

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Φοιτήτριες: Σταματούκου Μαρία
Τσαλαγανίδη Εμμανουέλα

Εισηγητής: Σινάνογλου Βασιλεία

Αθήνα 2023

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο «Ανασκόπηση και διατροφική αξία οσπρίων» που παρουσιάστηκε στις 03/03/2023 από τις φοιτήτριες Σταματούκου Μαρία, Τσαλαγανίδη Εμμανουέλα και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

X

ΣΙΝΑΝΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΑ, Κοσμήτορας
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

X

ΤΣΙΑΚΑ ΘΑΛΕΙΑ, Ακαδημαϊκός Υπότροφος
Μέλος επιτροπής

X

ΜΠΡΑΤΑΚΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ, ΕΔΙΠ
Μέλος επιτροπής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένες Εμμανουέλα Τσαλαγανίδη του Ιωσήφ , με αριθμό μητρώου 14076 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστήμων Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων και Σταματούκου Μαρία του Γεωργίου , με αριθμό μητρώου 05153 φοιτήτρια του Τεχνολογικού Ιδρύματος Αθήνας της σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι:

«Είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμάς αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μας ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μας».

Οι Δηλούσες

A. Τσαλαγανίδη Εμμανουέλα



B. Σταματούκου Μαρία



Περίληψη

Η παρούσα ανασκόπηση επιδιώκει να αναδείξει ότι τα όσπρια παρουσιάζουν μεγάλο διατροφικό, εμπορικό, και οικονομικό ενδιαφέρον. Είναι τροφή που χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνες. Με δεδομένη τη στροφή προς τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης, τα όσπρια θα μπορούσαν να αποτελέσουν στο μέλλον μια σημαντική πηγή πρωτεϊνών. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι μία ενδελεχής ανασκόπηση πάνω στη μελέτη των οσπρίων που καταναλώνονται ευρέως στην Ελλάδα, με ιδιαίτερη αναφορά ως προς τη διατροφική τους αξία. Η ανασκόπηση έχει καταδείξει τα ακόλουθα σημαντικά ευρήματα. Τα όσπρια εν γένει έχουν κομβικό ρόλο στη διατροφή των ανθρώπων, τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας, καθώς είναι εύκολα καλλιεργήσιμα, και συνεπώς οικονομικά, διαδραματίζουν δε σημαντικό ρόλο στην αμειψισπορά. Πιο συγκεκριμένα οι φακές έχουν αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών με προϋπόθεση την ορθή τους επεξεργασία. Τα ρεβίθια, από την πλευρά τους, είναι μια οικονομικά προσιτή πηγή πρωτεΐνης, υδατανθράκων, μετάλλων και βιταμινών, φυλλικού οξέος, β-καροτίνης και λιπαρών οξέων που προάγουν την υγεία. Τα κουκιά είναι πλούσια σε ιχνοστοιχεία απαραίτητων για την υγεία του οργανισμού και συμβάλλουν στη μείωση του βάρους. Τέλος, η σόγια ως πρώτη ύλη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή πληθώρας προϊόντων χρήσιμων για τη διατροφή των ανθρώπων αλλά και των ζώων. Ενόψει όλων των παραπάνω είναι σημαντική μία εκτεταμένη αναφορά στην ιστορία και τη διατροφική αξία των οσπρίων.

Λέξεις κλειδιά : όσπρια, φακές, ρεβίθια, σόγια, κουκιά

Abstract

The present review aims to show that pulses have a great nutritional, commercial and economic interest. They are a food which features a high content of proteins. Given a trend towards plant-based foods, pulses could become a significant source of protein in the future. The objective of this dissertation is a comprehensive analysis of the study of pulses which are consumed widely in Greece, with special reference to their nutritional value. The analysis has shown the following significant findings. Pulses in general have a pivotal character in human nutrition, both in the developed as well as in the developing countries, due to their high nutritional value, as they are easy to cultivate and accordingly affordable, while they take an important function in crop rotation. In particular, lentils have an increased bioavailability of nutrients, provided that they are correctly processed. Then, chickpeas are an affordable source of proteins, of carbohydrates, of minerals and vitamins, of folic acid, beta-carotene and fatty acids, which promote good health. Broad beans are rich in nutrients which are essential to a healthy body and contribute to a reduction of body weight. Last, soya beans as a raw material occupy an important place in the production of a lot of products used in the nutrition of humans, as well as of that of animals. In the premises of all this, an extensive reference to the history and nutritional value of pulses is important.

Key words: pulses, lentils, chickpeas, soya beans, broad beans.

