προς τη

Μεσογειακή διατροφή έχει στερεά βιολογικά θεμέλια και δεν αντιπροσωπεύει μια παροδική τάση.

Επιπλέον, τα όσπρια περιέχουν σημαντικές ποσότητες σύνθετων υδατανθράκων που μας χαρίζουν ενέργεια, ενώ η περιεκτικότητά τους σε κορεσμένα λιπαρά και νάτριο (αλάτι) είναι πολύ χαμηλή. Αποτελούν την πιο πλούσια πηγή σε διαλυτές φυτικές ίνες και σημαντική πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β (θειαμίνη, νιασίνη, πυριδοξίνη), οι οποίες συμβάλλουν στην εύρυθμη λειτουργία του μεταβολισμού και στην ομαλή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Ο ισχυρός, φυσικός συνδυασμός τους σε αντιοξειδωτικά, φυτοχημικά συστατικά και σε μέταλλα (σίδηρος, μαγνήσιο, ασβέστιο, μαγγάνιο, κάλιο, χαλκός και φώσφορος) είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε χορτοφαγικές δίαιτες, καθώς και σε περιόδους νηστείας. Τα οφέλη στην υγεία από την κατανάλωση των οσπρίων σχετίζονται, επίσης, με την υψηλή περιεκτικότητα φυλλικού οξέως και την ταυτόχρονη μειωμένη περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά, καθιστώντας τα ισχυρά καρδιοπροστατευτικά τρόφιμα, συμβάλλοντας στη μείωση της χοληστερόλης και στην ομαλή ρύθμιση του σακχάρου. Οι φυτοχημικές τους ενώσεις, όπως οι φυτοστερόλες, οι ισοφλαβόνες και τα φυτοοιστρογόνα, παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση κινδύνου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών, όπως είναι η στεφανιαία νόσος, η υπέρταση και η φλεγμονή. Επιπλέον, όσπρια, όπως οι φακές, τα φασόλια και τα ρεβίθια, λόγω του χαμηλού γλυκαιμικού τους δείκτη (GI), έχουν προταθεί σε διαιτητικές οδηγίες για τη ρύθμιση του σακχαρώδη διαβήτη. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μεσογειακό πρότυπο διατροφής, το οποίο αποδεδειγμένα συμβάλλει στη μακροζωία, συστήνει την κατανάλωση οσπρίων 2-3 φορές την εβδομάδα.

8. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Ο Ιπποκράτης τον 4^ο αιώνα π.Χ. με την φράση του « το φάρμακό σας να γίνει η τροφή σας και η τροφή σας το φάρμακό σας» αποδεικνύει την αξία και την επίδραση της τροφής στη υγεία του ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια, πλήθος διεθνών φορέων, εκπρόσωποι της βιομηχανίας τροφίμων και επιστημονικοί ερευνητές, έχουν στραφεί στην αποσαφήνιση του όρου “λειτουργικά τρόφιμα”. Παρόλο την πολυετή προσπάθεια, η υιοθέτηση ενός καθολικά αποδεκτού ορισμού δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα.

Στην Ελλάδα, όπως και σε διάφορες άλλες ευρωπαϊκές χώρες, η συντονιστική δράση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Επιστήμη των Λειτουργικών Τροφίμων στην Ευρώπη-

The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe (FUFOSE), συντονιζόμενη από το Διεθνές Ινστιτούτο Ανθρώπινων Επιστημών της Ευρώπης-International Life Sciences Institute Europe (ILSI Europe), υποστηρίζει ότι ένα τρόφιμο μπορεί να χαρακτηριστεί ως “λειτουργικό”, όταν καλύπτει τις ανθρώπινες διατροφικές ανάγκες και ταυτόχρονα έχει αποδειχθεί ότι δρα ευεργετικά στην λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού ή μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης ασθενειών. Βασικές προϋποθέσεις για την ισχύη του χαρακτηρισμού αυτού είναι να καταναλώνεται στα πλαίσια μια ισορροπημένης διατροφής και δεν είναι υπό την μορφή χαπιού, κάψουλας ή συμπληρώματος διατροφής, καθώς και οι ευεργετικές του ιδιότητες στον οργανισμό θα πρέπει να διαφαίνονται σε ποσότητες που να μην υπερβαίνουν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια» (Τζιά Κωνσταντίνα), (Diplock et al., 1999)

8.1.Ιστορική Αναδρομή Λειτουργικών Τροφίμων

Ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» πρωτοεμφανίστηκε στην Ιαπωνία στα μέσα της δεκαετίας του 1980 (Istvan Siro et al.2008). Η Ιαπωνία είναι η πρώτη χώρα που έχει θεσπίσει ρυθμιστική νομοθεσία έγκρισης για λειτουργικά τρόφιμα. Το 1991, καθιερώθηκε η έννοια των τροφίμων με συγκεκριμένη ευεργετική στην υγεία του καταναλωτή χρήση ως FOSHU (Foods for Specified Health Uses). Σύμφωνα με την Ιαπωνική κυβέρνηση, τα FOSHU είναι τρόφιμα που τα οποία εκτός από τις θρεπτικές ιδιότητες προσφέρουν συστατικά ευεργετικά για την υγεία του καταναλωτή και επιτρέπεται να φέρουν ετικέτα που αναγράφει τις ευεργετικές αυτές ιδιότητες. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εγκεκριμένου προϊόντος FOSCU είναι το AMEAL-S το οποίο είναι ένα προϊόν ξινόγαλου που περιέχει αντιυπερτασικά πεπτίδια που προέρχονται από πρωτεΐνη γάλακτος. Η καθημερινή κατανάλωσή του αναμένεται να μειώσει τον κίνδυνο υπέρτασης. Αντίθετα, στις Η.Π.Α. και στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια έχει οριστεί νομοθετικό πλαίσιο για την είσοδο των λειτουργικών τροφίμων στην αγορά, χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερη αποδοχή από τον κόσμο.

8.2.Οφέλη των λειτουργικών τροφίμων στην υγεία

Σήμερα, τα λειτουργικά τρόφιμα αρχίζουν να αποκτούν σημαντική θέση στην αγορά, λόγω της τάσης που επικρατεί για κατανάλωση υγιεινών τροφίμων με σκοπό την προάσπιση της υγείας. Όπως έχει προαναφερθεί, τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν

βιοενεργά συστατικά τα οποία δρουν εντός του οργανισμού , παρέχοντας πιθανά οφέλη στην υγεία. Παρόλο, που για αρκετά λειτουργικά τρόφιμα ή βιοενεργά συστατικά δεν έχουν εγκριθεί Ισχυρισμοί Υγείας, έχουν παρατηρηθεί ευεργετικές επιδράσεις, όσον αφορά :τη γαστρεντερική λειτουργία, την άμυνα εναντίον των ελεύθερων ριζών, το καρδιαγγειακό σύστημα, την οστεοπόρωση, τον έλεγχο βάρους Διακοσαββοπούλου, Α., & Διακουμή, Α. (2021).

8.3.Κατηγορίες Λειτουργικών Τροφίμων

Με βάση τον ορισμό που αναλύσαμε παραπάνω τα λειτουργικά τρόφιμα χωρίζονται σε κατηγορίες:

1. Συμβατικά (φυσικά) λειτουργικά τρόφιμα

Είναι τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε βιοδραστικά συστατικά, είτε εκ φύσεως, είτε επειδή προέρχονται από τρόφιμα που είναι φυσικές πηγές αυτών των συστατικών, προσδίδοντας μια συγκεκριμένη ιδιότητα στον οργανισμό (Istvan Siro et all.2008). Στην κατηγορία αυτή περιέχονται ορισμένα υπερτρόφιμα ή υπερτροφές, δηλαδή τροφές με υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών, υψηλή διατροφική και βιολογική αξία, λόγω μεγάλης απορρόφησής τους από τον οργανισμό, χαμηλού ενεργειακού φορτίου και αντιοξειδωτικής δράσης.

Σύμφωνα με το *International Food Information Council (IFIC)*, τα τρόφιμα αυτά είναι τα πιο αναγνωρισμένα λειτουργικά τρόφιμα για τους καταναλωτές (Κουτελιδάκης, 2019).

2. Τρόφιμα για ειδικές διατροφικές χρήσεις

Είναι τρόφιμα που έχουν υποστεί βιομηχανική επεξεργασία προκειμένου να ικανοποιούν ειδικές διατροφικές ανάγκες, λόγω φυσιολογικών ή παθολογικών αιτιών ή να ενισχύουν την πρόσληψη διάφορων συστατικών (István Siró, 2008). Παραδείγματα αποτελούν τα τρόφιμα για βρέφη, παιδιά, ηλικιωμένους, υποαλλεργικά τρόφιμα (χωρίς γλουτένη και λακτόζη) καθώς και προϊόντα που σχετίζονται με τον έλεγχο του βάρους (light).

3. Τρόφιμα ενισχυμένα ή εμπλουτισμένα

Είναι τρόφιμα που έχουν εμπλουτιστεί με επιπλέον ποσότητα κάποιου βιολογικά ενεργού συστατικού που ήδη περιέχουν ή τρόφιμα στα οποία έχει προστεθεί κάποια ωφέλιμη

ουσία που δεν περιέχεται σε αυτά φυσικά. Τέλος, σαυτή την κατηγορία ανήκουν τρόφιμα στα οποία έχει αντικατασταθεί ή αφαιρεθεί μια επιβλαβής ουσία (István Siró et al. 2008). Η έννοια “εμπλουτισμός” αναφέρεται στη διαδικασία προσθήκης ενός συστατικού σε ένα τρόφιμο, το οποίο φυσιολογικά εντοπίζεται σε αυτό. Σκοπός της προσθήκης είναι η συγκέντρωση του συστατικού αυτού να βρίσκεται στην επιθυμητή τιμή για τις καθημερινές ανάγκες του οργανισμού. Ο όρος “ενίσχυση” αναφέρεται στην προσθήκη ενός συστατικού, το οποίο αρχικά δεν προϋπήρχε στο τρόφιμο στο τρόφιμο, με σκοπό την ενίσχυση της διατροφικής του αξίας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε ένα τρόφιμο που χάθηκε ποσότητα ενός θρεπτικού συστατικού λόγω επεξεργασίας του και γίνεται στη συνέχεια προσθήκη για την αναπλήρωσή του, το τρόφιμο αυτό χαρακτηρίζεται ως εμπλουτισμένο, αλλά όχι λειτουργικό (Κουτελιδάκης, 2019).

4. Νεοφανή Τρόφιμα & Τροφοφάρμακα

Αποτελούν σχετικά νέα κατηγορία λειτουργικών τροφίμων. Τα νεοφανή τρόφιμα είναι απόρροια τεχνικών χρήσης μοριακής βιολογίας και γενικής τροποποίησης. Υπάρχουν πιθανές αρνητικές επιδράσεις για αυτό χρήζουν την απαραίτητη διερεύνηση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το καλαμπόκι με υψηλή περιεκτικότητα στο αμινοξύ λυσίνη. Σχετικά με τα τροφοφάρμακα, περιλαμβάνονται τα συμπληρώματα διατροφής, τα αρωματικά φυτά και τα βότανα. Η Ευρώπη δεν έχει ορίσει νομοθετικό πλαίσιο για τα τροφοφάρμακα (Κουτελιδάκης, 2019).

9. ΟΣΠΡΙΟ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ

Σημαντικό κομμάτι της Μεσογειακής Διατροφής αποτελεί και η μεγάλη κατανάλωση οσπρίων (A. Trichoroulou et al. 2000), η οποία φαίνεται να σχετίζεται με μειωμένα ποσοστά εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων (Bazzano LA. et al 2001), διαβήτη και διάφορων μορφών καρκίνου κυρίως του παχέος εντέρου, προστάτη καθώς και του μαστού και του παγκρέατος (J. C. Mathers 2002).

Τα όσπρια περιέχουν ποικιλία βιοδραστικών συστατικών. Αποτελούν εξαιρετική πηγή φυτικών ινών, σύνθετων υδατανθράκων, φλαβονοειδών και φυτικών πρωτεϊνών (CA. Moreno-Valdespino, 2019). Οι φυτικές ίνες συμβάλλουν στην ομαλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος καθώς και στη διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων λιπιδίων και

σακχάρων στο αίμα. Οι σύνθετοι υδατάνθρακες επιδρούν στην ομαλή αύξηση της γλυκόζης στο αίμα, προλαμβάνοντας τον διαβήτη τύπου II και την παχυσαρκία. Τα φλαβονοειδή και ιδιαίτερα οι ισοφλαβόνες μειώνουν τις συγκεντρώσεις χοληστερόλης στο αίμα και η γενιστεΐνη παρεμβαίνει στον μεταβολισμό της γλυκόζης (**Yu-Ting Jiang, et all 2020**). Τέλος, οι πρωτεΐνες των οσπρίων, παρόλο που δεν είναι πλήρεις, καλύπτουν μεγάλο ποσοστό των απαραίτητων αμινοξέων, καθιστώντας τες ιδανική πηγή πρωτεΐνης και ιδιαίτερα για τους χορτοφάγους. Τα όσπρια, χάρη στα βιοενεργά συστατικά τους και τα οφέλη που προσφέρουν στην υγεία, μπορούν να χαρακτηρισθούν ως υπερτρόφιμο, αλλά και να ενσωματωθούν ως συστατικό για τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων.

10. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΨΥΧΑΝΘΗ

Η βιομηχανία τροφίμων, τα τελευταία χρόνια, έχει στρέψει το ενδιαφέρον της στα όσπρια, χρησιμοποιώντας τα για την παραγωγή νέων τροφίμων, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης των καταναλωτών για προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται η εισαγωγή των οσπρίων στο καθημερινό διαιτολόγιο όλων των ηλικιακών ομάδων και σε διαφορετική μορφή από τη συνηθισμένη.

Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων είναι:

- Ζυμαρικά από άλευρα οσπρίων

Τα ζυμαρικά από εναλλακτικά άλευρα, και ιδιαίτερα οσπρίων είναι η νέα τάση. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας που παραθέτονται τα διατροφικά στοιχεία, υδατάνθρακες, λίπος, πρωτεΐνη, φυτικές ίνες τόσο συμβατικών ζυμαρικών από αλεύρι σίτου και αλεύρι ολικής άλεσης, όσο και ζυμαρικών από αλεύρι οσπρίων. Αναφέρεται στα διατροφικά χαρακτηριστικά 100γρ. μαγειρεμένου τροφίμου και η σύγκριση έγινε σε προϊόντα ίδιας εταιρίας. Οι σημαντικότερες διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ των ζυμαρικών από άλευρα σίτου και ζυμαρικών από άλευρα οσπρίων είναι στην ποσότητα της πρωτεΐνης και των φυτικών ινών. Τα ζυμαρικά οσπρίων περιέχουν 4 φορές την ποσότητα των φυτικών ινών και 2 φορές την ποσότητα της πρωτεΐνης που περιέχουν στην ίδια ποσότητα τα ζυμαρικά από αλεύρι σίτου. Παρατηρούμε, ότι ακόμα και με τα ζυμαρικά ολικής άλεσης περιέχουν σχεδόν διπλάσιες ποσότητες και πρωτεϊνών και φυτικών ινών. Η συνιστάμενη πρόσληψη φυτικών ινών για υγιείς

ενήλικες είναι 20-35γρ την ημέρα. Τα οφέλη τους, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα είναι πολλά, συμβάλλουν στην υγεία του εντέρου, την ρύθμιση του επιπέδου χοληστερίνης και του σακχάρου.

Πίνακας 1 Σύγκριση του διατροφικού πίνακα των ζυμαρικών από αλεύρι σίτου με ζυμαρικά από αλεύρι οσπρίων και με όσπρια σε 100γρ τρόφιμου

	Ζυμαρικά από αλεύρι σίτου	Ζυμαρικά με αλεύρι ολικής άλεσης	Ζυμαρικά από αλεύρι φακής	Ζυμαρικά από αλεύρι ρεβιθιού	Φακές	Ρεβίθι
Ενέργεια (Kcal)	359	355	335	348	330	350
Υδατάνθρακες (g)	70,9	67,7	47,4	45,1	51,3	45
Λίπος (g)	2	2,1	2,4	6,2	2	6,9
Πρωτεΐνη (g)	12,5	12,8	25	21	23,1	19,8
Φυτικές ίνες (g)	3	7	12	14	12	14,5



Εικόνα 1 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου από άλευρο οσπρίων

- Αλείμματα Οσπρίων

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία τάση για αντικατάσταση των πολύ θερμιδογόνων αλειμμάτων με άλλα πιο θρεπτικά, όπως είναι το hummus με βασικό συστατικό του το ρεβίθι. Στον Πίνακα 2 παρατηρούμε ότι στο hummus υπάρχει μεγάλη διακύμανση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ρεβιθιού, παρόλαυτα εξακολουθεί

να έχει υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης, λιγότερο από τα μισά λιπαρά και θερμίδες σε σχέση με την κλασική μαγιονέζα.

Πίνακας 2 Σύγκριση του διατροφικού πίνακα του αλείμματος ρεβιθιού (hummus) και με ρεβίθι σε 100gr τροφίμου

	Μαγιονέζα	Hummus	Ρεβύθι
Ενέργεια (Kcal)	698	329	350
Υδατάνθρακες (g)	1,5	6	45
Λίπος (g)	78	29	6,9
Πρωτεΐνη (g)	1,1	8,5	19,8
Φυτικές ίνες (g)			14,5



Εικόνα 2 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου αλείμμά με βάση τα όσπρια

- Έτοιμα μίγματα με βασικό συστατικό τα όσπρια

Μια ιδέα είναι το έτοιμο μίγμα για χορτοφαγική ομελέτα που αποτελείτε από άλευρο ρεβιθιού, πατάτα κ ντομάτα. Επίσης, έτοιμο μίγμα για vegan pancakes με χρήση πάλι άλευρο ρεβιθιού και φυτικό γάλα.



Εικόνα 3 Παράδειγμα vegan ομελέτας ως λειτουργικού τρόφιμου από αλεύρο οσπρίων

- Μιξ οσπρίων
- Μιξ οσπρίων και δημητριακών

Για παράδειγμα, ένα προϊόν που αποτελείται από μιξ φασολίων με ρύζι. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι πρωτεΐνες των οσπρίων υπολείπονται σε θειώδη αμινοξέα και σε μεθειονίνη, όταν όμως συνδυαστούν με δημητριακά, μετατρέπονται σε ισοδύναμης αξίας πρωτεΐνη με του κρέατος.



Εικόνα 4 Παράδειγμα λειτουργικού τρόφιμου συνδυασμός οσπρίων και δημητριακών

- Προμαγειρεμένα Φαγητά

Μια άλλη ιδέα είναι ένα προϊόν που συνδυάζει κινόα, φακές ή φασόλια και ντομάτα, εκτός από την υψηλή αξία πρωτεΐνης που εξασφαλίζεται με τον συνδυασμό οσπρίων και δημητριακών, ο συνδυασμός τους με την ντομάτα αυξάνει την απορρόφηση βιταμίνης C. Ο μη αιμικός σίδηρος που περιέχουν τα όσπρια απορροφάτε τόσο εύκολα από τον οργανισμό. Η απορρόφησή του μπορεί να αυξηθεί, όταν τα όσπρια συνδυαστούν με ταυτόχρονη πρόσληψη τροφίμου πλούσιου σε βιταμίνη C, όπως είναι το λεμόνι, οι πιπεριές και η ντομάτα. Μία άλλη ιδέα που είναι πολύ διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια είναι τα οι ρεβυθοκεφτέδες ή αλλιώς falafel που δίνουν και μία άλλη ελκυστική επιλογή στον καταναλωτή, εκμεταλλευόμενη όλα τα ευεργετικά συστατικά των οσπρίων, και συγκεκριμένου του ρεβυθιού. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στον Πίνακα 3, η διατροφική αξία στον ρεβυθοκεφτέ παραμένει πολύ κοντά στον ρεβυθιού, δεν έχουν σημαντική υποβάθμιση του προϊόντος.

Πίνακας 3 Σύγκριση του διατροφικού πίνακα του ρεβυθοκεφτέ (Falafel) και με ρεβίθι σε 100gr τροφίμου

	Ρεβυθοκεφτές (Falafel)	Ρεβύθι
Ενέργεια (Kcal)	345	350
Υδατάνθρακες (g)	54	45
Λίπος (g)	3,9	6,9
Πρωτεΐνη (g)	17	19,8
Φυτικές ίνες (g)	13	14,5



Εικόνα 5 Παράδειγμα προμαγειρεμένων φαγητών οσπρίων ως λειτουργικού τρόφιμου

- Μπισκότα/Μπάρες/Κρακερ/Τσιπς με βάση τα όσπρια

Ένα τραγανό σνακ φτιαγμένο από όσπρια και φυτικά υλικά, μια εναλλακτική λύση για να αποφύγει κάποιος τα τηγανικά πατατάκια. Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, χάρη στην οποία θα χρησιμεύσει ως σνακ πρωτεϊνης μετά την προπόνηση ή για την ενίσχυση της ενέργειας. Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία και φυτικές ίνες, αλλά από την άλλη πλευρά, δεν περιέχει συντηρητικά, χρωστικές και είναι επίσης κατάλληλο για vegans.

Ένα άλλο προϊόν είναι τα μπισκότα από συνδυασμό αλευρού ολικής άλεσης και αλευρού ρεβιθιού καθώς επίσης περιέχει αποξηραμένους όσπρια. Μια πολύ υγιεινή εκδοχή μπισκότου με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Πίνακας 4 Σύγκριση του διατροφικού πίνακα των τσιπς φακής, των τσιπς πατάτας και φακής σε 100gr τροφίμου

	chips από πατάτα	chips από φακές	Φακές
Ενέργεια (Kcal)	539	410	300
Υδατάνθρακες (g)	47,6	50,1	51,3
Λίπος (g)	35	1,6	2
Πρωτεΐνη (g)	3,6	12,5	25,4

Φυτικές ίνες (g)	4,4	9,8	12
------------------	-----	-----	----



Εικόνα 6 Παραδείγματα τσιπς και μπισκότων ως λειτουργικού τρόφιμου από άλευρο οσπρίων

- Παξιμάδια

Πρωτεϊνικά παξιμάδια με άλευρα ολικής άλεσης (σίτου, φάβας και ρεβιθιού), χαρούπι αλεσμένο, ελαιόλαδο, νερό, αλάτι και μαγιά



Εικόνα 7 Παράδειγμα παξιμαδιών με όσπρια ως λειτουργικό τρόφιμο

- Όσπρια έτοιμα προς κατανάλωση

Προβρασμένα όσπρια με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου του καταναλωτή παρέχοντας του όλα τα ευεργετικά συστατικά του οσπρίου.



Εικόνα 8 Παραδείγματα προμαγειρεμένων οσπρίων ως λειτουργικό τρόφιμο

- Πρωτεϊνικά Ροφήματα με βάση τα όσπρια

Μία επιλογή για ροφήματα ενισχυμένα με πρωτεΐνη οσπρίων, που μπορούν να είναι vegan προσφέροντας υψηλής ποιότητας φυτικής πρωτεΐνης στον καταναλωτή. Κατάλληλο για άτομα που αθλούνται ή για άτομα που απλά θέλουν να αυξήσουν την καθημερινή πρόσληψη πρωτεΐνης.

- Βρώσιμα Σκεύη (Zero Waste) με βασικό συστατικό τα όσπρια

Η νέα τάση προς τη δημιουργία προϊόντων με μηδενικό αποτύπωμα στον πλανήτη, μας οδηγεί στη δημιουργία σκευών που μετά την χρήση τους καταναλώνονται. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι η δημιουργία σκευών με βασικό συστατικό τα όσπρια, όπως κουταλάκια, μαχαιροπίρουνα, πιάτα μιας χρήσης, αφού μετά την αξιοποίηση τους καταναλώνονται και αυτά μειώνοντας έτσι τη χρήση πλαστικού. Η ιδέα αυτή ξεκίνησε από τον Ινδό, Narayana Peesapathy, το 2010. Εάν δεν καταναλωθούν αποσυντίθενται μόνα τους μέσα στις επόμενες 3-4 μέρες μετά την χρήση τους.



Εικόνα 9 Παραδείγματα βρώσιμων σκευών μιας χρήσης

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή παρουσιάζεται η σημασία και η αξία των οσπρίων στην ανθρώπινη υγεία καθώς και στο περιβάλλον. Είναι μία ανασκόπηση της επίδρασης όλων των συστατικών ορισμένων οσπρίων στην ανθρώπινη υγεία καθώς και η συσχέτιση τους με τις ευεργετικές τους επιδράσεις σε διάφορες παθήσεις. Επιπλέον, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία παρουσιάζονται προτάσεις για λειτουργικά τρόφιμα με βάση τα ψυχανθή, που έχουν ως στόχο τη βέλτιστη αξιοποίηση των συστατικών των ψυχανθών από τον ανθρώπινο οργανισμό και κατ' επέκταση την υγεία του καταναλωτή. Το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των ειδών όσο και των ποικιλιών ψυχανθών καθώς και μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τη σύστασή τους, καθιστά σημαντική την διεξαγωγή ενδεδειγμένων ερευνών. Τέλος, στο πειραματικό μέρος της εργασίας μελετώνται ορισμένα φυσικά, ποιοτικά και βιοενεργά συστατικά που αφορούν συγκεκριμένους γενοτύπους (ποικιλίες) οσπρίων και συγκεκριμένα φακής, ρεβιθιού και φασολιού με στόχο την σύγκριση της διατροφικής τους αξίας αλλά και τον εντοπισμό του κατάλληλου γενοτύπου για κάθε είδος οσπρίου, που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων, με υψηλή διατροφική αξία και προστασία της υγείας του καταναλωτή.

B. ΜΕΡΟΣ : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Υλικά και Μέθοδοι

1. Γενετικό Υλικό

Το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή παραχωρήθηκε από το Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών (IBKΦ) του ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ».

Για τη φακή παραχωρήθηκαν 2 καθαρές σειρές του IBKΦ (Φ-39, Φ-56) και ένας πληθυσμός (ILL-960) που έχει εισαχθεί από το ICARDA (INTERNATIONAL CENTER of ARID and DRY AREAS).

Για το ρεβίθι παραχωρήθηκαν 2 καθαρές σειρές του IBKΦ, μια ξένη ποικιλία (Blanco Sinaloa) και 1 πληθυσμός που συλλέχθηκε στη νήσο Λέσβο.

Για το φασόλι παραχωρήθηκαν οι εμπορικές ποικιλίες ΠΥΡΓΕΤΟΣ, ΗΡΩ και GREAT NORTHERN, καθώς και 6 τοπικοί πληθυσμοί που συλλέχθηκαν στις περιοχές Πρεσπών (2 πληθυσμοί), Φλώρινα (1 πληθυσμός), Καστοριά (2 πληθυσμοί) και Χρυσούπολη Καβάλας (1 πληθυσμός).

2. Γενική Προεργασία

Οπτικός έλεγχος και καθαρισμός δειγμάτων από ξένες ύλες για κάθε φυτικό είδος και γενότυπο. Στη συνέχεια μέρος των σπόρων οδηγήθηκε για λειοτρίβηση σε μύλο προκειμένου η παραγόμενη κονιοποιημένη ποσότητα να χρησιμοποιηθεί για τις σχετικές αναλύσεις.

2.1. Αντιδραστήρια αντιδιατροφικών παραγόντων (φακή, ρεβίθι)

Αντιδραστήριο Folin- ciocalteau, 2,5,7,8- τετραμεθυλοχρωμαν-2-καρβοξυλικό οξύ (Trolox), 2,2-αζινο-δισ (3-αιθυλβενζοθειαζολινο-6-σουλφονικό οξύ, διαμμωνιακό άλας (ABTS), 2-διφαινυλ 1-πικρυλυδραζύλιο (DPPH), πολύ (βιουλοπολυπυρρολιδόνη) (PVPP) και τα πρότυπα των φαινολικών ελήφθησαν από τη Sigma- Aldrich (St. Louis, MO, ΗΠΑ). Τα ισομερή τοκοφερολών αγοράστηκαν από τη SUPELCO (Belefonte, Pennsylvania, ΗΠΑ), ενώ τα πρότυπα καροτενοειδών προμηθεύτηκαν από την Extrasynthese (Genay, Γαλλία). Οι υπόλοιπες χημικές ουσίες ήταν αποτέλεσμα HPLC αναλύσεων.

2.2.Ανάλυση Φυσικών Χαρακτηριστικών των Οσπρίων

- Ποσοστό περιβλήματος του σπόρου - % SCP (Seed Coat Proportion)
Υπολογίστηκε και στα 3 είδη ψυχανθών που μελετάμε, ρεβίθι, φακές, φασόλι). Προσδιορίστηκε σε 10 σπόρους ανά τεμάχιο, ως η αναλογία μεταξύ του βάρους του περιβλήματος και του βάρους των κοτυληδόνων που εκφράζεται σε ποσοστό, μετά την απομάκρυνση του περιβλήματος του σπόρου από τις κοτυληδόνες, μετά από διαβροχή και διατήρησή των σπόρων για 24 ώρες στους 105 °C.
- Βάρος 1000 σπόρων – 100SW
Στο ρεβύθι αναλύθηκε το βάρος 100 σπόρων (g) για κάθε ποικιλία ανά επανάληψη, ως δείκτης του μεγέθους του σπόρου και το ποσοστό του περιβλήματος κάθε δείγματος. Στη φακή και στο φασόλι υπολογίστηκε το ποσοστό περιβλήματος.

Για την εκτίμηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των σπόρων έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις. Χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας KERN.

2.3.Ανάλυση Φυσικοχημικών Χαρακτηριστικών των Όσπριων

- Ικανότητα ενυδάτωσης – HI (Hydration Increase)
Υπολογίστηκε ως η ποσοστιαία αύξηση της μάζας σπόρων φασολιού, ρεβιθιού και φακής που εμβαπτίστηκαν σε απιονισμένο νερό για 12 ώρες. Για το χαρακτηριστικό αυτό έγιναν 5 επαναλήψεις.
- Ικανότητα διόγκωσης – HC (Hydration Capacity).
Εκφράζεται ως ικανότητα ενυδάτωσης ανά σπόρο και προσδιορίστηκε διαιρώντας την μάζα που αποκτήθηκε από τους σπόρους σε 12 ώρες με τον αριθμό των σπόρων που υπάρχουν στο δείγμα (Bishnoi and Khetarpaul, 1993).

2.4.Ανάλυση Ποιοτικών Χαρακτηριστικών

- Χρόνος βρασμού – CT (Cooking Time).

Για τον υπολογισμό του χρόνου βρασμού του κάθε σπόρου σε όλα τα είδη οσπρίων που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος που περιγράφεται από τον Ηλιάδη (Piadis, C. 2001). Εξήντα σπόροι από κάθε τεμάχιο μετά από 12 ώρες σε απιονισμένο νερό τοποθετήθηκαν σε δύο κωνικές φιάλες (30 και 30) των 250 ml με 175 ml απιονισμένο νερό οι οποίες κλείστηκαν με πώμα προκειμένου να πετύχουμε συνθήκες βρασμού. Οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο τύπου Memmert σε θερμοκρασία 95 °C που δεν ξεπερνούσε τους 100 °C. Μετά από 15 λεπτά, δείγμα 10 σπόρων λαμβανόταν εναλλάξ από τις δυο φιάλες σε διαστήματα των 5 λεπτών.

- Περιεκτικότητα πρωτεϊνών

Σε κατάλληλη ποσότητα σπόρου που αλέστηκε για κάθε επανάληψη υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες με τη μέθοδο Kjeldahl (Nx6,25) όπου υπολογίστηκε το οργανικό δεσμευμένο άζωτο και στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκε με το γενικό συντελεστή 6,25.

2.5.Ανάλυση Βιοενεργών Συστατικών

1. Εκχύλιση ελεύθερων φαινολικών

Οι φαινολικές ενώσεις από το αλεσμένο υλικό εκχυλίστηκαν από το κονιοποιημένο δείγμα σύμφωνα με τη μέθοδο (Tsialtas, I.T.; Irakli, M.; Lazaridou, A., 2018). Εν συντομία, 0,2g ξηρής σκόνης εκχυλίστηκαν σε 3 ml 70% υδατικής ακετόνης, αναδεύτηκε για 30s και στη συνέχεια υποβλήθηκε σε υπερήχους για 15 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά από φυγοκέντρηση στις 2200rpm για 10 λεπτά, το υπερκείμενο υγρό συλλέχθηκε και η εκχύλιση επαναλήφθηκε δύο φορές. Τα ληφθέντα φαινολικά εκχυλίσματα χωρίστηκαν σε δύο μέρη. Το ένα χρησιμοποιήθηκε για χρωματομετρική ανάλυση, και το άλλο μέρος υποβλήθηκε σε ξήρανση υπό ήπια ροή αζώτου στους 40o C, επαναιωρήθηκαν σε 400ml μεθανόλης/νερού (50:50, v/v), έγινε διήθηση με χρήση Nylon μεμβράνης 0,22μm, τα 20ml διαλύματος που προέκυψαν εγχύθηκαν στο σύστημα HPLC για την φαινολική ταυτοποίηση των ενώσεων.

2. Εκχύλιση Λιπόφιλων Αντιοξειδωτικών

Το λιπόφιλο τμήμα των σπόρων σε σκόνη εκχυλίστηκε σύμφωνα με την μέθοδο που αναλύεται στη βιβλιογραφία (Irakli, M.; Chatzopoulou, 2016). Πιο αναλυτικά, 0,2g άλευρου που προέκυψε από τους σπόρους υποβλήθηκαν σε υπερήχους με 4ml αιθανόλης και το εκχύλισμα συλλέχθηκε μετά από φυγοκέντρηση στα 1500χ g για 10λεπτά. Το υπόλειμμα εκχυλίστηκε εκ νέου δύο φορές χρησιμοποιώντας τον ίδιο διαλύτη με την ίδια διαδικασία. Το υπερκείμενο υγρό στη συνέχεια εξατμίστηκε με χρήση ρεύματος αζώτου στους 40οC, επαναιωρήθηκε σε 200μl ακετονιτριλίου/μεθανόλης (85:14, v/v), διηθήθηκε μέσω 0,22μl Nylon μεμβράνης και 20ml εγχύθηκαν στο σύστημα HPLC για ανάλυση τοκοφερολών και καροτενοειδών.

3. Προσδιορισμός Ολικής Φαινολικής Περιεκτικότητας

Η ολική περιεκτικότητα σε φαινόλη (TPC) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (Singleton, V.L., R.,1998). Αρχικά, 200μl φαινολικού εκχυλίσματος αντέδρασαν με 800μl αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, προστέθηκαν 2μl 7.5% Na₂CO₃ και 7μl απεσταγμένου νερού. Η ένδειξη της απορρόφησης καταγράφηκε μετά από επώαση για 60 λεπτά στο σκοτάδι στα 765nm. Το TPC εκφράστηκε ως mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος ανά gr ξηρού βάρους (mg GAE/g).

4. Προσδιορισμός Ολικής Περιεκτικότητας σε Φλαβονοειδή

Η συνολική περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή (TFC) προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας τη χρωματομετρική ανάλυση με χλωριούχο αλουμίνιο σύμφωνα με τη μέθοδο που αναλύεται στην βιβλιογραφία (Bao, J.S.; Cai, Y.; Sun, 2005). Εν συντομία, 300ml φαινολικού εκχυλίσματος αναμίχθηκαν με 225μl 5% NaNO₂, και στη συνέχεια έγινε προσθήκη 225μl 10% AlCl₃·6H₂O και 750ml 2N NaOH. Η απορρόφηση μετρήθηκε μετά από επώαση για 20λεπτά στο σκοτάδι στα 765nm. Το TFC εκφράστηκε ως mg ισοδυνάμων κατεχίνης ανά g ξηρού βάρους (mg CATE/g).

5. Προσδιορισμός Ολικής Περιεκτικότητας Προανθοκυανιδίνης

Η ολική περιεκτικότητας σε προανθοκυανιδίνες (TPAC) μετρήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο του βουτανολικού οξέος (Porter, L.J.; Hrstich, L.N.; Chan, 1986), ως εξής: 500ml αραιωμένο φαινολικό εκχύλισμα (1:5, v/v) αναμίχθηκαν με 3ml του αντιδραστηρίου n-βουτανόλη/ HCl (95:5, v/v), στη συνέχεια προστέθηκε 100μl 2% τρισθενές αμμώνιο θεικό σε 2N HCl. Η απορρόφηση των βρασμένων μιγμάτων για 60 λεπτά καταγράφηκε

στα 550nm μετά την ψύξη. Το TPAC εκφράστηκε ως mg ισοδύναμων προκυανιδίνης B2 ανά g ξηρού βάρους (mg PCBE/g).

2.6. Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας

1. ABTS Radical Scavenging Assay

Η δοκιμασία ABTS χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας των εκχυλισμάτων της φακής και του ρεβυθιού (Re et al., 1999). Εν συντομία, αναμίχθηκαν 100μl φαινολικού εκχυλίσματος με 3,9mL του διαλύματος ABTS+ και η απορρόφηση καταγράφηκε στα 734 nm μετά από 4 λεπτά ενάντια σε έναν έλεγχο. Η Trolox χρησιμοποιήθηκε ως η τυπική ένωση για τις καμπύλες βαθμονόμησης. Τα αποτελέσματα ABTS εκφράστηκαν ως mg ισοδύναμα Trolox (TE) ανά g ξηρό βάρος (mg TE/g).

2. Δοκιμή DPPH (2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζύλ)

Η αντιριζική δράση των φαινολικών εκχυλισμάτων μετρήθηκε με την μεθοδολογία (Yen, G.C.; Chen, 1995) με μικρές τροποποιήσεις. Εν συντομία, ένα δείγμα 2,85 mL 0,1Mm DPPH στη μεθανόλη αναμίχθηκε με 100μL φαινολικών εκχυλισμάτων και η μείωση της απορρόφησης μετρήθηκε στα 516nm μετά από 5 λεπτά αντίδρασης. Οι τιμές ABTS εκφράστηκαν ως mg TE/g.

3. Δοκιμή αντιοξειδωτικής δύναμης μείωσης σιδήρου (FRAP)

Η δράση FRAP των φαινολικών εκχυλισμάτων φακής αξιολογήθηκε με βάση τη μέθοδο που περιγράφεται στη βιβλιογραφία (Ben zie και Strain, 1999). Με λίγα λόγια, 100μL φαινολικού εκχυλίσματος αναμίχθηκαν για ακριβώς 4 λεπτά με 3 Ml εκχυλίσματος από το διάλυμα FRAP στους 37° C. Μετρήθηκε η απορρόφηση στα 593nm του έγχρωμου προϊόντος έναντι ενός ελέγχου, και οι τιμές FRAP εκφράστηκαν ως mg TE/g.