Σκοπός

Τα όσπρια είναι γνωστή τροφή των ανθρώπων από αρχαιοτάτων χρόνων, αποτελώντας βασικό πυλώνα της ανθρώπινης διατροφής. Τα όσπρια χρησιμοποιούνται άμεσα για τη διατροφή του ανθρώπου, ενώ πολλά από αυτά είναι κατάλληλα για τη διατροφή των ζώων. Ο άνθρωπος καταναλώνει κατά κανόνα τα όσπρια άμεσα μέσω του μαγειρέματος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα φασόλια, οι φακές, τα ρεβίθια, τα κουκιά, ο αρακάς, τα φιστίκια, η σόγια, η φάβα κ.α. Στην κατηγορία των οσπρίων, που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διάφορων καταναλωτικών προϊόντων, την πρώτη και βασική θέση κατέχει η σόγια. Από τη σόγια παρασκευάζονται σήμερα μεγάλος αριθμός καταναλώσιμων από τον άνθρωπο προϊόντων, μεταξύ των οποίων υποκατάστατα κρέατος, τυριού και γάλακτος, σογιέλαιο, ζωοτροφές κλπ. Το βασικό χαρακτηριστικό των οσπρίων είναι ότι περιέχουν μεγάλο ποσοστό από πρωτεΐνες, οι οποίες αποτελούν βασικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής. Για το λόγο αυτό τα όσπρια αποκαλούνται και ως "το κρέας του φτωχού". Εξάλλου, η σόγια και τα φιστίκια περιέχουν σε μεγάλη ποσότητα σε λιπαρά οξέα. Τα όσπρια γενικά περιέχουν σημαντικό ποσοστό αμύλου, το οποίο όμως δεν πέπτεται άμεσα, όπως το άμυλο των σιτηρών, και γι' αυτό έχουν χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη. Παράλληλα, περιέχουν μεγάλο ποσοστό κυτταρίνης που τα κάνουν να είναι δύσπεπτα και τελείως ακατάλληλη τροφή για όσους υποφέρουν από διάφορες στομαχικές ανωμαλίες

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, γίνεται μνεία για ορισμένα μόνο από το πλήθος των οσπρίων, και ειδικότερα τη φακή, τα ρεβίθια και τη σόγια. Προηγείται σύντομη αναφορά για την ιστορία, την ονομασία, την προέλευση και την καλλιέργεια των εν λόγω οσπρίων και ακολουθεί εκτεταμένη ανάλυση ως προς τη διατροφική τους αξία, και συγκεκριμένα τις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τα λιπίδια που εμφανίζει το καθένα ένα από αυτά, καθώς και τις προσπάθειες της επιστήμης μέσω της επεξεργασίας τούτων για τη γενετική τους βελτίωση και την εφαρμογή τους σε άλλες χρήσεις. Τέλος, τονίζεται η σημασία που έχουν τα όσπρια στη διατροφή του σύγχρονου ανθρώπου.

Για τη σύνταξη αυτής της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν άρθρα από επιστημονικά περιοδικά και συγγράμματα αναγνωρισμένων επιστημόνων στον τομέα των οσπρίων. Οι εικόνες που παρεμβάλλονται στο κείμενο έχουν ληφθεί από ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες (Britanica) (Wikipedia)

Λέξεις κλειδιά : όσπρια, φακές, ρεβίθια, σόγια, κουκιά

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract.....	5
Σκοπός	6
Πίνακες.....	9
Εικόνες.....	9
1.Εισαγωγή	10
2.Φακή.....	18
2.1 Ιστορία φακής.....	18
2.2 Ονομασία φακής.....	19
2.3 Καλλιέργεια φακής	19
2.4 Προέλευση φακής.....	20
2.5 Διατροφική αξία.....	20
2.5.1 Δομή πρωτεϊνών φακής	22
2.5.2 Λιπίδια	24
2.5.3 Υδατάνθρακες	25
2.6 Επεξεργασία φακής.....	25
2.7 Φακή Λευκάδος.....	27
3. Ρεβίθι (<i>Cicer arietinum</i>)	29
3.1 Ιστορία Ρεβιθιού.....	30
3.2 Ονομασία Ρεβιθιού.....	30
3.3 Προέλευση Ρεβιθιού.....	30
3.4 Χαρακτηριστικά Ρεβιθιού.....	31
3.5 Καλλιέργεια Ρεβιθιού	31
3.6 Διατροφική αξία ρεβιθιού	31
3.6.1 Υδατάνθρακες ρεβιθιού	32
3.6.2 Πρωτεΐνες ρεβιθιού.....	33
3.6.3 Λιπίδια	35
3.6.4 Αμινοξέα Ρεβιθιού.....	35
3.6.5 Διαιτητικές Ίνες Ρεβιθιού	36
4. Σόγια (<i>Glycine max</i>).....	38
4.1 Ιστορία της σόγιας.....	38
4.2 Ονομασία	38