Ανάλυση Φαινολικών με HPLC

Ένα σύστημα HPLC σειράς Agilent 1200 (Urdorf, Ελβετία) εξοπλισμένο με ένα ser degas, μια τεταρτοταγή αντλία, έναν ανιχνευτή διάταξης διόδων (DAD) και μία στήλη Nucleosil 100 C18 (250nm x 4.6 mm, i.d. 5μm) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των ελεύθερων φαινολικών (Yen, Chen, 2017). Η κινητή φάση αποτελείται από τρεις διαλύτες: (A) 1% οξικό οξύ σε νερό, (B) ακετονιτρίλιο και (C) μεθανόλη και το ακόλουθο πρόγραμμα εκτελέστηκε σε βαθμίδες: στο 0 λεπτό, η αναλογία A:B:0 ήταν 90:0:0, στα 10λεπτά,

80:4:16, στα 25 λεπτά, 75:5:20, στα 30 λεπτά, 65:5:30, στα 31 λεπτά, 40:0:60, στα 37 λεπτά, 35:20:45 και στα 50 λεπτά, 20:80:0. Το σύστημα αφέθηκε να τρέξει για άλλα 5 λεπτά στο 100% B για να καθαρίσει τη στήλη πριν την εξισορροπήσει ξανά στην αρχική φάση. Ο ρυθμός ροής ορίστηκε σε 1,3 mL/min και η θερμοκρασία ελέγχεται στους 30° C. Το DAD κατέγραψε τα φάσματα στα 260nm (πρωτικό χουικό οξύ, βανιλικό οξύ), 280nm (γαλλικό οξύ, κατεχίνη, προκυανιδίνη B2), 320nm (π-κουμαρικό οξύ) και τα χρωματογραφήματα αναλύθηκαν με τη χρήση του λογισμικού Agilent Chemstation (έκδοση B.04.01, Agilent Technologies). Κάθε φαινολική ένωση στο εκχύλισμα σπόρων φακής ταυτοποιήθηκε με σύγκριση του. Οι χρόνοι διατήρησής τους σε σχέση με αυτούς των εξωτερικών προτύπων με εξαίρεση το διμερές προκυανιδίνης I, λόγω της έλλειψης διαθέσιμων εμπορικών προτύπων. Η ποσοτικοποίηση βασίστηκε σε καμπύλες βαθμονόμησης που δημιουργούνται με την εξωτερική τυπική μέθοδο. Το διμερές προκυανιδίνης εκφράζεται σε ισοδύναμα κατεχινών.

2.7. Ανάλυση Τοκοφερολών και Καροτενοειδών

Ένα σύστημα HPLC της σειράς Agilent 1200 (Urdorf, Ελβετία) εξοπλισμένο με ser degas, τεταρτοταγή αντλία, DAD και ανιχνευτή φθορισμού (FLD) εξοπλισμένο με YMC στήλη C30 (250x4.6 mm id, 3μm, MZ Analysentechnik, Mainz, Γερμανία). Η κινητή φάση αποτελούνταν από ακετονιτρίλιο (A), μεθανόλη (B) και διχλωρομεθάνιο (C) με βαθμίδα προφίλ ως εξής: 85-65% A/15-35% B (0-5 λεπτά), 10-30% A/ 85-40% B (5-10 λεπτά), 10-30% A/85-40%B (10-15 λεπτά) όπως περιγράφεται από τους Iraklis et al. (32). Ο ρυθμός ροής ήταν 1,5 mL/min και ο όγκος της ένεσης ήταν 20μL. Τα ισομερή τοκοφερόλης, που ονομάζονται ατοκοφερόλη (α-T), β τοκοφερόλη (β-T), γ- τοκοφερόλη (γ-T) και δ-τοκοφερόλη (δ-T) ανιχνεύθηκαν με FLD με μήκη κύματος διέγερσης και εκπομπής στα 290 και 320nm, αντίστοιχα, ενώ τα καροτενοειδή (λουτεΐνη, ζεαξανθίνη και β-καροτίνη) ανιχνεύθηκαν με DAD στα 450nm. Οι καμπύλες κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας τυπικά διαλύματα και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως μg ανά g εκχυλισμάτων φακής (μg/g).

3. Στατιστική Ανάλυση

Όλα τα δείγματα αναλύθηκαν σε τρεις επαναλήψεις. Οι επιπτώσεις του γονότυπου, της τοποθεσίας, περιβάλλον (έτος και τοποθεσία) και η επίδραση της αλληλεπίδρασης τους στα φυτοχημικά. Τα συστατικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα προσδιορίστηκαν με αμφίδρομη ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), εφαρμόζοντας τη διαδικασία του γενικού γραμμικού μοντέλου. Το τεστ του Tukey χρησιμοποιήθηκε προσδιορίστε τις διαφορές

μεταξύ των μέσων σε $p \leq 0.05$. Οι συνδέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών αναλύθηκαν με συντελεστή συσχέτισης Pearson (r).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

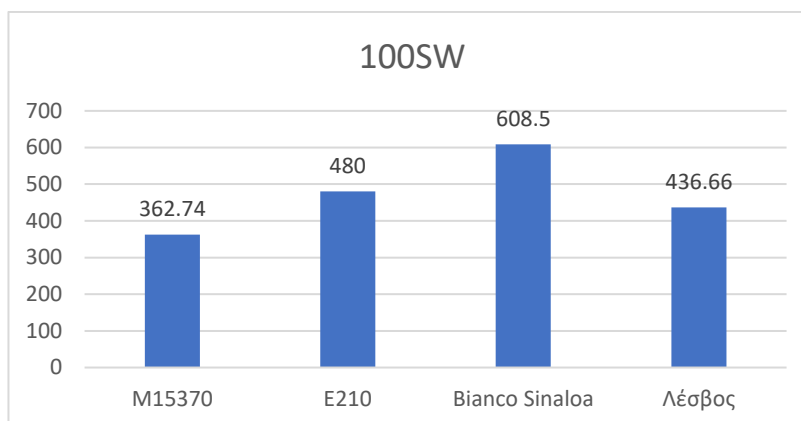
1. Ρεβίθι

1.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά

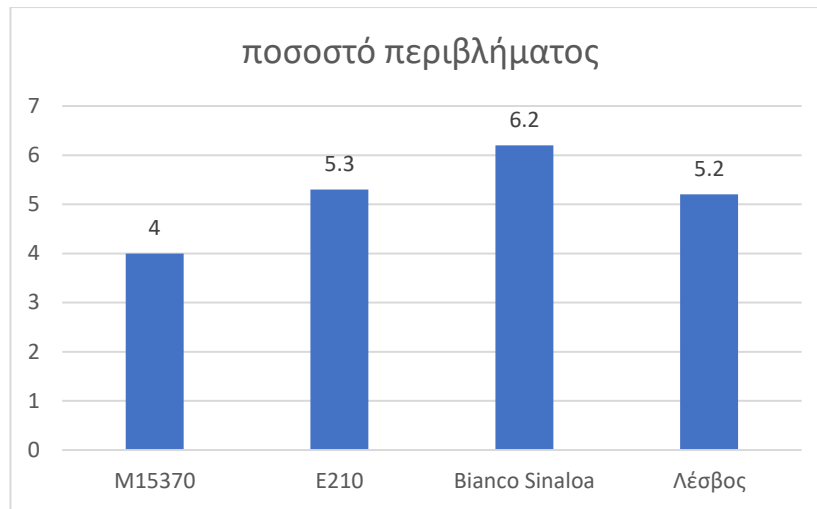
Τα φυσικά χαρακτηριστικά των γενότυπων που αναλύθηκαν ήταν το βάρος 100 σπόρων (100SW) ως δείκτης του μεγέθους του σπόρου και το ποσοστό του περιβλήματος κάθε δείγματος.

Όσον αφορά το 100SW, στην εικόνα 10 φαίνεται ότι ο γενότυπος Bianco Sinaloa υπερέχει σε μέγεθος με τιμή 608,5, ακολουθούμενος από τον E210 με τιμή 480, τον γενότυπο Λέσβου με τιμή 436,66 και τον M15370 με τιμή 362,74.

Για το ποσοστό του περιβλήματος κάθε γενότυπου παρουσιάζεται στην εικόνα 11 ότι ο γενότυπος Bianco Sinaloa έχει τη μεγαλύτερη τιμή με 6,2%, στη συνέχεια ο E210 με 5,3% και ο γενότυπος Λέσβου με 5,2% και τέλος ο γενότυπος M15370 με 4%.



Εικόνα 10 Βάρος 100 σπόρων (100SW) γενότυπων ρεβιθιού



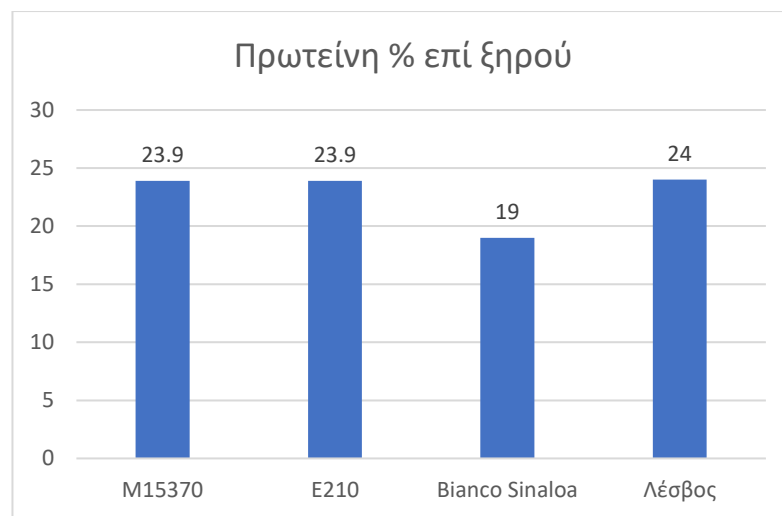
Εικόνα 11 Ποσοστό περιβλήματος γενοτύπων ρεβιθιού

Στην Εικόνα 10 και 11 παρατηρούμε ότι ο πιο ευμεγέθης γενότυπος είναι ο Bianco Sinaloa και ταυτόχρονα παρουσιάζει την μεγαλύτερη τιμή ποσοστού περιβλήματος του σπόρου. Πάραυτα, η απώλεια του περιβλήματος σε σύγκριση με την τιμή 100SW δεν είναι μεγάλη και έτσι προκύπτει ότι ο γενότυπος Bianco Sinaloa είναι ο πιο ευμεγέθης από όλους τους υπόλοιπους γενοτύπους που μελετήθηκαν. Επίσης, και στους υπόλοιπους γενοτύπους παρατηρείται ότι η τιμή 100SW είναι ανάλογη με το ποσοστό του περιβλήματος. Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή 100SW τόσο μεγαλύτερη είναι και η τιμή του ποσοστού περιβλήματος του σπόρου ρεβιθιού. Η υπόθεση αυτή ωστόσο δεν επιβεβαιώνεται από την βιβλιογραφία. Οι Koskosidis et al. (2021) σε εργασία τους με 5 γενοτύπους ρεβιθιού προχώρησαν σε στατιστική ανάλυση των κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis) και βρήκαν ότι το μέγεθος του σπόρου εκφραζόμενο με το 100SW ομαδοποιήθηκε μαζί με το ποσοστό περιβλήματος παρουσιάζοντας θετικές τιμές 0,72 και 0,82 αντίστοιχα, ωστόσο η συσχέτιση μεταξύ των δυο χαρακτηριστικών ήταν αρνητική (-0,44). Στην ίδια κύρια συνιστώσα ομαδοποιήθηκαν και τα χαρακτηριστικά της Ικανότητα διόγκωσης (HC) και Ικανότητας ενυδάτωσης (HI). Από την άλλη πλευρά οι Singh et al. (1988) και Kaur et al. (2005) ανέφεραν υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους του σπόρου και του πάχους του περισπερμίου και μάλιστα, οι ανωτέρω ερευνητές επισήμαναν ότι πιθανώς εκεί να αποδίδεται η θετική συσχέτιση του μεγέθους του σπόρου με τον χρόνο βρασμού που βρήκαν στα πειράματά τους.

1.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ρεβιθιού

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ρεβιθιού που αναλύθηκαν ήταν οι πρωτεΐνες του κάθε γενότυπου, η ικανότητα διόγκωσης του σπόρου Hydration increase (HI), η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου hydration capacity (HC) και ο χρόνος μαγειρέματος.

Μετρήθηκε η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης επί τις 100 σε σπόρους ρεβιθιού. Στην εικόνα 12 παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ποσοστό παρουσιάζει η τοπική ποικιλία από τη Λέσβο με τιμή 24%, ακολουθούν οι γενότυποι M15370 και E210 με τιμή 23,9% και τέλος ο γενότυπος Bianco Sinaloa με 19%.

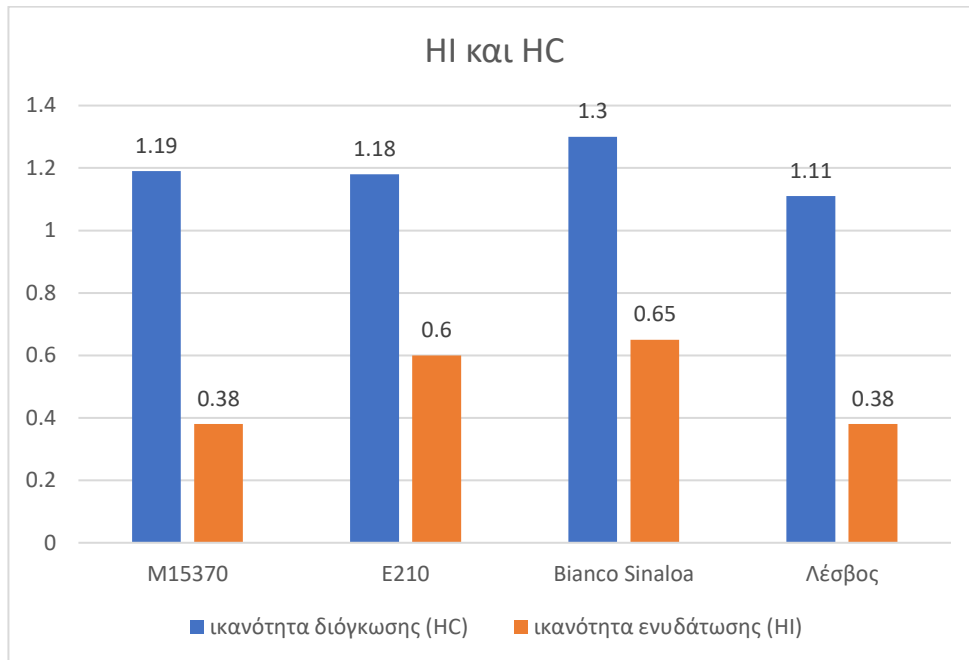


Εικόνα 12 Ποσοστό πρωτεΐνης % επί ξηρού γενότυπων ρεβιθιού

Σχετικά με τον γενότυπο Bianco Sinaloa, έναν ιδιαίτερα ευμεγέθη γενότυπο, παρατηρούμε ότι υπολείπεται έως 5% από τους υπόλοιπους γενότυπους που μελετήθηκαν, γεγονός ανεπιθύμητο. Ενώ οι υπόλοιποι γενότυποι M15370, E210 και Λέσβος παρουσιάζουν σχεδόν ίδιο ποσοστό πρωτεΐνης. Ο Κοσκοσίδης (2021) αναφέρει αρνητική συσχέτιση (-0,42) ανάμεσα στο μέγεθος του σπόρου και την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη γεγονός που επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας καθώς η μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παρατηρήθηκε στον γενότυπο με το μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου.

Στη συνέχεια, μετρήθηκαν η ικανότητα διόγκωσης και η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου κάθε γενότυπου ρεβιθιού. Στην εικόνα 13 παρουσιάζεται ο γενότυπος Bianco

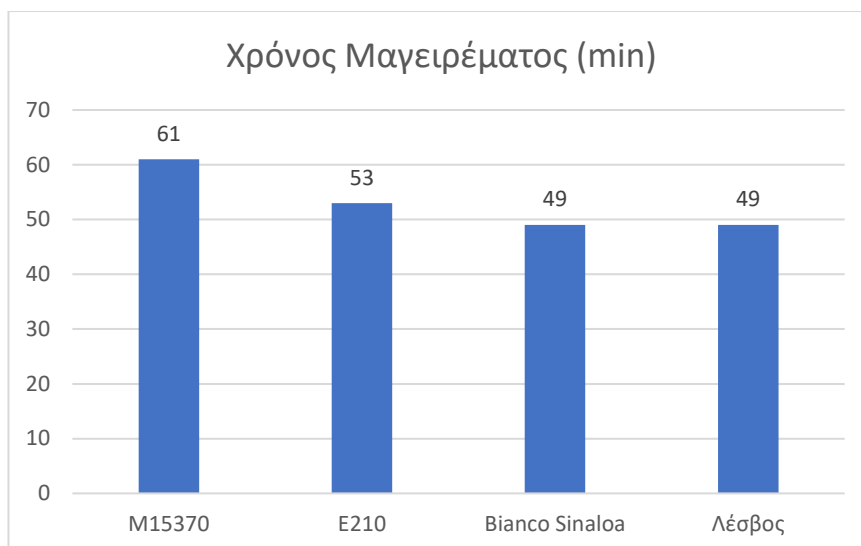
Sinaloa με τιμή HC 1.3g και HI 0,65g, ο γενότυπος M15370 με HC 1.19g και HI 0,38g, ο γενότυπος E210 με HC 1.18g και HI 0,6g και τέλος ο γενότυπος Λέσβος με HC 1.11g και HI 0,38g.



Εικόνα 13 Ικανότητα διόγκωσης (HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενότυπων ρεβιθιού

Στην εικόνα 13 παρατηρούμε ότι ο γενότυπος Bianco Sinaloa παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές τόσο στην ικανότητα ενυδάτωσης όσο και στην ικανότητα διόγκωσης. Αρκετά ικανοποιητικές τιμές παρουσιάζει και ο γενότυπος E210. Ο Κοσκοσίδης (2021) βρήκε πολύ υψηλή συσχέτιση (0,93) ανάμεσα στο μέγεθος του σπόρου και την Ικανότητα ενυδάτωσης, η συσχέτιση ανάμεσα στο μέγεθος και την Ικανότητα Διόγκωσης ήταν ουδέτερη (0,015).

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε ο χρόνος μαγειρέματος του κάθε γενοτύπου ρεβιθιού. Στην εικόνα 14 εμφανίζεται ότι ο χρόνος μαγειρέματος του γενότυπου M15370 είναι 61min, του E210 είναι 53min και των Bianco Sinaloa και Λέσβος 49min.



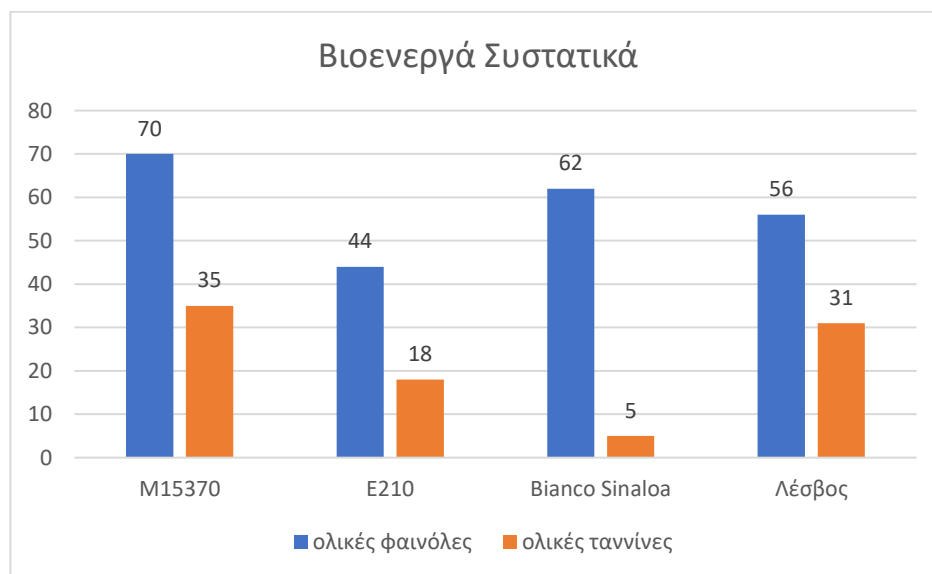
Εικόνα 14 Χρόνος Μαγειρέματος γενοτύπων ρεβιθιού

Στην Εικόνα 14 παρατηρούμε ότι ο γενότυπος Bianco Sinaloa απαιτεί τον λιγότερο χρόνο μαγειρέματος γεγονός που πιθανόν σχετίζεται με την υψηλή ικανότητα διόγκωσης και ενυδάτωσης όπως αναφέραμε νωρίτερα. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι η ικανότητα διόγκωσης και ενυδάτωσης ενός γενοτύπου ρεβιθιού είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον απαραίτητο χρόνο μαγειρέματός του. Η υπόθεση αυτή δεν επιβεβαιώνεται όμως από την μελέτη όλων των γενοτύπων. Από την βιβλιογραφία, επιβεβαιώνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών HC και HI σε σχέση με τον χρόνο μαγειρέματος, ωστόσο δεν είναι οι μοναδικοί παράγοντες που τον επηρεάζουν. Ωστόσο, τα βιβλιογραφικά δεδομένα είναι αντικρουόμενα τόσο με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όσο και γενικότερα. Σύμφωνα με τους Williams et al. (1983) υπάρχει σημαντική συσχέτιση του μεγέθους του σπόρου με τον χρόνο βρασμού αλλά και με την ικανότητα ενυδάτωσης. Επίσης, σημαντική συσχέτιση υπάρχει και μεταξύ της ικανότητας ενυδάτωσης και του χρόνου βρασμού. Έτσι οι ανωτέρω ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι σπόροι μεγαλύτερου μεγέθους τείνουν να έχουν και μεγαλύτερο χρόνο βρασμού γεγονός που αντιτίθεται στα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Kaur et al. (2005). Ωστόσο, στην έρευνα των Singh et al. (1988) η θετική συσχέτιση του μεγέθους του σπόρου με τον χρόνο βρασμού παύει να ισχύει στην περίπτωση που οι σπόροι μουλιαστούν. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους του σπόρου και του πάχους του περισπερμίου. Συνεπώς, σημαντικό ρόλο στην διαδικασία μελέτης αυτών των χαρακτηριστικών παίζει το μούλιασμα των σπόρων. Ο χρόνος βρασμού είναι ισχυρά κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό. Ο χρόνος βρασμού επηρεάζεται από τη διαπερατότητα

του περιβλήματος και των κοτυληδόνων από το βραστό νερό, τη φυσική σκληρότητα του σπόρου, τη χημική σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων, το μέγεθος του σπόρου το οποίο έχει να κάνει με την απόσταση που πρέπει να διανύσει το ζεστό νερό έτσι ώστε να φτάσει σε όλα τα σημεία του εσωτερικού του σπόρου. Εφόσον το μέγεθος έχει τόσο μεγάλη επίπτωση στον χρόνο βρασμού, όλα τα αγροκομικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το μέγεθος του σπόρου, επηρεάζουν έμμεσα και τον χρόνο βρασμού (Κοσκοσίδης 2021).

1.3.Βιοενεργά συστατικά ρεβιθιού

Οι Ruggeri et al. (2017) αναφέρουν ότι οι περιβαλλοντικοί και οι γενετικοί παράγοντες επηρεάζουν την παραγωγή και την σύσταση του σπόρου ως προς τους διατροφικούς και τους αντιδιατροφικούς παράγοντες. Τα βιοενεργά συστατικά των γενότυπων ρεβιθιού που αναλύθηκαν ήταν οι ολικές φαινόλες (TPC) και οι ολικές ταννίνες (TTC). Πιο αναλυτικά, όπως μπορούμε να διακρίνουμε στην εικόνα 15 ότι ο γενότυπος M15370 παρουσιάζει τιμή TPC 70 και TTC 35, ο Bianco Sinaloa TPC 62 και TTC 5, ο «Λέσβος» TPC 56 και TTC 31 και ο E210 TPC 44 και TTC 18.



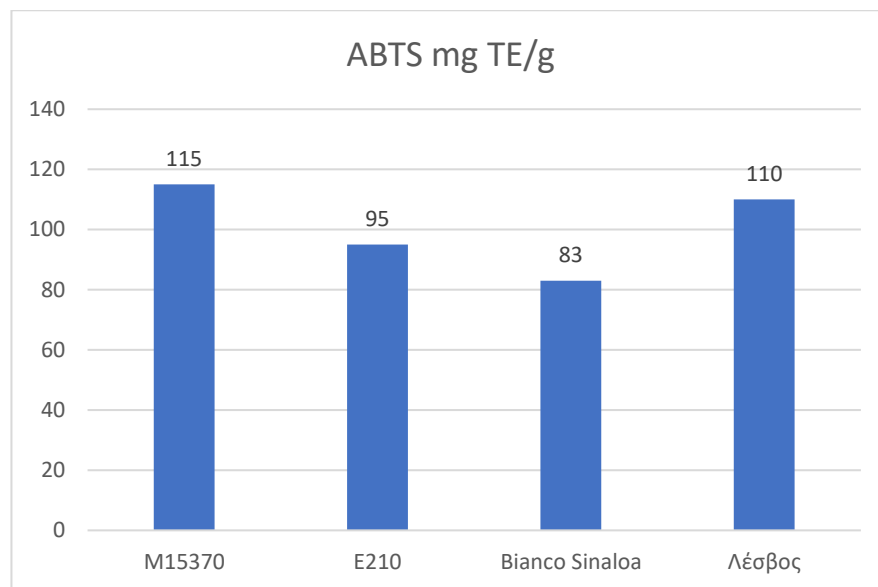
Εικόνα 15 Βιοενεργά Συστατικά γενότυπων ρεβιθιού

Στην Εικόνα 15 παρατηρούμε ο γενότυπος M15370 παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή σε βιοενεργά συστατικά, γεγονός που τον καθιστά κατάλληλο γενότυπο για την δημιουργία λειτουργικών τροφίμων. Σύμφωνα με το επίσημο τεύχος περιγραφής των ποικιλιών του ΙΒΚΦ ο γενότυπος M15370 είναι ανθεκτικός στην ασκοχύτωση και σύμφωνα με τους

Kumar et al. (2013), οι φαινολικές ενώσεις στο ρεβίθι ήταν υψηλότερες στις ποικιλίες που ήταν ανθεκτικές στην ασκοχύτωση (*Ascochyta blight*), σε σχέση με τις ευαίσθητες ποικιλίες. Αντίθετα, αρκετά φτωχοί σε βιοενεργά συστατικά είναι οι γενότυποι E210 και ο Bianco Sinaloa. Επίσης, οι ταννίνες συσχετίζονται αρνητικά με το μέγεθος του σπόρου, και οι σπόροι μικρότερου μεγέθους τείνουν να έχουν υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικές ταννίνες (Nikolopoulou et al., 2006). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνουν τις ανωτέρω βιβλιογραφικές αναφορές.

1.4.Αντιοξειδωτική δραστηριότητα

Τέλος, μετρήθηκε η αντιοξειδωτική δραστηριότητα (ABTS) όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 16, κάθε γενότυπου ρεβιθιού. ο γενότυπος M15370 παρουσιάζει τιμή 115, ο Bianco Sinaloa 83, ο «Λέσβος» 110 και ο E210 95.



Εικόνα 16 ABTS ρεβιθιών

Στην Εικόνα 16 παρατηρούμε ότι ο γενότυπος M15370 παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο γενετικό υλικό για τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων.

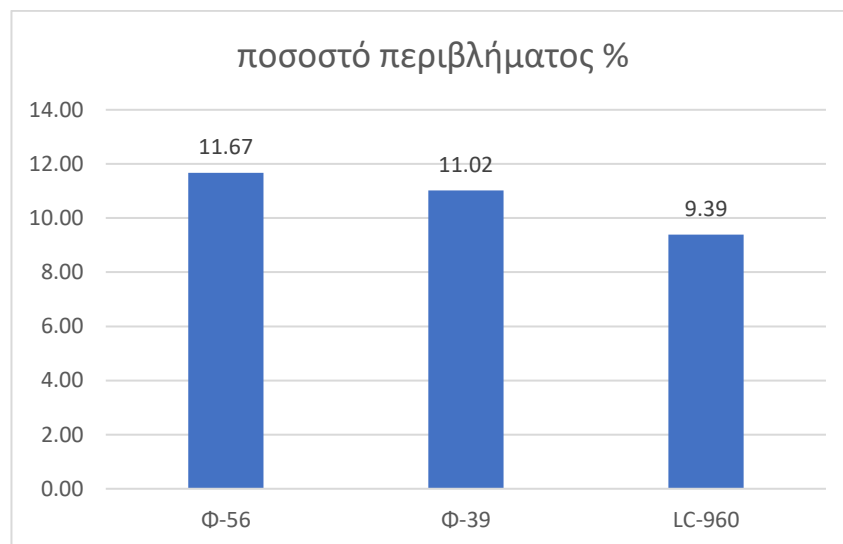
Από την μελέτη όλων των χαρακτηριστικών των ρεβιθιών που μελετήθηκαν καταλήγουμε ότι ο γενότυπος M15370 παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας, βιοενεργών συστατικών και πρωτεΐνης, γεγονός που τον καθιστά το πιο κατάλληλο γενότυπο προς κατανάλωση και δημιουργία λειτουργικών προϊόντων. Ωστόσο, ο

γενότυπος αυτός απαιτεί τον περισσότερο χρόνο μαγειρέματος και οι σπόροι του είναι αρκετά μικροί σε μέγεθος.

ΦΑΚΗ

Φυσικά Χαρακτηριστικά φακής

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των γενοτύπων φακής που αναλύθηκαν ήταν το ποσοστό του περιβλήματος κάθε δείγματος. Στην Εικόνα 17 φαίνεται ότι ο γενότυπος Φ-56 υπερέχει σε μέγεθος με τιμή 11,67, ακολουθούμενος από τον Φ-39 με τιμή 11,02 και τον LC-960 με τιμή 9,39.



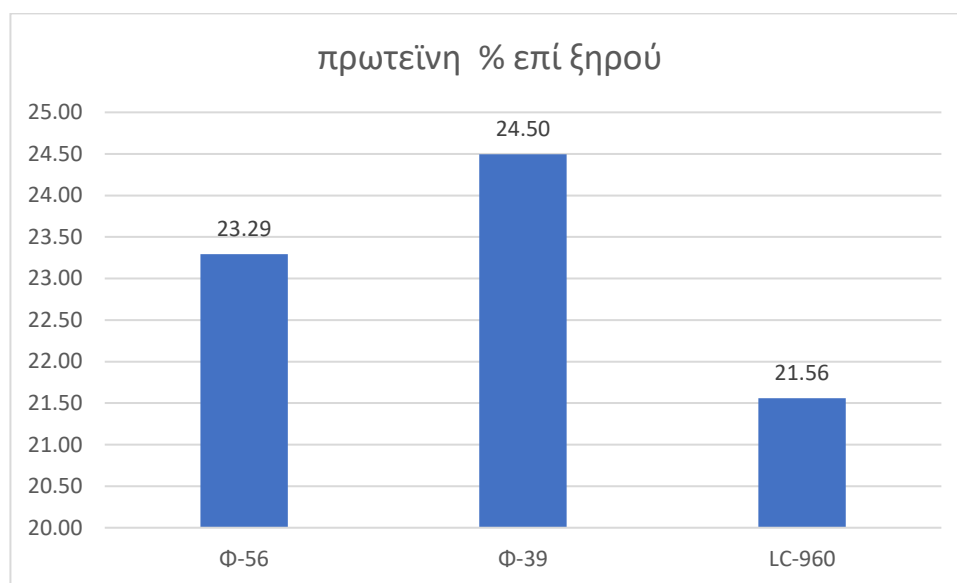
Εικόνα 17 Ποσοστό περιβλήματος γενοτύπων φακής

Στην Εικόνα 17 παρατηρούμε ότι παρατηρούμε ότι ο γενότυπος Φ56 παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό περιβλήματος, γεγονός ανεπιθύμητό διότι παραμένει μικρότερη ποσότητα καθαρού προϊόντος. Ο γενότυπος LC960 παρουσιάζει το χαμηλότερο ποσοστό περιβλήματος και έτσι έχει την μικρότερη απώλεια σε καθαρό βάρος εκμεταλλεύσιμου προϊόντος.

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά γενοτύπων Φακής

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φακής που αναλύθηκαν ήταν οι πρωτεΐνες του κάθε γενότυπου, η ικανότητα διόγκωσης του σπόρου-Hydration increase (HI), η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου-hydration capacity (HC) και ο χρόνος μαγειρέματος.

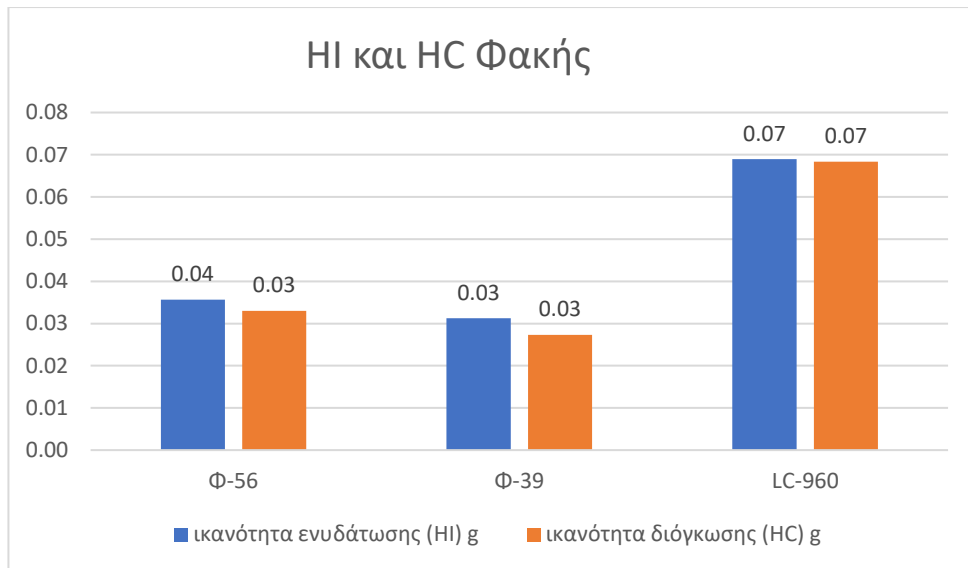
Το ποσοστό της πρωτεΐνης που μετρήθηκε παρουσιάζει στο γενότυπο Φ-56 τιμή 23,29, στο Φ-39 24,50 και στο LC-96 21.56.



Εικόνα 18 Ποσοστό πρωτεΐνης % επί ξηρού γενοτύπων φακής

Στη Εικόνα 18 παρατηρούμε ότι ο γενότυπος Φ39 παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης. Από την άλλη πλευρά, ο γενότυπος LC960 παρουσιάζει την χαμηλότερη τιμή έως και 3% χαμηλότερη από τον Φ39.

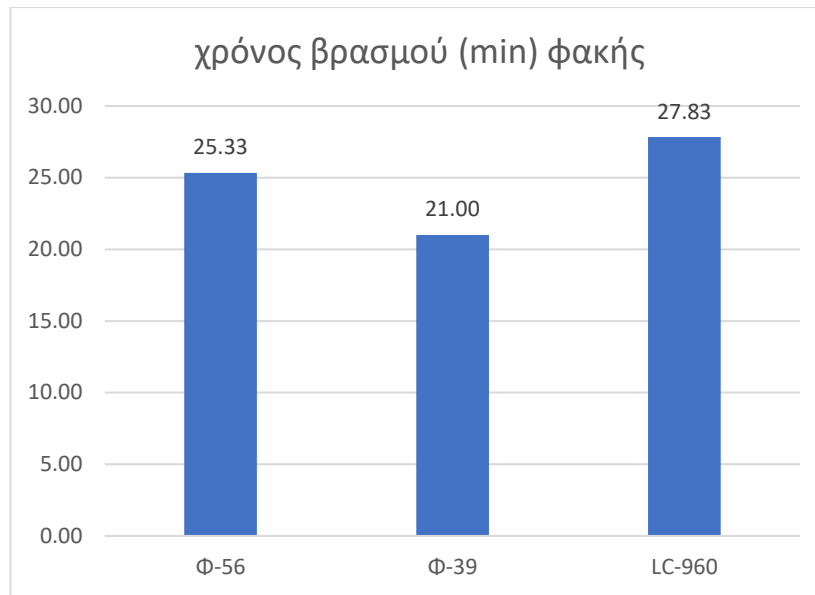
Στη συνέχεια, μετρήθηκαν η ικανότητα διόγκωσης και η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου κάθε γενότυπου φακής. Στην εικόνα 19 παρουσιάζεται ο γενότυπος LC-960 με τιμή HC 0.07g και HI 0,07g, ο γενότυπος Φ-56 με HC 0,03g και HI 0,04g, ο γενότυπος Φ-39 με HC 0,03g και HI 0,03g.



Εικόνα 19 Ικανότητα διόγκωσης(HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενότυπων φακής

Στην Εικόνα 19 παρατηρούμε ότι οι γενότυποι της φακής παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές στα χαρακτηριστικά HC και HI. Το γεγονός αυτό επηρεάζεται κυρίως από το μέγεθος των σπόρων της φακής.

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε ο χρόνος μαγειρέματος του κάθε γενότυπου φακής. Στην εικόνα 20 εμφανίζεται ότι ο χρόνος μαγειρέματος του γενότυπου LC-960 είναι 27.83min, του F-56 είναι 25.33 min και του Φ-39 21min. Ο χρόνος βρασμού επηρεάζεται σημαντικά από τον γενότυπο. Οι Vlachostergios et al. (2021) σε πειραματισμό με Ελληνικές ποικιλίες φακής σε 10 διαφορετικά περιβάλλοντα ανέφεραν ότι ο χρόνος βρασμού κυμάνθηκε από 22.5 έως 30.5 λεπτά, ενώ σε ποικιλίες από την Τουρκία ο χρόνος βρασμού κυμάνθηκε μεταξύ 15.2 και 23.9 λεπτά (Özer et al. 2010). Οι Jood et al. (1998) βρήκαν τιμές χρόνου μαγειρέματος μεταξύ 38 και 43 λεπτών, ενώ οι Erkine et al. (1985) αναφέρουν μέσο χρόνο μαγειρέματος 33 λεπτά. Επιπλέον ο Πιadis (2001) μετά από πολυετή πειραματισμό κατέληξε ότι εκτός από τον γενότυπο και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν τόσο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της καλλιέργειας όσο και στη συγκομιδή επηρεάζουν το χρόνο βρασμού συμπεραίνοντας ότι οι ξηρικές χρονιές έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή σπόρων με σύντομη διάρκεια μαγειρέματος, ενώ σε χρονιές με πολλές βροχοπτώσεις ο χρόνος βρασμού αυξάνεται.