4.3 Καλλιέργεια	39
4.4 Προέλευση της Σόγιας.....	39
4.5 Μορφολογία	39
4.6 Διατροφική αξία	40
4.6.1 Πρωτεΐνες της Σόγιας	40
4.6.1.1 Πρωτεΐνες Αποθήκευσης	40
4.6.1.2 Πρωτεΐνες χαμηλής αφθονίας	43
4.6.1.3 Γενετική Βελτίωση Πρωτεϊνών Σόγιας	44
4.6.2 Λιπίδια	44
4.6.3 Υδατάνθρακες	46
4.7 Επεξεργασία	46
4.8 Καλλιέργεια Σόγιας στην Ελλάδα.....	47
5.Κουκιά (<i>Vicia faba L.</i>).....	48
5.1 Ιστορία κουκιών	49
5.2 Ονομασία κουκιών	49
5.3 Καλλιέργεια κουκιών.....	49
5.4 Χαρακτηριστικά κουκιών	50
5.5 Διατροφική Αξία Κουκιών.....	51
5.5.1 Λιπαρά Οξέα Κουκιών	54
5.5.2 Αμινοξέα Κουκιών	54
5.5.3 Δομή Πρωτεϊνών κουκιών	54
5.6 Επεξεργασία κουκιών	55
Βιβλιογραφία	57

Πίνακες

Πίνακας 1 Διατροφική Αξία οσπρίων ανά 100gr	14
Πίνακας 2 Περιεκτικότητα ολικής πολυφαινόλης (TP) και εκτιμώμενη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε εκχυλίσματα οσπρίων.....	16
Πίνακας 3: Διατροφική αξία φακής ανά 100 gr.....	21
Πίνακας 4 : Ευπεπτότητα Φακής	23
Πίνακας 5: Διατροφική αξία Φακής Εγκλουβής	28
Πίνακας 6: Υδατάνθρακες που απαντώνται στα ρεβίθια	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 7: Πρωτεϊνική σύσταση ρεβιθιών	34
Πίνακας 8 Περιεκτικότητα σε αμινοξέα στους σπόρους ρεβιθιού ...	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 10 Αμινοξέα υποομάδων Γλυκίνης και β- κογγλυκινίνης (mol%)	42
Πίνακας 11 Ποσότητες λιπαρών οξέων σόγιας	46
Πίνακας 12: Διατροφική αξία κουκιών ανά 100gr.....	52
Πίνακας 13 Σύνθεση αμινοξέων (g/kg ξηρής ύλης)	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 14: Αντιθρεπτικές ενώσεις κουκιών (g/kg ξηρής ύλης)....	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 15: Οι επιδράσεις της επεξεργασίας στους αντιθρεπτικούς παράγοντες των κουκιών (g/kg ξηρής ύλης).....	Error! Bookmark not defined.

Εικόνες

Εικόνα 1 Όσπρια	11
Εικόνα 2 Κρυσταλική μορφή θρυψίνης	13
Εικόνα 3 Ελαϊκό οξύ	14
Εικόνα 4 Φακή	18
Εικόνα 5 Εικονογράφηση φακής 1885.....	19
Εικόνα 6 Παλμιτικό οξύ	25
Εικόνα 7 Αποξηραμένα ρεβίθια.....	29
Εικόνα 8 Στατιστικά σχετικά με παγκόσμια παραγωγή ρεβιθιού (Merga, 2019).....	30
Εικόνα 9 Χημική δομή αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης	33
Εικόνα 10 Θρεπτική σύνθεση (g/100g) διαφορετικών οσπρίων	Error! Bookmark not defined.
Εικόνα 11 Σόγια	38
Εικόνα 12 Παγκόσμια Παραγωγή Σόγιας	39
Εικόνα 13 Κουκιά	48
Εικόνα 14 Φυτό κουκιάς.....	49

1.Εισαγωγή



Όσπρια

Εικόνα 1) είναι τα φυτά και τα ξηρά σπέρματά τους, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Fabaceae (Κυαμοειδή). Παλαιότερα ταξινομούνταν και ως Papilionoideae (Ψυχανθή) ή αλλιώς Leguminosae (Χεδρωπά). Η οικογένεια των ψυχανθών είναι η δεύτερη μεγαλύτερη οικογένεια του βασιλείου των φυτών (Christenhusz, 2016). Τα ψυχανθή είναι ιδιαίτερος γνωστά για την ικανότητά τους να συμβιώνουν με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Έτσι, μπορούν να προσθέσουν βιολογικό άζωτο στο έδαφος, αυξάνοντας τη γονιμότητά του και επιτρέποντας λιγότερη χρήση αγροχημικών και λιπασμάτων. Για το λόγο αυτό τα όσπρια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της αμειψισποράς, δηλαδή του εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο κατά την αλλαγή γεωργικού προϊόντος (Deacon, 2015).

Οι καλλιέργειες ψυχανθών είναι απαραίτητες για τη βιώσιμη γεωργία και μπορούν να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή, καθώς καλλιεργούνται σε ξηρά κλίματα με περιορισμένες ή ακανόνιστες βροχοπτώσεις. Οι επιστήμονες εργάζονται επί του παρόντος για την ανάπτυξη ποικιλιών οσπρίων που μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες που είναι 4 ή 5 βαθμούς υψηλότερες από τη συνηθισμένη θερμοκρασία στον τόπο καλλιέργειάς τους. Ο στόχος είναι να προσαρμοστούν τα όσπρια στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η άνοδος της θερμοκρασίας (Schultze et al., 2018).

Από την αρχαιότητα τα όσπρια αντιπροσώπευαν βασικό πυλώνα της ανθρώπινης διατροφής. Περισσότερα από 20 διαφορετικά είδη ψυχανθών,

χρησιμοποιούνται σήμερα σε αξιόλογες ποσότητες για τη διατροφή του ανθρώπου. Μεταξύ αυτών, ο αρακάς (*Pisum sativum* L.) που καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό στις ασιατικές χώρες, το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris* L.) στις χώρες της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής, το ρεβίθι (*Cicer arietinum* L.) στην Ινδία και η φακή (*Lens culinaris* Med.) στις χώρες της Μέσης Ανατολής (Morrow, 1991).

Τα όσπρια συγκαταλέγονται στα αναγκαία μέρη μιας ισορροπημένης διατροφής λόγω των πλεονεκτημάτων τους όσον αφορά τη διατροφή και την υγεία του ανθρώπου αλλά και λόγω οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Τα τελευταία έτη καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια, από ακαδημαϊκά και κυβερνητικά ιδρύματα, για την προώθηση της χρήσης των οσπρίων και την ανάδειξη της αξίας τους σε όλο το διατροφικό σύστημα ώστε να ευαισθητοποιηθεί ο κόσμος σχετικά με τα οφέλη τους. Τα όσπρια είναι εξαιρετικά θρεπτικά, έχουν σημαντικά οφέλη για την υγεία και συγχρόνως, βρίσκονται σε άφθονες ποσότητες και είναι σχετικά φθηνά στην τιμή αγοράς τους (Cabrejas, 2019).

Όλα τα όσπρια, ανεξάρτητα από το είδος τους, περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, κάλιο, φολικό οξύ, ανόργανο ασβέστιο, φώσφορο, σίδηρο, ψευδάργυρο και μαγνήσιο και ταυτόχρονα χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες και σχεδόν μηδενική χοληστερόλη (Cabrejas, 2019).



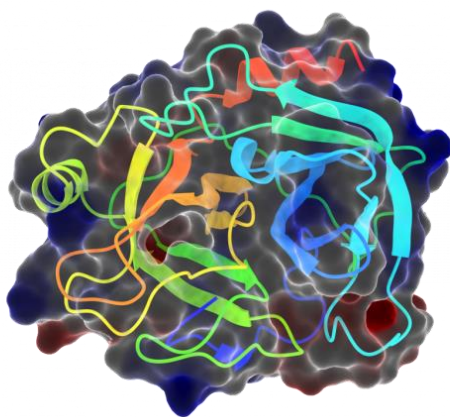
Εικόνα 1 Όσπρια (www.wikipedia.gr)

Η χημική σύνθεση (**Error! Reference source not found.**) των οσπρίων ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων τύπων σπόρων. Η μέση ενεργειακή περιεκτικότητα των οσπρίων είναι, γενικά, υψηλή (330–374 kcal/100 g ξηρής ουσίας). Η ποσότητα πρωτεϊνών στα όσπρια ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το είδος και κυμαίνεται μεταξύ