Εικόνα 20 Χρόνος μαγειρέματος γενοτύπων φακής

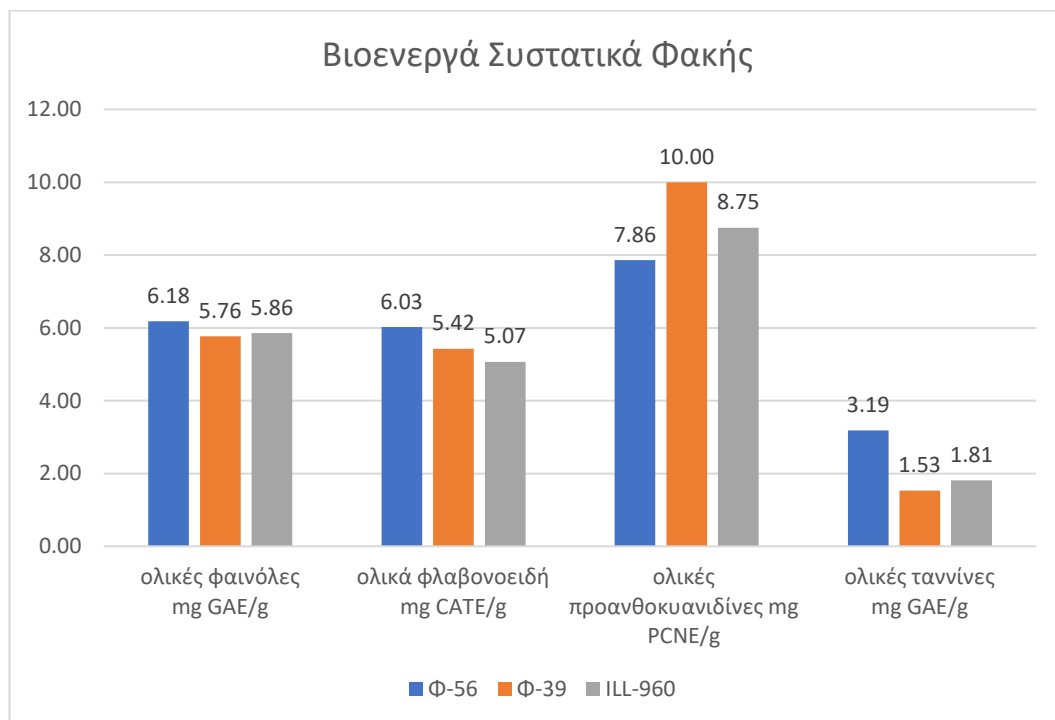
Στην Εικόνα 20 παρατηρούμε ότι ο γενοτύπος φακής Φ39 χρειάζεται το λιγότερο χρόνο βρασμού πολύ επιθυμητό γεγονός για την ένταξη των οσπρίων στην καθημερινή ανθρώπινη διατροφή.

Στην μελέτη των γενοτύπων της φακής δεν μπορούμε να συσχετίσουμε τα χαρακτηριστικά HI και HC κάθε γενοτύπου με τον χρόνο βρασμού, κυρίως λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων της φακής. Πάραυτα, το στάδιο του “μουλιάσματος” στις διαδικασίες μαγειρέματος δεν πρέπει να παραλείπεται διότι όπως αναλύθηκε εκτενώς στη βιβλιογραφία, εκτός από την μείωση του χρόνου μαγειρέματος είναι απαραίτητο στάδιο για την αντιμετώπιση των αντιδρατροφικών παραγόντων που υπάρχουν στα όσπρια και την βελτίωση της πέψης τους.

1.5.Βιοενεργά Συστατικά φακής

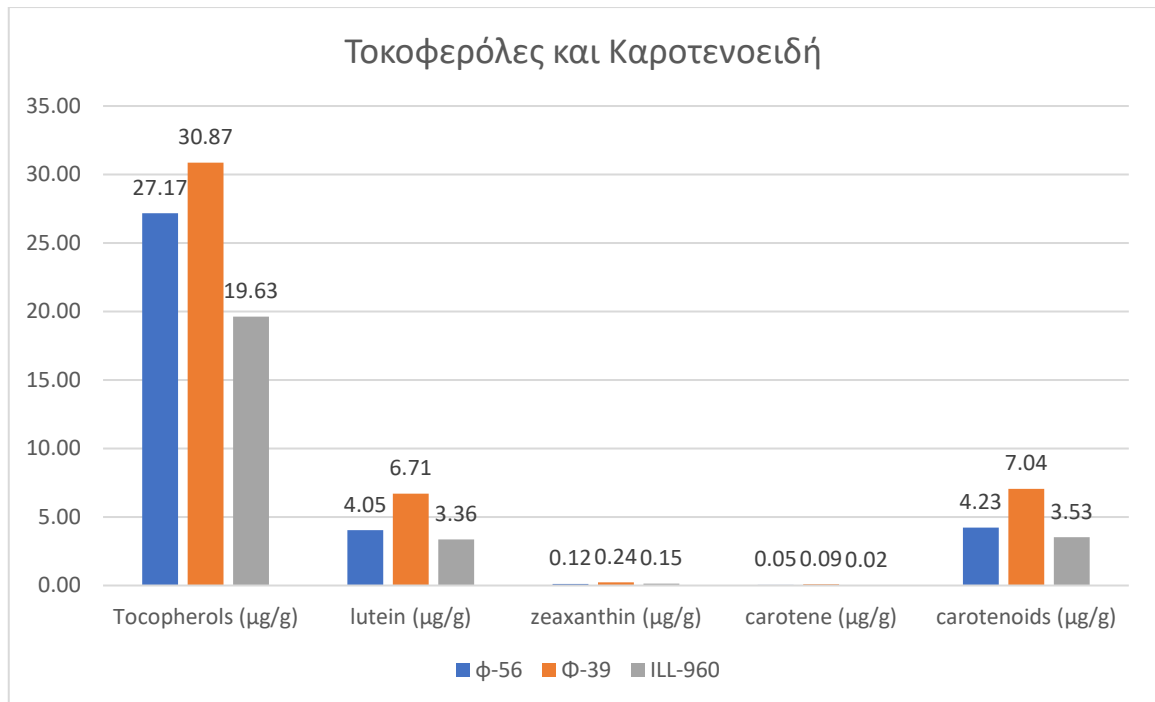
Τα βιοενεργά συστατικά της φακής επηρεάζονται τόσο από τον γενότυπο όσο και από την ποικιλία της φακής. Οι Irakli et al. (2021) διαπίστωσαν ότι μεγαλύτερη παραλλακτικότητα εντοπίζεται εξαιτίας των επιδράσεων του περιβάλλοντος στα φαινολικά συστατικά (TPC, TFC, TPAC) και στις αντιοξειωτικές δράσεις, ενώ τοκοφερόλες και καροτενοειδή έδειξαν ισχυρή γενοτυπική εξάρτηση.

Στην παρούσα εργασία, τα βιοενεργά συστατικά των γενότυπων φακής που αναλύθηκαν ήταν οι ολικές φαινόλες (TPC)(mg/GAE/g), τα ολικά φλαβονοειδή (TFC)(mgCATE/g), ολικές προανθοκυανιδίνες (TPAC)(mg GAE/g) και οι ολικές ταννίνες (TNC)(mg GAE/g). Πιο αναλυτικά, όπως μπορούν να διακρίνουμε στην Εικόνα 21 ότι ο γενότυπος Φ-56 παρουσιάζει τιμή TPC 6,18, TFC 6.03, TPAC 7.86 και TNC 3.19, ο Φ-39 παρουσιάζει τιμές TPC 5,76 TFC 5,42, TPAC 10 και TNC 1,53, ο IL-96 παρουσιάζει τιμή TPC 5,86, TFC 5,07, TPAC 8,75 και TNC 1,81.



Εικόνα 21 Βιοενεργά συστατικά γενότυπων φακής

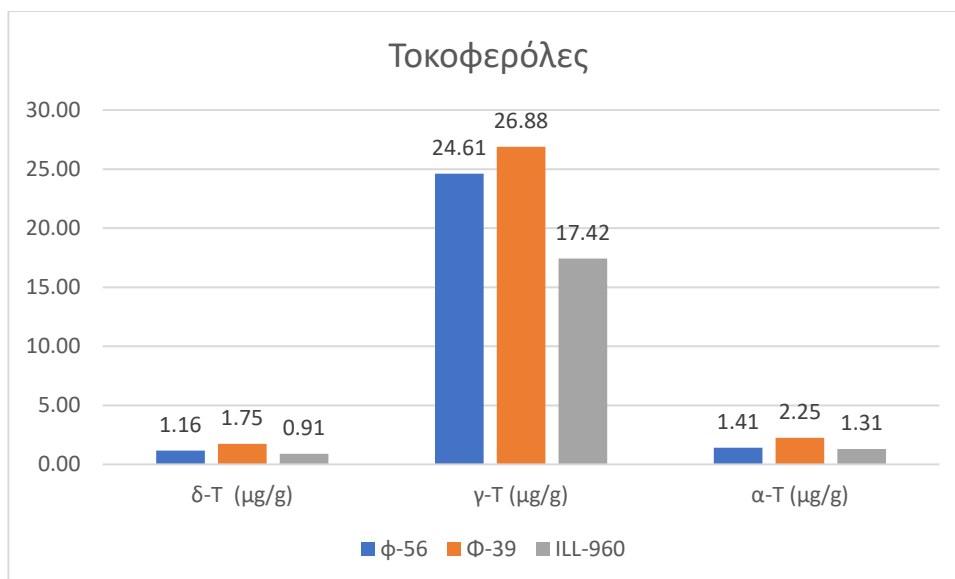
Μελετήθηκαν για κάθε γενότυπο φακής οι ολικές τοκοφερόλες, η λουτεΐνη, η ζεαξανθίνη, το καροτένιο και τα καροτενοειδή. Για τον γενότυπο Φ-56 δόθηκαν οι τιμές για τις ολικές τοκοφερόλες 21,17, τη λουτεΐνη 4,05, τη ζεαξανθίνη 0,15, το καροτένιο 0,05 και τα καροτενοειδή 4,23, για τον γενότυπο Φ-39 για τις ολικές τοκοφερόλες 30,87, τη λουτεΐνη 6,71, τη ζεαξανθίνη 0,24, το καροτένιο 0,09 και τα καροτενοειδή 7,04, για τον γενότυπο IL-96 για τις ολικές τοκοφερόλες 19,63, τη λουτεΐνη 3,36, τη ζεαξανθίνη 0,15, το καροτένιο 0,02 και τα καροτενοειδή 3,53.



Εικόνα 22 Τοκοφερόλες και Καροτενοειδή γενοτύπων φακής

Στην Εικόνα 22 παρατηρούμε ότι σε όλες τις κατηγορίες τοκοφερολών και καροτενοειδών που μελετήθηκαν ο γενότυπος Φ39 παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή σε όλες τις κατηγορίες γεγονός που τον καθιστά κατάλληλο γενότυπο για την δημιουργία λειτουργικών τροφίμων.

Μελετήθηκαν για κάθε γενότυπο οι τοκοφερόλες, α-Τοκοφερόλη, γ-Τοκοφερόλη, δ-Τοκοφερόλη. Πιο αναλυτικά, για τον γενότυπο Φ-56 προέκυψαν οι τιμές 1,16 δ-Τ, 24,61 γ-Τ και 1,14 α-Τ, για τον Φ-39 1,75 δ-Τ, 26,88 γ-Τ και 2,25 α-Τ και ΙΛ-96 0,91 δ-Τ, 17,42 γ-Τ και 1,31 α-Τ.

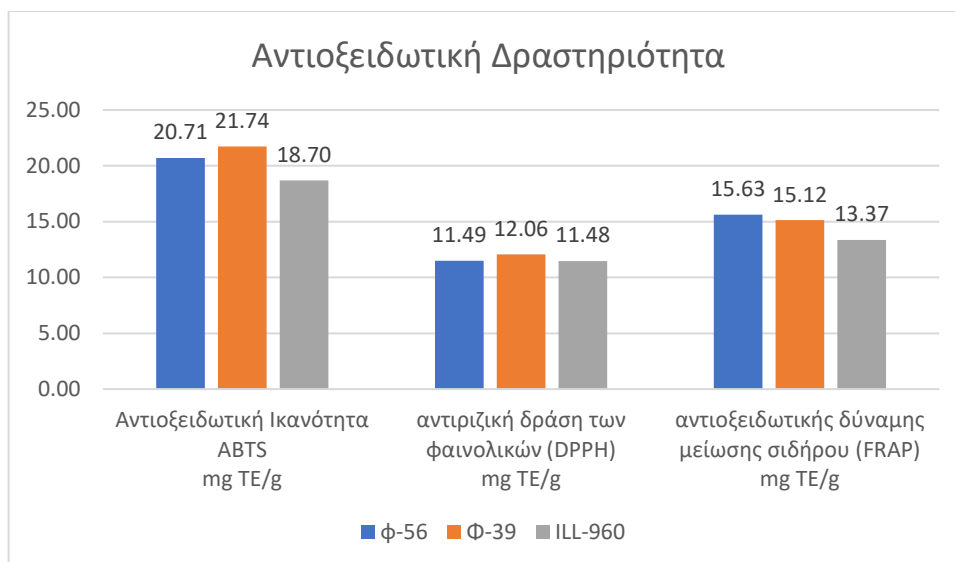


Εικόνα 23 Τοκοφερόλες (α,γ,δ-T) γενοτύπων φακής

Στην Εικόνα 23 παρατηρούμε ότι για τις τοκοφερόλες που αναλύθηκαν υψηλότερες τιμές παρουσιάζει ο γενότυπος Φ39 σε όλες τις κατηγορίες, γεγονός που τον καθιστά κατάλληλο γενετικό υλικό για την χρήση δημιουργίας λειτουργικών τροφίμων. Επιπλέον παρατηρούμε ότι ο γενότυπος ILL960 παρουσιάζει αρκετά χαμηλότερες σε όλες τις κατηγορίες τοκοφερολών που αναλύθηκαν γεγονός που τον καθιστά έναν γενότυπο αρκετά φτωχό σε τοκοφερόλες

1.6.Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα Φακής

Τέλος, μετρήθηκε η αντιοξειδωτική δραστηριότητα (ABTS), η αντιριζική δράση των φαινολικών (DPPH) και η αντιοξειδωτική δύναμη μείωσης σιδήρου (FRAP) κάθε γενότυπου φακής. Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 24, ο γενότυπος Φ-56 παρουσιάζει τιμή ABTS 20,71, DPPH 11,49 και FRAP 15,63, ο Φ-39 ABTS 21,74, DPPH 12,06 και FRAP 15,12, ο IL-96 ABTS 18,70, DPPH 11,48 και FRAP 13,37.



Εικόνα 24 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα γενοτύπων φακής

Στην εικόνα 24 παρατηρούμε ότι ο γενότυπος Φ39 παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή σε αντιοξειδωτική ικανότητα καθώς και στην αντιριζική δράση των φαινολικών καθώς και αρκετά υψηλή τιμή στην αντιοξειδωτική ικανότητα μείωσης σιδήρου. Το γεγονός αυτό καθιστά την Φ39 κατάλληλο γενετικό υλικό για τη δημιουργία λειτουργικών προϊόντων.

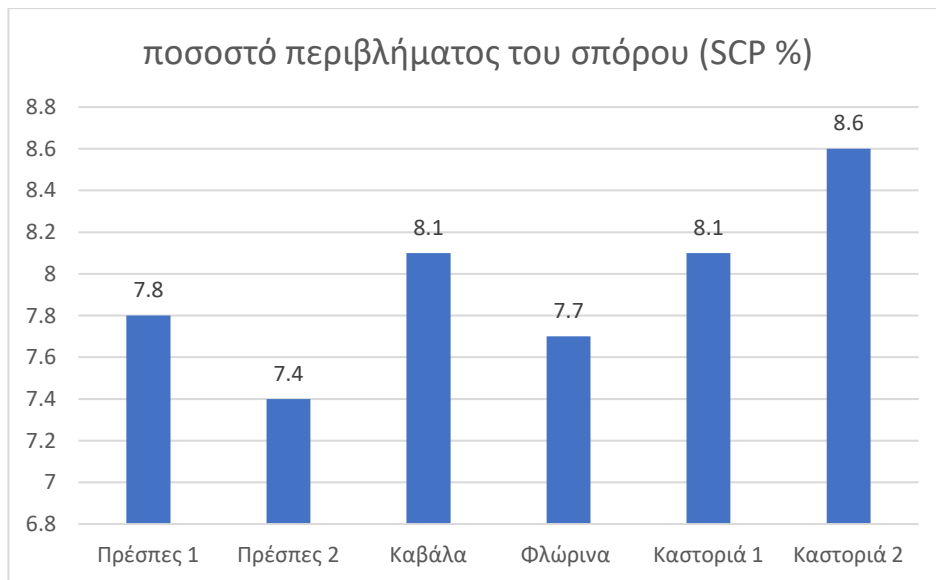
Παρατηρώντας όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στους γενοτύπους της φακής διαπιστώνουμε ότι ο Φ39 είναι αναμφισβήτητα ο γενότυπος που παρουσιάζει τις καλύτερες επιδόσεις σε όλα τα χαρακτηριστικά. Είναι πλούσιος σε βιοδραστικά συστατικά, τοκοφερόλες και καροτενοειδή καθώς παρουσιάζει και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και ποσότητα πρωτεΐνης. Τέλος, χρειάζεται και τον λιγότερο χρόνο βρασμού από τους υπόλοιπους γενοτύπους φακής. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν το γενότυπο Φ39 ένα πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό, κατάλληλο για την δημιουργία λειτουργικών προϊόντων. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε σχετική μελέτη των Irakli et al. (2021) βρέθηκε ότι ένα γενότυπος με πορτοκαλί κοτυληδόνα (03-24L) είχε πολύ υψηλές τιμές φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικών στοιχείων και ξεχώρισε από τις υπόλοιπες ποικιλίες που είχαν κίτρινη κοτυληδόνα, όπως ήταν η Φ-39 και οι υπόλοιπες που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή. Ο γενότυπος 03-24L προτείνεται από τους ανωτέρω ερευνητές για διερεύνηση ως λειτουργικό τρόφιμο, ενώ είναι πιθανό να υπάρχει κάποια συσχέτιση του χρώματος της κοτυληδόνας με τις τιμές φαινολικών και αντιοξειδωτικών που μελετήθηκαν, αλλά χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα.

2. ΦΑΣΟΛΙ

2.1.Φυσικά Χαρακτηριστικά

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των γενότυπων φασολιού που αναλύθηκαν ήταν το ποσοστό του περιβλήματος κάθε δείγματος.