20 και 35%, αποθηκεύονται δε στις κοτυληδόνες των σπόρων ως μικρά σφαιρικά πρωτεϊνικά σώματα. Η περιεκτικότητα τούτων σε πρωτεΐνη θεωρείται υψηλή σε σύγκριση με τα δημητριακά και είναι πλούσια στο αμινοξύ λυσίνη και σε θειούχα αμινοξέα, όπως είναι η μεθειονίνη, τα οποία είναι σε μικρές ποσότητες στα περισσότερα φυτικά τρόφιμα. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη συχνά υπερεκτιμάται, καθώς τα όσπρια έχουν υψηλή αναλογία μη πρωτεϊνικού αζώτου (πεπτίδια, ελεύθερα αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις), που ποσοτικοποιείται ως ολική πρωτεΐνη (Cabrejas, 2019). Τα όσπρια σε συνδυασμό με άλλα δημητριακά, όπως το καλαμπόκι και άλλα προϊόντα πλούσια σε άμυλο και με χαμηλή πρωτεϊνική αξία, αυξάνουν σημαντικά τη θρεπτική αξία της διαίτας. Ωστόσο, η θρεπτική τους αξία είναι φτωχή σε σύγκριση με τις πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης (Cabrejas, 2019). Εμπλέκονται διάφοροι παράγοντες, και ειδικότερα οι πρωτεΐνες των οσπρίων έχουν λειτουργία αποθήκευσης, η τεταρτοταγής δομή τους είναι πιο συμπαγής, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη δράση των πεπτικών ενζύμων, ενώ η παρουσία αναστολέων πρωτεάσης αναστέλλει τη δραστηριότητα των πρωτεασών και των πεπτικών ενζύμων (Erbersdobler, 2017). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες διαφορετικών οσπρίων ποικίλλει ανάλογα με τους γονότυπους, τη βλάστηση, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εφαρμογή λιπασμάτων κατά την ανάπτυξη (Singh, 2017). Οι πρωτεΐνες των οσπρίων συντίθενται από τα απαραίτητα αμινοξέα συμπληρωματικά των δημητριακών και είναι φυσικά χωρίς γλουτένη, επομένως, ασφαλείς για τους ασθενείς που υποφέρουν από δυσανεξία/αλλεργίες στη γλουτένη (Shevkani, 2014). Επιπλέον, τα όσπρια θεωρούνται κατάλληλα για την παρασκευή συστατικών πλούσιων σε πρωτεΐνες (συμπυκνώματα πρωτεϊνών και προϊόντα απομόνωσης) λόγω του χαμηλού κόστους και της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Ωστόσο, ορισμένες μελέτες αναφέρουν χαμηλή θρεπτική αξία για τα όσπρια, κυρίως λόγω της κακής πεπτικότητας των πρωτεϊνών τους, εξαιτίας της χημικής τους δομής (Almeida, 2006). Τα όσπρια κατά την ωριμότητά τους εμφανίζουν τις περισσότερες φορές υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, καθώς καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους οι σπόροι συσσωρεύουν πρωτεϊνικές ενώσεις. Πρόκειται για πρωτεΐνες αποθήκευσης που ταξινομούνται ως αλβουμίνες, σφαιρίνες, και γλουτελίνες ανάλογα με τη διαλυτότητά τους. Οι αλατοδιαλυτές σφαιρίνες βρίσκονται κυρίως στα όσπρια. Οι λευκωματίνες, που είναι διαλυτές στο νερό, αντιπροσωπεύουν το 10-20% της συνολικής πρωτεΐνης. Αντίστοιχα, οι γλουτελίνες, που είναι διαλυτές σε διαλύματα αραιού οξέος και σε διαλύματα βάσης, αντιπροσωπεύουν το 10-20% της συνολικής πρωτεΐνης των οσπρίων. Όσον αφορά

άλλες πρωτεΐνες, η μοριακή δομή των πρωτεϊνών τους επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες των διαφόρων πρωτεϊνικών συστατικών. Για παράδειγμα, το κλάσμα αλβουμίνης χαρακτηρίζεται από χαμηλό έως μεσαίο μοριακό βάρος και υδρόφιλη επιφάνεια, που καθιστά τις πρωτεΐνες υδροδιαλυτές, ενώ οι σφαιρίνες, που είναι μόρια πολλαπλών υποομάδων υψηλού μοριακού βάρους, έχουν σχετικά υδρόφοβη επιφάνεια που περιορίζει τη διαλυτότητά τους σε υδάτινα μέσα (Cabrejas, 2019).

Τα όσπρια περιέχουν ορισμένα αντιδιατροφικά συστατικά, όπως είναι οι αναστολείς θρυψίνης (Εικόνα 2), το φολικό οξύ, οι τανίνες και οι ολιγοσακχαρίτες (ραφινόζη, σταχυόζη και βερμπασκόζη) που μπορούν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα πρωτεϊνών και υδατανθράκων. Οι αναστολείς θρυψίνης είναι πρωτεΐνες χαμηλού μοριακού βάρους ικανές να δεσμεύουν και να αδρανοποιούν το πεπτικό ένζυμο, τη θρυψίνη (Chavan, 1989).

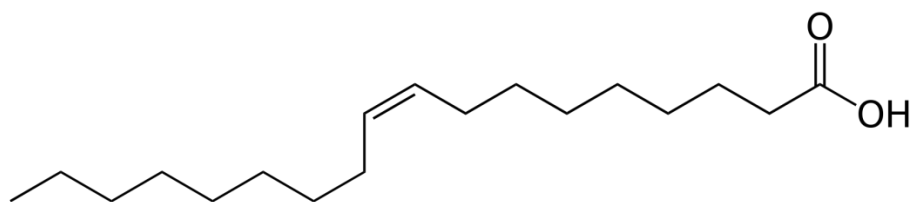


Εικόνα 2 Κρυσταλική μορφή θρυψίνης (www.wikipedia.gr)

Από την άλλη πλευρά, οι υδατάνθρακες που απαντώνται στα όσπρια είναι οι σύνθετοι, οι οποίοι, σε αντίθεση με τους απλούς υδατάνθρακες, όπως τα σάκχαρα, αφομοιώνονται και απορροφώνται αργά από το έντερο, γεγονός που ευνοεί την κατανάλωσή τους από τα διαβητικά άτομα. Ο κυρίαρχος υδατάνθρακας στα όσπρια είναι το άμυλο (75-80%), με εξαίρεση τη σόγια η οποία παρουσιάζει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε αυτόν (Becerra, 2018). Περιλαμβάνουν, επίσης, υδατάνθρακες χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, οι δε ολιγοσακχαρίτες είναι εκείνοι που ευθύνονται για το «φούσκωμα» (Fleming, 1981).

Τα όσπρια είναι επίσης πλούσια σε διαιτητικές ίνες και βρίσκονται σε ποσοστό περίπου 16–20% (Martín, 2023). Αυτός ο τύπος ινών παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο

επειδή διευκολύνει την προσρόφηση νερού στο έντερο. Το φυτικό οξύ μειώνει τη βιοδιαθεσιμότητα των μετάλλων (Reddy, 1984). Οι τανίνες σχηματίζουν σύμπλοκα με πρωτεΐνες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη χαμηλή πεπτικότητα των πρωτεϊνών και τη μειωμένη διαθεσιμότητα των αμινοξέων (Salunkhe, 1989). Επίσης, το εξωτερικό περίβλημα των οσπρίων είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά που μειώνονται με την αποφλοΐωση (Deshpande, 1982).



Εικόνα 3 Ελαϊκό οξύ (www.wikipedia.gr)

Όσον αφορά τα λιπαρά οξέα των οσπρίων είναι ιδιαίτερα χαμηλά με τιμές 1 έως 4% με εξαίρεση τη σόγια που φτάνει έως και 50%. Το λιπιδικό κλάσμα χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε τριγλυκερίδια, με υψηλό επίπεδο μονοακόρεστων λιπαρών οξέων όπως το ελαϊκό οξύ (Εικόνα 3), 18:1 και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων όπως τα λινελαϊκά οξέα, 18:2 και α-λινελαϊκό οξύ 18:3. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα όσπρια συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου για πρόκληση καρδιαγγειακής νόσου (Carprioli, 2016).

Πίνακας 1 Διατροφική Αξία οσπρίων ανά 100 g

	Φακές	Ρεβίθια
Ενέργεια (kcal)	115	164
Πρωτεΐνες (g)	8,9	8,8
Φυτικές ίνες (g)	5,8	7,6
Λιπαρά (g)	0,4	2,6

(Cabrejas, 2019)

Η συνεισφορά των οσπρίων στην υγεία του ανθρώπου είναι αδιαμφισβήτητη . Αυτό οφείλεται, κυρίως, στην περιεκτικότητά τους σε διαιτητικές ίνες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η μείωση του γλυκαιμικού δείκτη για άτομα

με διαβήτη (Viswanathan, 2003), η πρόληψη κατά του καρκίνου (Hefnawy, 2011) και η προστασία από καρδιαγγειακές παθήσεις (Kutoš, 2003). Πολυάριθμες μελέτες έχουν καταδείξει ότι τα άτομα με υψηλή πρόσληψη φυτικών ινών έχουν χαμηλότερη αρτηριακή πίεση (Schneeman, 1987). Οι διαλυτές φυτικές ίνες μειώνουν επίσης τη χοληστερόλη του αίματος και βοηθούν στη μείωση του κινδύνου καρδιακής προσβολής και καρκίνου του παχέος εντέρου. Επιπροσθέτως, βοηθούν στη μείωση της χοληστερίνης του αίματος και κατ' επέκταση στην καλύτερη λειτουργία της καρδιάς (Sharma, 1995). Μια δίαιτα πλούσια σε φυτικές ίνες αποτρέπει ή ανακουφίζει τη δυσκοιλιότητα στον άνθρωπο λόγω της απορρόφησης νερού από την πεπτική οδό (Hove, 1978). Επίσης, περιέχουν βιοδραστικές ενώσεις που συμβάλλουν στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών (Singh et al, 2017), όπως το φυλλικό οξύ, που μειώνει τον κίνδυνο ελαττωμάτων του νευρικού σωλήνα του εμβρύου.

Οι σπόροι των οσπρίων υπόκεινται σε ορισμένη επεξεργασία για να προσδώσουν ειδικά χαρακτηριστικά και να βελτιώσουν τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες. Οι διαδικασίες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της διατροφικής ποιότητας των οσπρίων, η οποία μπορεί να αφορά είτε στη μείωση των θρεπτικών και φυτοχημικών συστατικών είτε στη δημιουργία αντιθρεπτικών συστατικών, τα οποία παρεμποδίζουν την απορρόφηση των θρεπτικών. Επίσης οι παράγοντες, που αναφέραμε παραπάνω, φαίνεται να επηρεάζουν τη λειτουργία των πεπτικών ενζύμων. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της παραδοσιακής παρασκευής των οσπρίων, η θρεπτική αξία μπορεί να βελτιωθεί επειδή οι θερμικές επεξεργασίες απενεργοποιούν τους αναστολείς πρωτεάσης. Η επεξεργασία προκαλεί δομικές αλλαγές στις πρωτεΐνες, οι οποίες διευκολύνουν την προσβασιμότητα των πεπτικών ενζύμων και ευνοούν το μεταβολισμό των πρωτεϊνών (Cabrejas, 2019). Επομένως, η θερμική επεξεργασία βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα πρωτεΐνης, καθώς καταστρέφει ή αδρανοποιεί τους ασταθείς στη θερμότητα αντιδιατροφικούς παράγοντες (Wang et al, 1997). Το μαγείρεμα έχει ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του φυτικού οξέος και των τανινών στα όσπρια. Έχει αναφερθεί, επίσης, ότι το μαγείρεμα σε βραστό νερό προκαλεί μεγάλες απώλειες μετάλλων (Wang et al, 2008). Ο φλοιός του σπόρου των οσπρίων είναι συχνά δύσπεπτος και μπορεί να έχει πικρή γεύση. Η αφαίρεση του φλοιού έχει αναφερθεί ότι βελτιώνει τη γεύση του ρεβιθιού, του μπιζελιού και της φακής (Singh et al, 1992) μειώνει όμως τις πολυφαινόλες ή τις τανίνες, που ενυπάρχουν κυρίως στο φλοιό των σπόρων των οσπρίων (Deshpande, 1982). Η αποφλοιώση μειώνει επίσης το