Για το ποσοστό του περιβλήματος κάθε γενότυπου παρουσιάζεται στην εικόνα 22 ότι ο γενότυπος Καστοριά 2 έχει τη μεγαλύτερη τιμή με 8,6%, στη συνέχεια ο Καστοριά 1 και Καβάλα με 8,1%, ο Πρέσπες 1 με 7,8%, ο Φλώρινα με 7,7% και ο γενότυπος Πρέσπες 2 με 7,4%.



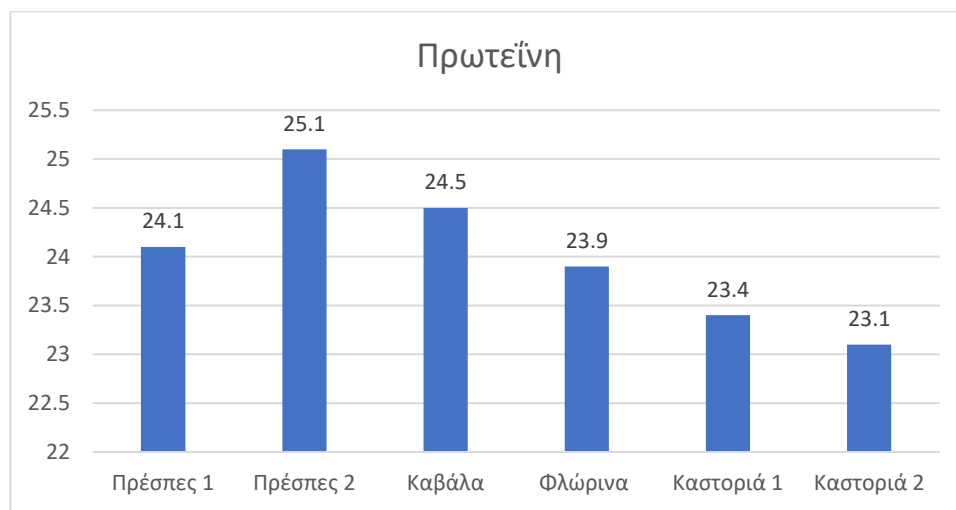
Εικόνα 25 Ποσοστό περιβλήματος του σπόρου φασολιών

Στην Εικόνα 25 παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μεγάλη διακύμανση στο ποσοστό του περιβλήματος ενός σπόρου φασολιού κυμαίνεται μεταξύ 7,5 με 8,5%. Σε εργασία τους με Ελληνικούς και ξένους γενότυπους φασολιού οι Vakali et al. (2017) βρήκαν ότι το ποσοστό περιβλήματος του σπόρου είναι χαρακτηριστικό που καθορίζεται από το γενότυπο σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%, στοιχείο που αναδεικνύει τη σημασία του γενετικού υλικού για το υπό μελέτη χαρακτηριστικό.

2.2.Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά φασολιού που αναλύθηκαν ήταν οι πρωτεΐνες του κάθε γενότυπου, η ικανότητα διόγκωσης του σπόρου Hydration increase (HI), η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου hydration capacity (HC) και ο χρόνος μαγειρέματος.

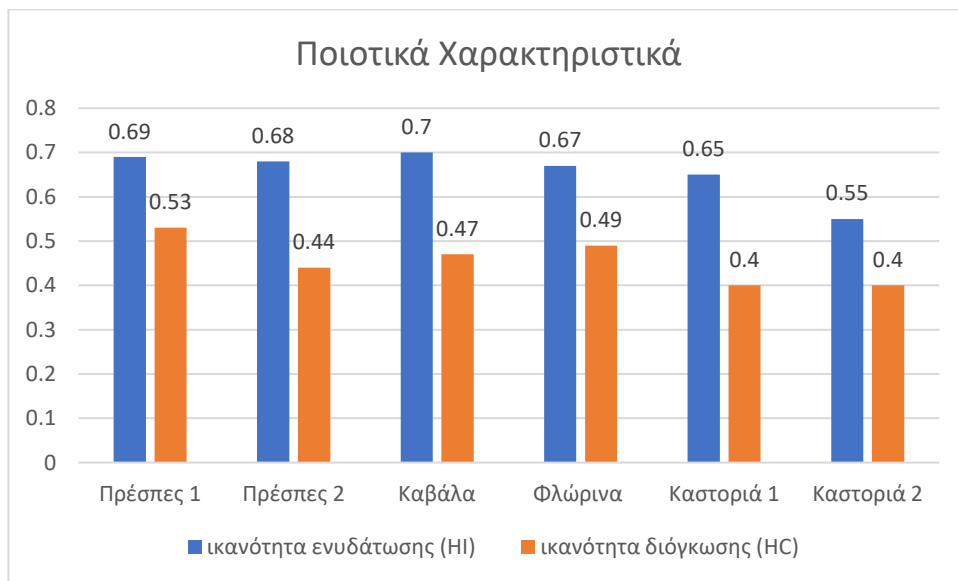
Μετρήθηκε η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης επί τις 100 σε σπόρους ρεβιθιού. Στην εικόνα 26 παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ποσοστό παρουσιάζει η τοπική ποικιλία Πρέσπες 2 με τιμή 25,1%, ο γενότυπος Καβάλα με 24,5%, ο Πρέσπες 1 με 24,1%, ο γενότυπος Φλώρινα με τιμή 23,9%, ο Καστοριά 1 23,4% και τέλος ο γενότυπος Καστοριά 2 με 23,1%.



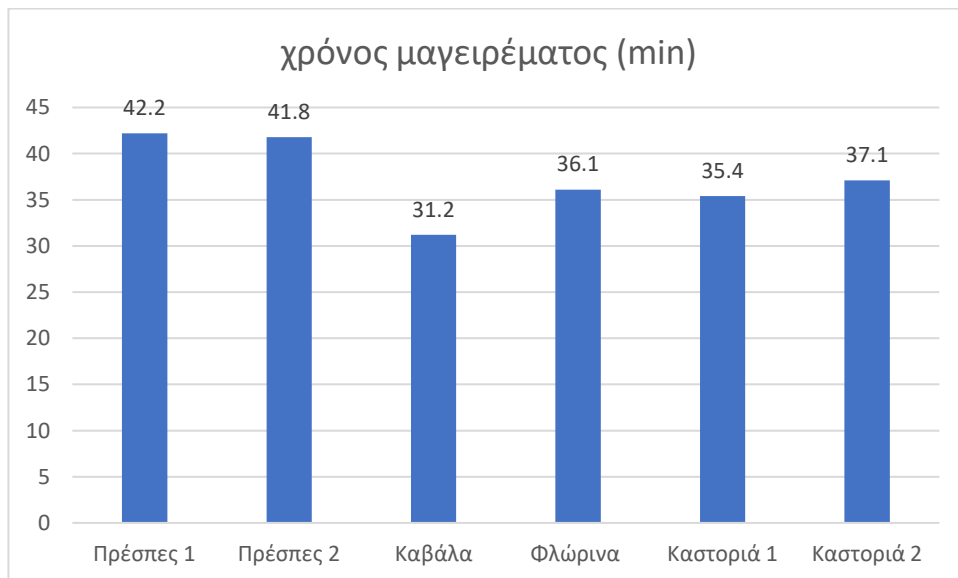
Εικόνα 26 Πρωτεΐνη % επί ξηρού γενοτύπων φασολιού

Στην Εικόνα 26 παρατηρούμε ότι υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης παρουσιάζει ο γενότυπος Πρέσπες 2 και έχει αρκετά μεγάλη διαφορά (1-2%) σε σχέση με τους υπόλοιπους γενοτύπους, γεγονός που καθιστά πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γενετική βελτίωση για τη δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών για το χαρακτηριστικό αυτό. Σύμφωνα με άλλους ερευνητές που μελέτησαν γενότυπους φασολιού στην Ελλάδα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη διαφέρει λιγότερο ή περισσότερο μεταξύ των γενοτύπων. Έτσι οι Kargiotidou et al. (2018) βρήκαν μικρές διαφορές σε γενοτύπους ξηρού φασολιού που κυμάνθηκαν από 23.27% έως 25.73% με μέση τιμή το 24.85%. Αντίθετα, οι Maniatis et al. (2010) βρήκαν μεγαλύτερες αποκλίσεις για το υπό μελέτη χαρακτηριστικό (22.36-28.58%) με μέση τιμή 25.25%. Οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αποδίδονται σε ένα συνδυασμό γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων (Kargiotidou et al. (2018)).

Στη συνέχεια, μετρήθηκαν η ικανότητα διόγκωσης και η ικανότητα ενυδάτωσης του σπόρου κάθε γενότυπου φασολιού. Στην εικόνα 27 παρουσιάζεται ο γενότυπος Πρέσπες 1 με τιμή HC 0,53g και HI 0,69g, ο γενότυπος Πρέσπες 2 με HC 0,44g και HI 0,68g, ο γενότυπος Καβάλα με HC 0,47g και HI 0,7g, ο γενότυπος Φλώρινα με HC 0,49g και HI 0,67g, ο γενότυπος Καστοριά 1 με HC 0,4g και HI 0,65g και ο γενότυπος Καστοριά 2 με HC 0,4g και HI 0,55g.



Εικόνα 27 Ικανότητα διόγκωσης(HC) και ικανότητα ενυδάτωσης (HI) σπόρων γενοτύπων φασολιού



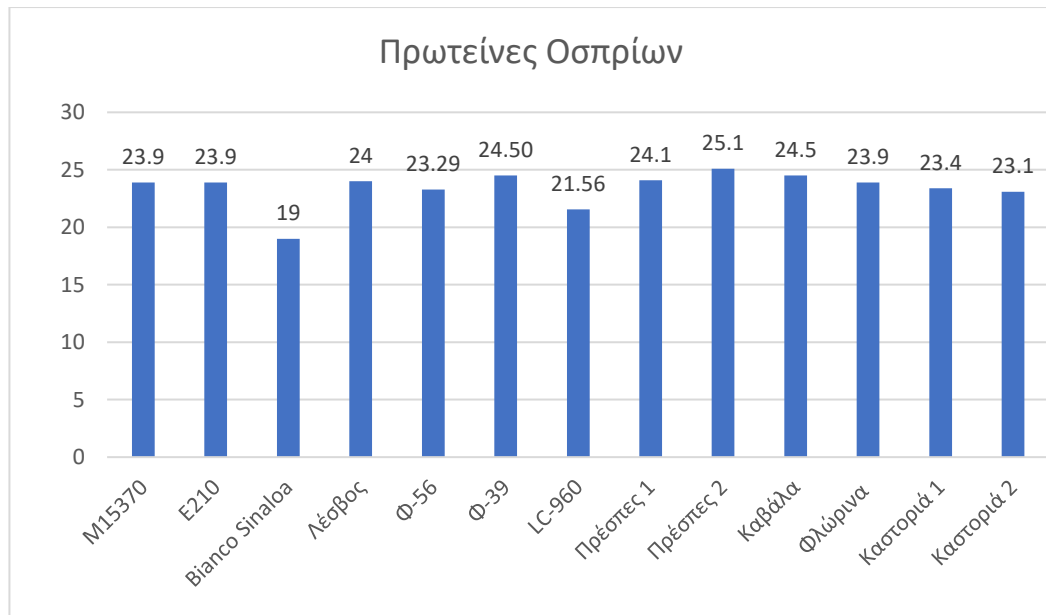
Εικόνα 28 Χρόνος Μαγειρέματος γενοτύπων Φασολιού

Στην Εικόνα 27 και 28 παρατηρούμε ότι την υψηλότερο τιμή ΗΙ και ΗC την έχει ο γενότυπος Καβάλα και ταυτόχρονα έχει τον χαμηλότερο χρόνο μαγειρέματος. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι η ικανότητα διόγκωσης και ενυδάτωσης ενός γενότυπου φασολιού είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον απαραίτητο χρόνο μαγειρέματός του. Η υπόθεση αυτή δεν επιβεβαιώνεται όμως από την μελέτη όλων των γενότυπων. Από την βιβλιογραφία, επιβεβαιώνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών ΗC και ΗΙ σε σχέση με τον χρόνο μαγειρέματος, ωστόσο δεν είναι οι μοναδικοί παράγοντες που τον επηρεάζουν. Η επίδραση του περιβάλλοντος στο χρόνο μαγειρέματος είναι σημαντική και επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα όπως αποδεικνύεται από διάφορες εργασίες (Garcia et al. 2012; Papadopoulos et. al., 2012) γι' αυτό και έχουν περιγραφεί συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες που αντιπροσωπεύουν διάφορες περιοχές που χαρακτηρίζονται ως κατάλληλες για την παραγωγή ποιοτικού και βραστερού φασολιού. Οι Elia et al. (1997) και Gonzalez (2006) πειραματίστηκαν σχετικά με το χρόνο μαγειρέματος και βρήκαν ότι το παχύτερο περίβλημα έχει πιο αργό ρυθμό απορρόφησης νερού και έτσι αυξάνει το χρόνο βρασμού.

3. Σύγκριση Χαρακτηριστικών Οσπρίων

3.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Οσπρίων

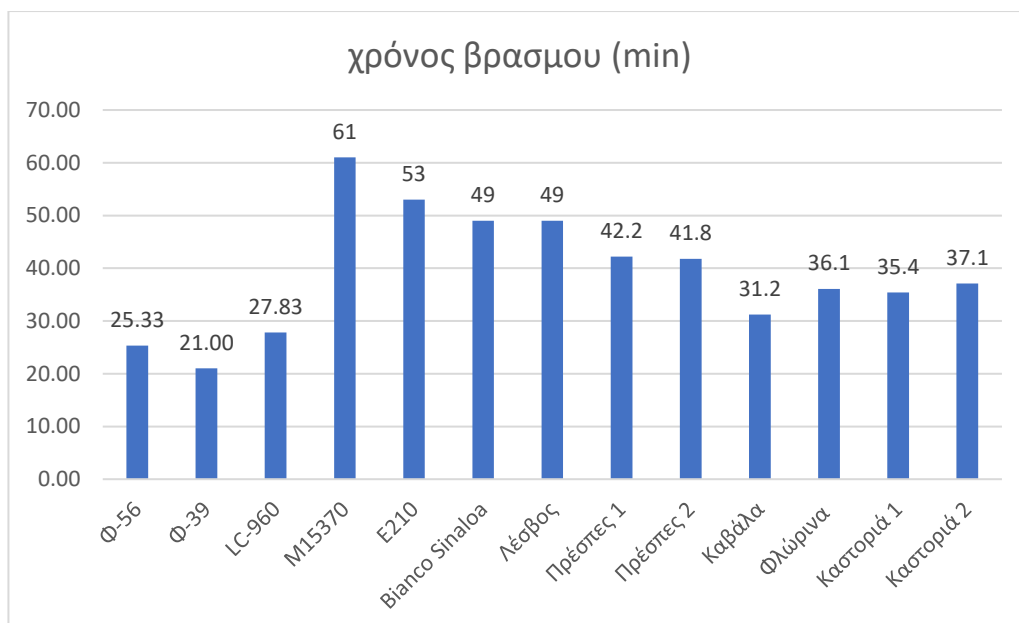
Στην παρακάτω Εικόνα 28 παρουσιάζονται οι τιμές ποσοστού πρωτεΐνης %επί ξηρού των γενότυπων ρεβιθιού, φασολιού και φακής που μελετήθηκαν. Υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στους γενότυπους φασολιού, 25,1 έως 23,1, στη συνέχεια οι γενότυποι της φακής με 24,5 έως 21,5 και τέλος οι γενότυποι του ρεβιθιού με 23,9 έως 19.



Εικόνα 29 Σύγκριση πρωτεΐνης % επί ξηρού των γενοτύπων φακής, ρεβιθιού και φασολιού

Παρατηρώντας τη Εικόνα 28 διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των διαφόρων ειδών οσπρίων. Ο γενοτύπος Bianco Sinaloa παρατηρούμε ότι παρουσιάζει αισθητά χαμηλότερη τιμή από τους υπολοίπους γενοτύπους τόσο των ρεβιθιών όσο και των υπόλοιπων οσπρίων.

Στη συνέχεια, συγκρίνεται ο χρόνος μαγειρέματος μεταξύ των ειδών των οσπρίων που μελετήθηκαν. Τον λιγότερο χρόνο βρασμού χρειάζονται οι φακές από 21 έως 28 λεπτά. Έπειτα, τα φασόλια χρειάζονται από 31 έως 42 λεπτά για να μαγειρευτούν. Τέλος, τα ρεβίθια χρειάζονται από 49 έως 61 για να βράσουν ανάλογα με την ποικιλία.

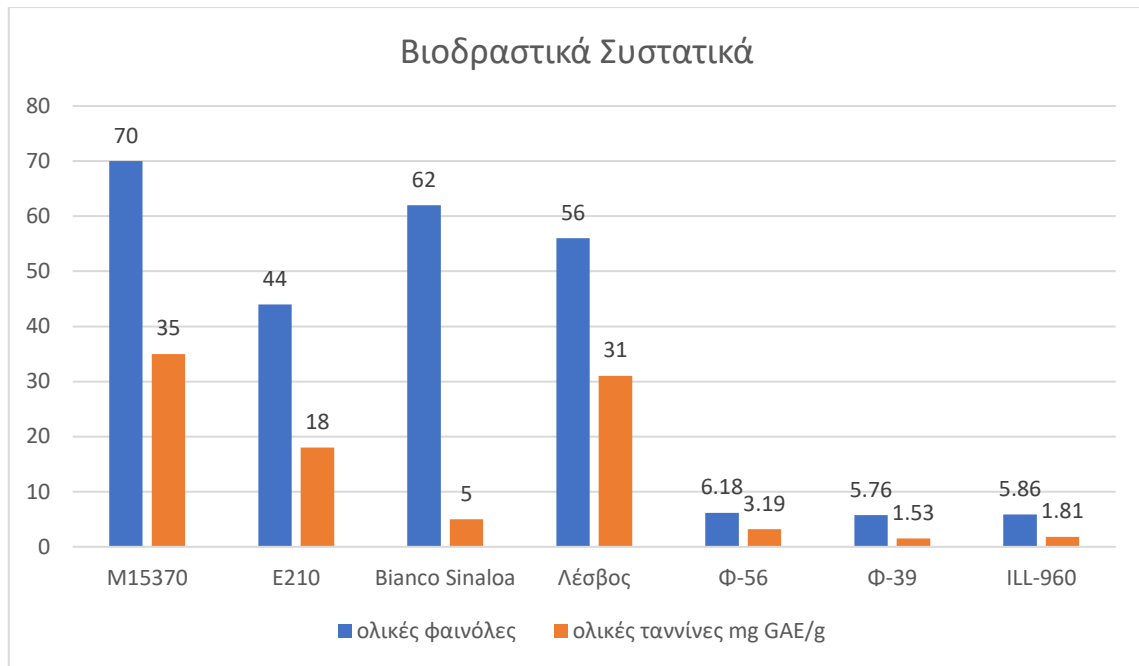


Εικόνα 30 Χρόνος μαγειρέματος γενότυπων ρεβιθιού, φακής και φασολιού

Παρατηρώντας τον χρόνο βρασμού διαπιστώνουμε ότι οι φακές χρειάζονται αρκετά λιγότερο χρόνο μαγειρέματος σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη οσπρίων, επιθυμητό γεγονός ιδιαίτερα για την ένταξή τους σε εβδομαδιαίο πλάνο διατροφής του ανθρώπου.

3.2. Βιοδραστικά Συστατικά Οσπρίων

Στην Εικόνα 30 παρουσιάζονται οι ολικές φαινόλες και οι ολικές ταννίνες των γενότυπων φακής και ρεβιθιού που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι υπάρχει τεράστια διαφορά μεταξύ των γενότυπων του ρεβιθιού και της φακής και στα δύο αυτά χαρακτηριστικά. Υπερτερεί το ρεβίθι τόσο στις ολικές φαινόλες του σπόρου, όσο και στις ολικές ταννίνες, με τιμές 70 έως 56 και 5 έως 35 αντίστοιχα. Οι γενότυποι φακής που μελετήθηκαν παρατηρούμε ότι είναι πολύ πιο φτωχοί στα βιοδραστικά αυτά συστατικά. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζουν στις ολικές φαινόλες τιμές από 5,7 έως 6,1 και στις ολικές ταννίνες 1,5 έως 3,2.

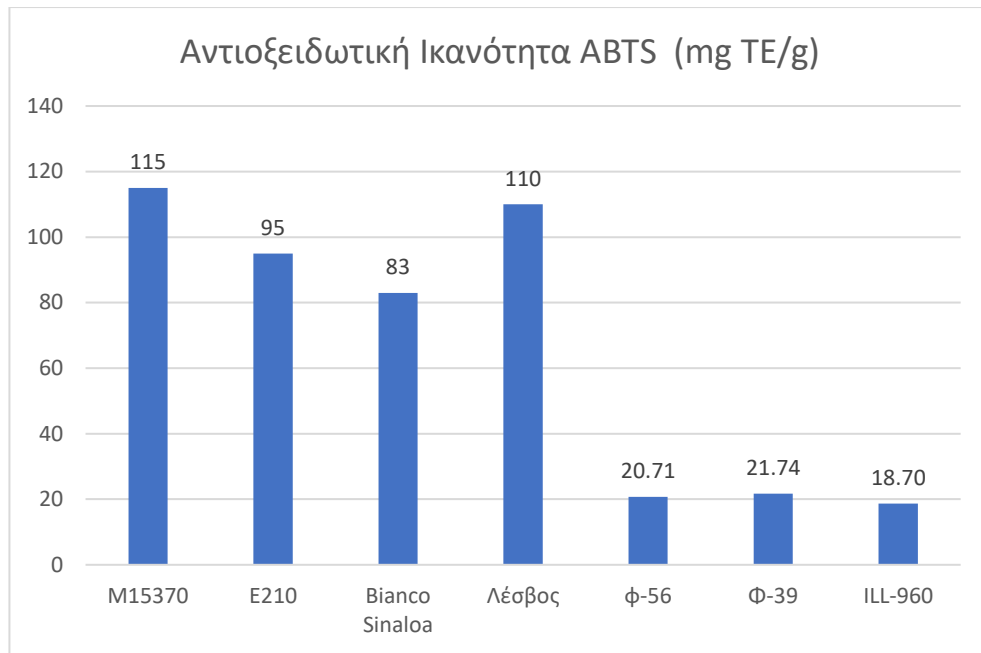


Εικόνα 31 Ολικές φαινόλες και ολικές ταννίνες γενοτύπων ρεβιθιού και φακής

Παρατηρώντας την Εικόνα 30 διαπιστώνουμε ότι οι γενότυποι του ρεβιθιού παρουσιάζουν τιμές 10 φορές υψηλότερες από τις τιμές που παρουσιάζουν οι γενότυποι της φακής σε σχέση με τα βιοδραστικά συστατικά που περιέχονται σε κάθε όσπριο. Το γεγονός αυτό καθιστά τα ρεβίθια πιο κατάλληλο και πολλά υποσχόμενο όσπριο για την δημιουργία λειτουργικών τροφίμων.

3.3.Αντιοξειδωτική Ικανότητα Οσπρίων

Στην Εικόνα 31 παρουσιάζονται η αντιοξειδωτική ικανότητα των γενοτύπων φακής και ρεβιθιού που μελετήθηκαν. Και σε αυτήν την περίπτωση παρατηρούμε πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο ειδών οσπρίων. Οι γενότυποι ρεβιθιού παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερες τιμές 83 έως 115 σε σύγκριση με τους σπόρους της φακής που παρουσιάζουν τιμές από 18,7 έως 21,7.



Εικόνα 32 Αντιοξειδωτική ικανότητα γενοτύπων ρεβιθιού και φακής

Παρατηρώντας την Εικόνα 31 προκύπτει ότι τα ρεβίθια έχουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα υπόλοιπα είδη οσπρίων που μελετήθηκαν και αποτελούν ένα πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό για τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

1. Η αξία των οσπρίων ως μέρος της βιώσιμης παραγωγής τροφίμων, με στόχο την επίτευξη της ασφάλειας και υψηλής ποιότητας διατροφής του καταναλωτή είναι ιδιαίτερα υψηλή. Η ανάγκη εύρεσης τροφίμων υψηλής θρεπτικής αξίας με σκοπό την αντικατάσταση των προϊόντων κρέατος οδήγησε σε αύξηση της κατανάλωσης των οσπρίων, τα οποία είναι πλούσια πηγή φυτικής πρωτεΐνης, υψηλής ποιότητας υδατανθράκων, βιταμινών και φυτικών ινών.
2. Τα όσπρια είναι μία πολύ ενδιαφέρουσα επιλογή για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων, ώστε να αξιοποιούνται στο έπακρο όλα τα θρεπτικά συστατικά τους, με στόχο την ενίσχυση και διατήρησης της υγείας του καταναλωτή. Υπάρχουν πληθώρα επιλογών λειτουργικών τροφίμων με βάση τα όσπρια που μπορούν να καλύψουν όλες τις ανάγκες του καταναλωτή τόσο σε διατροφικό όσο και σε γαστρονομικό επίπεδο.

Στην συνέχεια σύμφωνα με το ερευνητικό κομμάτι που παρουσιάστηκε προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Οι γενότυποι του ρεβιθιού Λέσβος, M15370 και E210 παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης (24%). Η ποικιλία ρεβιθιού Bianco Sinaloa ενώ είναι ένας ιδιαίτερα ευμεγέθης γενότυπος, υπολείπεται σε πρωτεΐνη έως 5% από τους υπόλοιπους γενότυπους που μελετήθηκαν και παρουσιάζει την χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα.
2. Καταγράφηκε μεγάλη διακύμανση στον χρόνο μαγειρέματος μεταξύ διάφορων ειδών οσπρίων. Λιγότερος χρόνος απαιτείται για το μαγείρεμα της φακής, έπειτα των φασολιών και τέλος των ρεβιθιών. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των γενοτύπων του ίδιου είδους που έφθαναν έως και 10λεπτά διαφορά του χρόνου βρασμού.
3. Όσον αφορά την αντιοξειδωτική ικανότητα των οσπρίων, φακής και ρεβιθιού, προέκυψε ότι οι φακές έχουν πολύ μικρότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα, της τάξης του 1/5 σε σχέση με τα ρεβίθια. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι αντίστοιχη μεγάλη διαφορά υπάρχει και στα βιοενεργά συστατικά, ολικές ταννίνες και ολικές

φαινόλες, του κάθε είδους οσπρίου. Οι γενότυποι της φακής εμφάνισαν τιμές πολύ χαμηλότερες της τάξης του 1/10 σε σχέση με τους γενότυπους του ρεβιθιού.

4. Ο γενότυπος ρεβιθιού M15370 παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές σε βιοενεργά συστατικά καθώς και σε αντιοξειδωτική ικανότητα. Μπορεί να θεωρηθεί ένα πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης για την ανάπτυξη ποικιλιών ρεβιθιού με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που θα δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως λειτουργικά τρόφιμα.
5. Ο γενότυπος φακής Φ39 παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές σε βιοενεργά συστατικά, σε αντιοξειδωτική ικανότητα και σε ποσοστό πρωτεΐνης. Επιπλέον, χρειάζεται τον λιγότερο χρόνο βρασμού από όλους τους γενότυπους που μελετήθηκαν. Μπορεί να θεωρηθεί ένα πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης για την ανάπτυξη ποικιλιών ρεβιθιού με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που θα δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως λειτουργικά τρόφιμα.
6. Ο γενότυπος φασολιού Πρέσπες 2 παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης σε σχέση με τους υπόλοιπους γενότυπους, γεγονός που καθιστά πολλά υποσχόμενο γενετικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γενετική βελτίωση για τη δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών για το χαρακτηριστικό αυτό.
7. Από την παρούσα έρευνα δεν προκύπτει ότι η ικανότητα ενυδάτωσης και η ικανότητα διόγκωσης ενός σπόρου συμβάλλουν καθοριστικά στον χρόνο μαγειρέματος. Πάραυτα δημιουργούνται σοβαρές ενδείξεις και θα χρειαστεί περαιτέρω διερεύνηση για να προκύψει κάποιο αξιόπιστο συμπέρασμα.

Εν κατακλείδι, είναι σημαντικό να αξιοποιηθούν όλο και περισσότερα όσπρια για την απομόνωση πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης και άλλων βιοδραστικών συστατικών, ώστε να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό προϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων, κάτι που θα συμβάλλει στην σταδιακή υποκατάσταση του κρέατος και των ζωικών προϊόντων στην διατροφή του ανθρώπου.

Ως μελλοντική πρόταση συστήνεται η εκτενέστερη μελέτη για εύρεση γενότυπων οσπρίων με βελτιωμένα ποιοτικά και βιοενεργά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, η δημιουργία νέων προτάσεων λειτουργικών τροφίμων άλλα και η προώθηση τους παράλληλα με τη σωστή ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού, κρίνονται ως απαραίτητες προϋποθέσεις για την περαιτέρω αξιοποίησή τους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbo, S., Berger, J. and Turner, N. (2003b) Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology* 30, 1081–1087.
- Abbo, S., Shtienberg, D., Lichtenzveig, J., LevYadun, S. and Gopher, A. (2003a) The chickpea, summer cropping, and a new model for pulse domestication in the ancient near east. *The Quarterly Review of Biology* 78(4), 435–448.
- Agriculture and Agri-Food Canada (2005) Chickpeas: situation and outlook. Biweekly bulletin. Available at: [www. agr.gc.ca/mad-dam/e/bulletine/v14e/v14n03e.htm](http://www.agr.gc.ca/mad-dam/e/bulletine/v14e/v14n03e.htm)
- Aguilera, Y., Dueñas, M., Estrella, I., Hernández, T., Benitez, V., Esteban, R. M., & Martín-Cabrejas, M. A. (2010). Evaluation of phenolic profile and antioxidant properties of *Pardina* lentil as affected by industrial dehydration. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(18), 10101-10108.
- Anonymous. Annual report 2017-18 Directorate of Economics and Statistics, Department of Agriculture, Cooperation and Farmers Welfare, 2018.
- Bao, J., Cai, Y., Sun, M., Wang, G., & Corke, H. (2005). Anthocyanins, flavonols, and free radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2327-2332.
- Bardocz S, Grant G, Ewen S, Duguid T, Brown D, Englyst K, Pusztai A (1995) Reversible effect of phytohaemagglutinin on the growth and metabolism of rat gastrointestinal tract. *Gut* 37(3):353–360
- Bar-Yosef, O. (1998) The Natufian culture in the Levant, threshold to the origins of agriculture. *Evolutionary Anthropology* 16(5), 159–177.
- Bate-Smith EC, Swain T (1962) Flavonoid compounds. In: Mason HS, Florkin AM (eds) *Comparative biochemistry*. Academic, New York, pp 755–809
- Baum, M., Erskine, W., & Ramsay, G. (1997). Biotechnology and genetic resource of grain legumes: lentil and faba beans. *Plant Biotechnology and Plant Genetic Resources for Sustainability and Productivity*, 1.
- Bazzano, L. A., He, J., Ogden, L. G., Loria, C., Vupputuri, S., Myers, L., & Whelton, P. K. (2001). Legume consumption and risk of coronary heart disease in

US men and women: NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Archives of internal medicine*, 161(21), 2573-2578.

- Bazzano, L. A., Thompson, A. M., Tees, M. T., Nguyen, C. H., & Winham, D. M. (2011). Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases*, 21(2), 94-103.
- Becerra-Tomás, N., Díaz-López, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D., ... & Alba, M. B. (2018). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the PREDIMED study. *Clinical Nutrition*, 37(3), 906-913.
- Bishnoi, S., & Khetarpaul, N. (1993). Variability in physico-chemical properties and nutrient composition of different pea cultivars. *Food chemistry*, 47(4), 371-373.
- Bliss DZ, Savik K, Jung HG, Whitebird R, Lowry A, Sheng X. Dietary fibre supplementation for fecal incontinence: A randomized clinical trial. *Research in Nursing and Health*. 2014;37(5):367-378. DOI: 10.1002/nur.21616
- Bliss DZ, Weimer PJ, Jung HG, Savik K. In vitro degradation and fermentation of three dietary fiber sources by human colonic bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61:4614-4621. DOI: 10.1021/jf3054017
- Bouchenak M, Lamri-Senhadj M (2013) Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: a review. *J Med Food* 16(3):185–198
- Bouchenak M, Lamri-Senhadj M. Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: A review. *Journal of Medicinal Food*. 2013;16(3):185-198. DOI: 10.1089/jmf.2011.0238
- Brigide P, Guidolin CS, Oliveira SM. Nutritional characteristics of biofortified common beans. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2014;34(3):493-500. DOI: 10.1590/ 1678-457x.6245
- Carbonaro, M. Chemico-physical and nutritional properties of traditional legumes (lentil, *Lens culinaris* L., and grass pea, *Lathyrus sativus* L.) from organic agriculture: an explorative study. *Organic Agriculture*. 2015;5(3):179-187. DOI: 10.1007/s13165-014-0086-y

- Chen KI, Erh MH, Su NW, Liu WH, Chou CC, Cheng KC (2012) Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Appl Microbiol Biotechnol* 96(1):9–22
- Chen KI, Erh MH, Su NW, Liu WH, Chou CC, Cheng KC (2012) Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Appl Microbiol Biotechnol* 96:9–22
- Clemente, A., & Olias, R. (2017). Beneficial effects of legumes in gut health. *Current Opinion in Food Science*, 14, 32-36.
- Collis J (1978) Carbonized seeds from a Roman burial at Lussat (Puy-de-Dôme), France. *Antiquity* 52: 238–239
- Coll-Seck, A., Clark, H., Bahl, R., Peterson, S., Costello, A., & Lucas, T. (2019). Framing an agenda for children thriving in the SDG era: a WHO–UNICEF–Lancet Commission on child health and wellbeing. *The Lancet*, 393(10167), 109-112.
- Cubero, J.I., 1981. Origin, taxonomy and domestication. In: C. Webb & G. Hawtin (Eds.), *Lentils*, pp. 15–38. CAB, Slough, UK.
- Danish Whole Grain Partnership. Whole Grain Intake Sets New Record Facts about the Food Institute's Dietary Survey; 2014. pp. 1-3
- De Hoff PL, Brill LM, Hirsch AM (2009) Plant lectins: the ties that bind in root symbiosis and plant defense. *Mol Gen Genomics* 282(1):1–15
- Devindra S, Rao SJ, Krishnaswamy P, Bhaskar V (2011) Reduction of α -galactoside content in red gram (*Cajanus cajan* L.) upon germination followed by heat treatment. *J Sci Food Agric* 91(10):1829–1835
- Dhillon SS, Kumer, PR and Gupta N (1993) Breeding objectives and methodologies. In: Lagana K, Banga SS and Banga SK (eds) *Breeding Oilseed Brassicas*. (pp 8-20) Springer Verlag, Berlin
- Diamond, J. (1997) Location, location, location: the first farmers. *The American Association for the Advancement of Science. Science* 278, 1243–1244
- Diplock, P. C. (1999). Organizational change schemas: An empirical investigation of how health care managers make sense of organizational change. *Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*, 60, 2-A, 479.
- Duranti M, and Guis C, (1997). Legume seeds: protein content and nutritional value. *Field Crops Research*

- Duranti, M. (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77(2), 67-82.
- El-Adaway TA (2002) Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Hum Nutr* 57(1):83–97
- El-Adaway TA (2002) Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Hum Nutr* 57(1):83–97
- Elia, F.M., Hosfield, G.L., Uebersax, M.A., 1997. Genetic analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and tannin content of Andean dry beans. *J Am Soc Horti Sci* 122, 512-518.
- Erskine, W.; Williams, P.C.; Nakkoul, H. Genetic and environmental variation in the seed size, protein, yield, and cooking quality of lentils. *Field Crop. Res.* 1985, 12, 153–161. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(85\)90061-9](https://doi.org/10.1016/0378-4290(85)90061-9)
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building Resilience for Peace and Food Security*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2017, pp. 1–132
- Foodstuffs, Cosmetics and Disinfectants Act. Regulations Governing the Labelling and Advertising of Foodstuffs, Regulation No. R146. In: *Foodstuffs, Cosmetics and Disinfectants Act and Regulations*, 54/1972. Updated 1 March 2010. Cape Town; 1972. Johannesburg: LexNexis Butterworths
- Friedrich, H., & Wintgen, H. (1989). The hydrogen atom in a uniform magnetic field—an example of chaos. *Physics Reports*, 183(2), 37-79.
- Garcia, R.A.V., Rangel, P.N., Bassinello, P.Z., Brondani, C., Melo, L.C., Sibov, S.T., Vianello-Brondani, R.P., 2012. QTL mapping for the cooking time of common beans. *Euph* 186, 779-792.
- Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA (2012) Impact of Antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality. *Brit J Nutr* 108:S315–S332
- Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA (2012) Impact of Antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality. *Brit J Nutr* 108:S315–S332

- Giugliano, D., Ceriello, A., & Esposito, K. (2006). The effects of diet on inflammation: emphasis on the metabolic syndrome. *Journal of the American College of Cardiology*, 48(4), 677-685.
- Gonzalez, A.M., Monteagudo, A.B., Casquero, P.A., De Ron, A.M., Santalla, M., 2006. Genetic variation and environmental effects on agronomical and commercial quality traits in the main European market classes of dry bean. *Field Cr Res* 95, 336–347.
- Gupta YP (1987) Anti-nutritional and toxic factors in food legumes: a review. *Plant Foods Hum Nutr* 37(3):201–228
- Hansen J and J M Renfrew (1978) Paleolithic-Neolithic seed remains at Franchthi cave, Greece. *Nature* 71: 349–352.
- Harlan, J. (1971) Agricultural origins: centers and noncenters. *Science* 174, 468–474.
- Harlan, J. (1971-) Agricultural origins: centers and noncenters., *Science* 174, 468-474.
- Harlan, J. (1992) *Crops and Man*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 63–262.
- Helback, H. (1959). Domestication of Food Plants in the Old World: Joint efforts by botanists and archeologists illuminate the obscure history of plant domestication. *Science*, 130(3372), 365-372.
- Helback, H. (1964). First impressions of the Çatal Hüyük plant husbandry. *Anatolian Studies*, 14, 121-123.
- Hillman, G.C. (1975) The plant remains from Tell Abu Hureya in Syria: a preliminary report. In: Moore, A.M.T. (ed.) *The Excavation of Tell Abu Hureya in Syria: A Preliminary Report*. *Proceedings of the Prehistory Society* 41, 70–73.
- Hotz C, Gibson RS (2007) Traditional food-processing and preparation practices to enhance the bioavailability of micronutrients in plant-based diets. *J Nutr* 137(4):1097–1100
- Hotz C, Gibson RS (2007) Traditional food-processing and preparation practices to enhance the bioavailability of micronutrients in plant-based diets. *J Nutr* 137:1097–1100
- <http://www.fao.org/>, last accessed June 2018.