χρόνο μαγειρέματος, αφαιρώντας το αδιαπέραστο στρώμα σπόρων, που εμποδίζει την πρόσληψη νερού κατά το μαγείρεμα (Kon, 1973). Η επεξεργασία, επίσης, συμβάλλει στη βελτίωση της πεπτικότητας των οσπρίων. Ωστόσο, η αποφλοίωση μειώνει σημαντικά το ασβέστιο Ca, το χαλκό Cu, το σίδηρο Fe, το μαγνήσιο Mg και το μαγγάνιο Mn σε πολλά όσπρια, όπως είναι ο αρακάς, οι φακές (Wang et al, 2008) και τα μπιζέλια (Singh et al, 1989)

Το τμήμα Χημείας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου της Σλοβενίας έχει πραγματοποιήσει μελέτες που αφορούν τον υπολογισμό της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις (TPC) και της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) των εκχυλισμάτων των οσπρίων (**Error! Reference source not found.**). Για τον πρώτο υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε ο προσδιορισμός Folin-Ciocalteu, ενώ για τον δεύτερο η μέθοδος DPPH των Brand-Williams. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν όσον αφορά τρεις ποικιλίες ρεβιθιού, τέσσερα είδη κουκιών και τέσσερις ποικιλίες φακής, τα οποία καλλιεργήθηκαν κάτω από διαφορετικές συνθήκες περιβαλλοντικής ανάπτυξης, σε αγροτικές περιφέρειες του Ιράκ, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Ismael, 2021).

Πίνακας 2 Ολικό φαινολικό περιεχόμενο (TPC) και εκτιμώμενη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε εκχυλίσματα οσπρίων.

Όσπρια	TPC	TAC
Ρεβίθια	549 – 978 mg·GAE·kg ⁻¹	1.9 – 4.5 %
Κουκιά	1220 - 6286 mg·GAE·kg ⁻¹	15.2 – 25.6 %
Φακή	2351 – 3011 mg·GAE·kg ⁻¹	14.2 – 28.9 %

(Ismael, 2021)

Σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες, για την καλλιέργεια κουκιών οι ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης είναι οι ζεστές και ξηρές περιοχές, καθώς παρουσιάζουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε TPC, αντίθετα με καλλιέργειες που έχουν λάβει χώρα σε ορεινές περιοχές με βροχοπτώσεις, που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες τιμές TPC.

Πρόδηλα, από το σύνολο των μελετών, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα όσπρια αποτελούν αξιόλογη πηγή βιοδραστικών ενώσεων. Οι βιοδραστικές ενώσεις

χαρακτηρίζονται από σημαντικές δράσεις (αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή, αντιριζική, αντικαρκινική, κλπ.) και περιλαμβάνουν ποικιλία δομών, όπως αλκαλοειδή, πτητικά αιθέρια έλαια, φαινόλες και γλυκοζίτες φαινολικών ενώσεων, ρητίνες, ελαιοσίδες, στεροειδή τανίνες και τερπενοειδή (Ismael, 2021)

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των οσπρίων είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπιδικές ουσίες, σημαντικό στοιχείο στην ανθρώπινη διατροφή, και είναι ένας από τους πολλούς λόγους που πρέπει να καταναλώνονται τουλάχιστον δύο με τρεις φορές την εβδομάδα με βάση τη μεσογειακή διατροφή. Δεν είναι όμως αυτός ο μοναδικός λόγος, καθώς τα όσπρια αποτελούν ταυτόχρονα εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών, περιέχουν διαιτητικές ίνες, άμυλο και μικροθρεπτικά συστατικά.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η κατανάλωση οσπρίων έχει μειωθεί λόγω της αύξησης της κατανάλωσης προϊόντων ζωικής προέλευσης, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες, γεγονός που έχει οδηγήσει σε μια σειρά από σημαντικά προβλήματα υγείας. Το προφίλ του καταναλωτή έχει αλλάξει και έχουν προκύψει νέες προτιμήσεις και ανάγκες στην αγορά τροφίμων. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για την ανάπτυξη νέων προϊόντων διατροφής, όπως οι απαιτήσεις διατροφής και υγείας των διαφορετικών τομέων του πληθυσμού και η μείωση ή/και η εξάλειψη ορισμένων θρεπτικών συστατικών, καθώς και η ενσωμάτωση άλλων (διαιτητικές ίνες, βιταμίνες, μέταλλα, αντιοξειδωτικά, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα κ.λπ.), τα οποία μπορούν να προσφέρουν οφέλη για την υγεία και καλύτερη ποιότητα ζωής για τους καταναλωτές (Vasileska, 2012). Από την άλλη βέβαια στις μέρες μας ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι στρέφονται προς τη χορτοφαγική διατροφή, είτε για ιδεολογικούς και περιβαλλοντικούς λόγους είτε για λόγους υγείας. Τα όσπρια αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους, ως υποκατάστατα της διατροφικής αξίας των ζωικών παρασκευασμάτων (Cabrejas, 2019).