- Hurrell RF (2004) Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *Int J Vitam Nutr Res* 74:445–452
- Iliadis, C. (2001). Effects of harvesting procedure, storage time and climatic conditions on cooking time of lentils (*Lens culinaris* Medikus). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(6), 590-593.
- Irakli, M., Chatzopoulou, P., Kadoglidou, K., & Tsivelika, N. (2016). Optimization and development of a high-performance liquid chromatography method for the simultaneous determination of vitamin E and carotenoids in tomato fruits. *Journal of Separation Science*, 39(17), 3348-3356.
- Irakli, M.; Kargiotidou, A.; Tigka, E.; Beslemes, D.; Fournomiti, M.; Pankou, C.; Stavroula, K.; Tsivelika, N.; Vlachostergios, D.N. Genotypic and Environmental Effect on the Concentration of Phytochemical Contents of Lentil (*Lens culinaris* L.). *Agronomy* 2021, 11, 1154. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061154>
- Johnson, R.C., Muehlbauer, F.J. and Simon, C.J. (1995), Genetic Variation in Water-Use Efficiency and Its Relation to Photosynthesis and Productivity in Lentil Germplasm. *Crop Science*, 35: 457-463
- Jood, S.; Bishnoi, S.; Sharma, A. Chemical analysis and physico-chemical properties of chickpea and lentil cultivars. *Nahrung* 1998, 42, 71–74. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-3803\(199804\)42:02%3C71::AID-FOOD71%3E3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-3803(199804)42:02%3C71::AID-FOOD71%3E3.0.CO;2-2)
- Kargiotidou A., F. Papathanasiou, D. Baxevanos, D. Vlachostergios, S. Stefanou, I. Papadopoulos. 2019. Yield and Stability for agronomic and seed quality traits of common bean genotypes under Mediterranean conditions. *Legume Research*, 437,1-6, 2019
- Karner T. Effect of palatable soluble fibre-containing carbohydrate food on postprandial blood glucose response in healthy individuals. Masters Thesis; Aarhus University. Denmark; 2016
- Kaur, M., Singh, N. and Sodhi, N.S. (2005). Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 69:511-517.
- Khalid, I. I., & Elharadallou, S. B. (2013). Functional properties of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), and Lupin (*Lupinus termis*) flour and protein isolates. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 3(6), 1.

- Khokhar S, Owusu-Apenten RK (2003) Antinutritional factors in food legumes and effects of processing. In: Squires VR (ed) The role of food, agriculture, forestry and fisheries in human nutrition – Vol IV. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Oxford, pp 82–116
- Koskosidis, E. Khah, A. Mavromatis, M. Irakli, D.N. Vlachostergios, Effect of Genotype and Sowing Period on Chickpea Quality, Bioactive and Antioxidant Traits, 2021
- Kouris-Blazos A, Belski R (2016) Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupines. *Asia Pac J Clin Nutr* 21(1):1–17
- Kumar S, Sharma A, Das M, Jain SK, Dwivedi PD (2014) Leucoagglutinating phytohemagglutinin: purification, characterization, proteolytic digestion and assessment for allergenicity potential in BALB/c mice. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 36(2):138–144
- Ladizinsky, G. (1987) Pulse domestication before cultivation. *Economic Botany* 41(1), 60–65.
- Ladizinsky, G. (1998) *Plant Evolution Under Domestication*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp.174–176.
- Ladizinsky, G. and Adler, A. (1976) The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica* 25, 211–217
- Lenis JM, Gillman JD, Lee JD, Shannon JG, Bilyeu KD (2010) Soybean seed lipooxygenase genes: molecular characterization and development of molecular marker assays. *Theor Appl Genet* 120(6):1139–1149
- Liener IE (1994) Implications of antinutritional components in soybean food. *Crit Rev Food Sci Nutr* 34:31–37
- Liener, I. E. (1994). Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 34(1), 31-67.
- Lin G, Bode W, Huber R, Chi C, Engh RA (1993) The 0.25-nm X-ray structure of the Bowman-Birk-type inhibitor from mung bean in ternary complex with porcine trypsin. *Eur J Biochem* 212(2):549–555
- Lönnerdal B, Sandberg A-S, Sandström B, Kunz C (1989) Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and calcium absorption in suckling rats. *J Nutr* 119:211–214

- Lonnerdal, B, Sandberg, A-S, Sandstrom, B & Kunz, C (1989) Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and calcium absorption in suckling rats. *Journal of Nutrition* 119, 211–214.
- Loris R, Hamelryck T, Bouckaert J, Wyns L (1998) Legume lectin structure. *BBA-Protein Struct M* 1383(1):9–36
- Lothia D, Hoch H, Kievernagel Y (1987) Influence of phytate on in vitro digestibility of casein under physiological conditions. *Plant Foods Hum Nutr* 37:229–235
- Maneepun S (2003) Traditional processing and utilization of legumes in processing and utilization of legumes report of the APO seminar on processing and utilization of legumes, Japan, 9–14 Oct 2000 #APO 2003, ISBN: 92-833-7012-0, pp 53–62
- Maphosa Y, Jideani VA (2017) Chapter 6: The role of legumes in human nutrition. In: *Functional food – improve health through adequate food*. Intechopen Publisher, pp 103–121. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Maphosa Y, Jideani VA. Physicochemical characteristics of Bambara Groundnut dietary fibres extracted using wet milling. *South African Journal of Science*. 2016;112(1/2):1-8. DOI: 10.17159/sajs.2016/20150126
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The role of legumes in human nutrition. *Functional food-improve health through adequate food*, 1, 13.
- Martín-Cabrejas, M. A. (2019). Legumes: an overview.
- Mathers, J. C. (2002). Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. *British Journal of Nutrition*, 88(S3), 273-279.
- Mazur, W. M., Duke, J. A., Wähälä, K., Rasku, S., & Adlercreutz, H. (1998). Isoflavonoids and lignans in legumes: nutritional and health aspects in humans. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 9(4), 193-200.
- Mavromatis, A.G., Arvanitoyannis, I.S., Korkovelos, A.E., Giakountis, A., Chatzitheodorou, V.A. Goulas, C.K. (2010). Genetic diversity among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Greek landraces and commercial cultivars: nutritional components RAPD and morphological markers. *Span. J. Agric. Res.*, 8(4):986-994

- Menard S, Cerf-Bensussan N, Heyman M (2010) Multiple facets of intestinal permeability and epithelial handling of dietary antigens. *Mucosal Immunol* 3(3):247–259
- Messina MJ. Legumes and soybeans: Overview of their nutritional profiles and health effects. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2016;25(1):1-17. DOI: 10.11.847.8636
- Mlyneková, Z., Chrenková, M., & Formelová, Z. (2014). Cereals and legumes in nutrition of people with celiac. *International Journal*, 2(3), 105-109
- Mogobe O, Mosepele K, Masa WRL. Essential mineral content of common fish species in Chanoga, Okavango Delta, Botswana. *African Journal of Food Science*. 2015;9(9): 480- 486. DOI: 10.5897/AJFS2015.1307
- Moreno-Valdespino, C. A., Luna-Vital, D., Camacho-Ruiz, R. M., & Mojica, L. (2020). Bioactive proteins and phytochemicals from legumes: Mechanisms of action preventing obesity and type-2 diabetes. *Food Research International*, 130, 108905..
- Mubarak AE (2005) Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food Chem* 89:489–495
- Murphy-Bokern, D., Stoddard, F. L., & Watson, C. A. (2017). *Legumes in cropping systems*. CABI.
- Myriam M, Grundy L, Edwards CH, Mackie AR, Gidley MJ, Butterworth PJ, Ellis PR. Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. *British Journal of Nutrition*. 2016;116(5):816-833. DOI: 10.1017/S0007114516002610
- Olson AC, Gray GM, Grambsmann MR, Wagner IR (1981) Flatus causing factors in legumes. In: Ory RL (ed) *Antinutrients and natural toxicants in food*. Food and Nutritional Press, Westport, pp 275–294
- Özer, M.S.; Kaya, F. Physical, chemical and physicochemical properties of some lentil varieties grown in Turkey. *J. Food Agric. Environ*. 2010, 8, 610–613.
- Osborne, T.B. (1924) *The vegetable proteins*. Longmans, Green & Co., London.
- Papadopoulos, I., Papathanasiou, F., Vakali, C., Tamoutsidis, E., 2012. Local landraces of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.): a valuable resource for organic production in Greece. *Acta Hort* 933, 75-81.

- Phillips, R. D. (1993). Starchy legumes in human nutrition, health and culture. *Plant Foods for Human Nutrition*, 44(3), 195-211.
- Porta H, Rocha-Sosa M (2002) Plant lipoxygenases, physiological and molecular features. *Plant Physiol* 130:15–21
- Porter, L. J., Hrstich, L. N., & Chan, B. G. (1985). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, 25(1), 223-230.
- Pusztai A, Grant G, Bardocz S, Baintner K, Gelencser E, Ewen SWB (1997) Both free and complexed trypsin inhibitors stimulate pancreatic secretion and change duodenal enzyme levels. *Am J Phys* 35:G340–G350
- R. Bressani , D. Navarrete and L. Elías , *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1984, 34 , 109
- Razquin, C., Martinez, J. A., Martinez-Gonzalez, M. A., Mitjavila, M. T., Estruch, R., & Marti, A. (2009). A 3 years follow-up of a Mediterranean diet rich in virgin olive oil is associated with high plasma antioxidant capacity and reduced body weight gain. *European journal of clinical nutrition*, 63(12), 1387-1393.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Reckling, M., Bergkvist, G., Watson, C. A., Stoddard, F. L., Zander, P. M., Walker, R. L., ... & Bachinger, J. (2016). Trade-offs between economic and environmental impacts of introducing legumes into cropping systems. *Frontiers in Plant Science*, 7, 669.
- Renfrew, C. (1969). Trade and culture process in European prehistory. *Current Anthropology*, 10(2/3), 151-169.
- S. S. Dhillon, P. R. Kumar, (1993). Breeding Objectives and Methodologies
- Saharan, K. and Khetarpaul, N. (1994). Protein quality traits of vegetable and field peas: Varietal differences. *Plant Foods Hum. Nutr.* 45:11–22.
- Sanchez-Chino X, Jomenez-Martinez C, Davila-Ortiz G, Alvarez-Gonzalez I, MadrigalBujaidar E. Nutrient and non-nutrient components of legumes and its chemopreventive activity: A review. *Nutrition and Cancer*. 2015;67(3):401-410. DOI: 10.1080/ 01635581.2015.100472
- Sanchez-Chino X, Jomenez-Martinez C, Davila-Ortiz G, Alvarez-Gonzalez I, MadrigalBujaidar E. Nutrient and non-nutrient components of legumes and its

chemopreventive activity: A review. *Nutrition and Cancer*. 2015;67(3):401-410.
DOI: 10.1080/ 01635581.2015.100472

- Sandberg A-S, Brune M, Carlsson N-G, Hallberg L, Skoglund E, Rossander-Hulthen L (1999) Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 70:240–246
- Sathe, S. K., Deshpande, S. S., Salunkhe, D. K., & Rackis, J. J. (1984). Dry beans of *Phaseolus*. A review. Part 2. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins, and lipids. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 21(1), 41-93.
- Saxena, M. C., Hawtin, G. C., & El-Ibrahim, H. (1981). Aspects of faba bean ideotypes for drier conditions. In *Vicia faba: Physiology and Breeding* (pp. 210-235). Springer, Dordrecht.
- Schwenke, K.D. (1998). Chemical modification of proteins: Influence on chemical properties, *Grain legumes magazine* 20-2nd quarter
- Shanmugasundaram, S. (2003). Processing and utilization of legumes. Report of the APO Seminar on Processing and Utilization of Legumes held in Japan, 9-14 October 2000. In *Processing and utilization of legumes. Report of the APO Seminar on Processing and Utilization of Legumes held in Japan, 9-14 October 2000.*. Asian Productivity Organization (APO).
- Mubarak, A. E. (2005). Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food chemistry*, 89(4), 489-495.
- Shyam S. Yadav, W. Chen (2007), Chickpea Breeding and Managemen
- Singh U, Jambunathan R (1982) Distribution of seed protein fractions and amino acids in different anatomical parts of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). *Qual Plant Plant Fd Hum Nut* 31:347–354
- Singh, U.B., Erskine, W., Robertson, L.D., Nakkoul, H., Williams, P.C. (1988). Influence of pretreatment on cooking quality parameters of dry food legumes. *Journal of Food Science and Agriculture*, 44: 135-142.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.

- Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance a review. *Appetite*, 51, 456-467
- Sprent JI (2007) Evolving ideas of legume evolution and diversity: a taxonomic perspective on the occurrence of nodulation. *New Phytol* 174:11–25
- Sprent, J. I. (2009). Legume nodulation: a global perspective.
- Sprent, J. I., & Platzmann, J. (2001). *Nodulation in legumes* (p. 146). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Tamang JP, Shin DH, Jung SJ, Chae SW. Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in Microbiology*. 2016;7:578. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00578
- Tanno, K.-i. and Willcox, G. (2006) The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early finds from Tell el-Kerkh, north–west Syria, late 10th millennium B.P. *Vegetation History and Archaeobotany* 15(3), 197–204.
- Tiwari BK, Singh N (2012) Pulse chemistry and technology. Royal Society of Chemistry
- Tortosa, A., Bes-Rastrollo, M., Sanchez-Villegas, A., Basterra-Gortari, F. J., Nuñez-Cordoba, J. M., & Martinez-Gonzalez, M. A. (2007). Mediterranean diet inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: the SUN prospective cohort. *Diabetes care*, 30(11), 2957-2959.
- Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Hollman, P., Chamalides, C., Foufa, E., Kaloudis, T., Theophilou, D. (2000). Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: a potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 70(3), 319-323.
- Tsialtas, I. T., Irakli, M., & Lazaridou, A. (2018). Traits related to bruchid resistance and its parasitoid in vetch seeds. *Euphytica*, 214(12), 1-12.
- Une S, Nonaka K, Akiyama J (2016) Effects of hull scratching, soaking, and boiling on Antinutrients in Japanese red sword bean (*Canavalia gladiata*). *J Food Sci* 81(10): C2398–C2404
- Une S, Nonaka K, Akiyama J (2016) Effects of hull scratching, soaking, and boiling on Antinutrients in Japanese red sword bean (*Canavalia gladiata*). *J Food Sci* 81(10):C2398–C2404

- Valdespino, C. M., Mejia, E. G. D., Mojica, L., Luna-Vital, D., & Camacho, R. (2019). Bioactive Peptides from Black Bean Proteins Play a Potential Role in the Prevention of Adipogenesis (P06-119-19). *Current Developments in Nutrition*, 3(Supplement_1), nzz031-P06.
- van der Maesen, L.J.G. (1972) *Cicer L.*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*), its ecology and distribution. Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen, The Netherlands, 1–341.
- van der Maesen, L.J.G. (1984) Taxonomy, distribution and evolution of chickpea. In: Witcombe, J.R. and Erskine, W. (eds) *Genetic Resources and Their Exploitation-Chickpeas, Faba Beans and Lentils*. Martinus Nijhoff/Junk, The Hague, The Netherlands, pp. 95–104.
- Van der Maesen, L.J.G. (1987) Origin, history and taxonomy of chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds) *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 11–34.
- Van Zeist W and S Bottema (1971) Plant husbandry in early neolithic Nea Nikomedeia, Greece. *Acta Bot Neerl.* 20: 521–538.
- van Zeist, W. and de Roller, G. (1991, 1992) The plant husbandry of aceramic Çayönü, SE Turkey. *Palaeohistoria* 33/34, 65–96.
- van Zeist, W. and de Roller, G. (1995) Plant remains from Asikli Höyük, a pre-pottery Neolithic site in central Anatolia. *Vegetation History and Archaeobotany* 4, 179–185.
- Vakali, C., Baxevanos, D., Vlachostergios, D., Tamoutsidis, E., Papathanasiou, F., Papadopoulos, I. (2017). Genetic characterization of agronomic, physiochemical, and quality parameters of dry bean landraces under low-input farming. *J. Agr. Sci. Tech.*, 19: 957-967.
- Vlachostergios, D.N.; Noulas, C.; Kargiotidou, A.; Baxevanos, D.; Tigka, E.; Pankou, C.; Kostoula, S.; Beslemes, D.; Irakli, M.; Tziouvalekas, M.; Lithourgidis, A.; Tokatlidis, I.; Dordas, C.; Mavromatis, A. Identification of the Optimum Environments for the High Yield and Quality Traits of Lentil Genotypes Evaluated in Multi-Location Tri-als. *Sustainability* 2021, 13, 8247. <https://doi.org/10.3390/su13158247>

- Wenying Ren, Zhenhua Qiao, Hongwei Wang, Flavonoids: Promising anticancer agents, April 2003
- Wiersema, J. H., & León, B. (1999). *World economic plants: a standard reference*. CRC press.
- World Health Organization. (2018). The state of food security and nutrition in the world 2018: building climate resilience for food security and nutrition. Food & Agriculture Org..
- Yen, G.C.; Chen, H.Y. (1995) Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 27–32.
- Young VR, Pellett PL (1994) Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 59(5 Suppl):1203S–1212S
- Zia-ur-Rehman, Shah WH (2001) Tannin contents and protein digestibility of black grams (*Vigna mungo*) after soaking and cooking. *Plant Food Hum Nutr* 56:265–273
- Zohary D (1972) The wild progenitor and place of origin of the cultivated lentil *Lens culinaris*. *Econ Bot* 26: 326–332.
- Zohary D (1976) Lentil. Pages 163–164 in *Evolution of crop Plants* (N.W. Simmonds, ed.). Longman, London, UK.
- Zohary D, Hopf M (1973) Domestication of pulses in the old world. Legumes were companions of wheat and barley when agriculture began in the Near East. *Science* 182:887–894
- Zohary D. The mode of domestication of the founder crops of the Southwest Asian agriculture and pastoralism in Eurasia. University College London Press, London, 1996, 142-158.
- Zohary, D. and Hopf, M. (1973) Domestication of pulses in the old world. *Science* 182, 887–894.
- Διακοσαββοπούλου, Α., & Διακουμή, Α. (2021). Ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση τα όσπρια Λήμνου και In vitro μελέτη βασικών διατροφικών τους χαρακτηριστικών.
- Διακοσαββοπούλου, Α., & Διακουμή, Α. (2021). Ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση τα όσπρια Λήμνου και In vitro μελέτη βασικών διατροφικών τους χαρακτηριστικών.

- Κοσκοσίδης Α. 2021. Διδακτορική Διατριβή. Γενετική Βελτίωση του Ρεβιθιού για Αντοχή στις Ξηροθερμικές Συνθήκες για Απόδοση και Χαρακτηριστικά Ποιότητας του Σπόρου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κουτελιδάκης, Α. (2019). Λειτουργικά Τρόφιμα. Η σημασία τους στην διατροφή, την υγεία και την ποιότητα ζωής. *Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ*.
- Παπακώστα- Ταπούλου Δ., , Ψυχανθή: Καρποδοτικά- Χορτοδοτικά, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη
- Τζιά Κ. (2004). Λειτουργικά τρόφιμα: Τεχνολογία, προοπτικές, χρήσεις.