Το έδαφος της Βόρειας Ελλάδας θεωρείται ιδανικό για την καλλιέργεια οσπρίων, καθώς είναι πλούσιο σε κάλιο, που είναι απαραίτητο συστατικό, ώστε να είναι περισσότερο βραστερά και εύγευστα. Πλην όμως και αρκετά μέρη της λουπής Ελλάδος φημίζονται για την καλλιέργεια οσπρίων (Βλαχοστέργιος, 2012).

2.Φακή

Η καλλιεργούμενη φακή (*Lens culinaris* subsp. *culinaris*) είναι διπλοειδής ($2n=14$), αυτογονιμοποιούμενο και ετήσιο όσπριο. Μόνο το 2018 η παγκόσμια παραγωγή φακής υπολογίζεται ότι έφτασε τους 6,3 εκατομμύρια τόνους και αποτελεί εξαιρετικά σημαντική πηγή διατροφικής πρωτεΐνης για τον παγκόσμιο πληθυσμό (Liber, 2021).



Εικόνα 4 Φακή (www.wikipedia.gr)

2.1 Ιστορία φακής



Η φακή) είναι ένα βρώσιμο όσπριο και ένα από τα πρώτα φυτά που εξημερώθηκαν από τον άνθρωπο, στη νοτιοδυτική Ασία, μαζί με το σιτάρι και το κριθάρι, αν και η ακριβής τοποθεσία όπου

μπορεί να είχε συμβεί αυτό είναι ακόμα αβέβαιη. Η καλλιέργεια της, σύμφωνα με την επικρατέστερη άποψη, αρχίζει από τη Νεολιθική εποχή, αλλά έχουν βρεθεί δεδομένα ότι η άγρια φακή συλλεγόταν από τους ανθρώπους ήδη από την Παλαιολιθική εποχή, όπως μαρτυρείται από τις αρχαιολογικές τοποθεσίες Ohalo II (Ισραήλ, 23.000 BP), Abu Hureyra (Συρία, 13.400–11.350 BP) και Mureybit (Συρία, 11.800-11.300 BP). Πέρα από την νοτιοδυτική Ασία, η *L. nigricans* πιθανότατα μαζευόταν στο σπήλαιο Franchthi (Ελλάδα, 15.500–8750 BP) και στο Grotta dell'Uzzo (Σικελία, 7650-6450 BP) (Liber, 2021). Κατά την εποχή του Χαλκού έγινε γνωστή σε περιοχές της Μεσογείου, της Ασίας, και της Ευρώπης. Οι αρχαίοι Έλληνες κατανάλωναν τη φακή ως σούπα, ενώ επίσης την χρησιμοποιούσαν και ως συστατικό του ψωμιού.

2.2 Ονομασία φακής

Το όνομα δόθηκε λόγω του σχήματός της, καθώς παραπέμπει σε οπτικό φακό. Η επιστημονική ονομασία της φακής είναι *Lens culinaris* και περιλαμβάνεται στην οικογένεια των Κυαμοειδών και στην υποοικογένεια των Ψυχανθών. Τα χρώματα της φακής κυμαίνονται από κίτρινο έως πορτοκαλί – κόκκινο, αλλά και από πράσινο έως καφέ.

2.3 Καλλιέργεια φακής



Η φακή

Εικόνα 5), παρόλο που κατατάσσεται στα φυτά της ψυχρής περιόδου, δεν αντέχει τους έντονους χειμώνες, αλλά ούτε τις υψηλές θερμοκρασίες. Καλλιεργείται σε ημίξηρους αγρούς, σε ορεινές, ημιορεινές και λοφώδεις περιοχές. Κατατάσσεται στα φυτά μέτριας αντοχής στις υψηλές θερμοκρασίες. Οι ιδανικές θερμοκρασίες ανάπτυξης του φυτού κυμαίνονται από 18 έως 30°C. Αναπτύσσεται σε έδαφος με pH που κυμαίνεται από 6 έως 8 και διαθέτει επαρκές ασβέστιο, όπως και υγρασία. Η

τελευταία δεν πρέπει να είναι σε περίσσεια, καθώς εγκυμονεί κινδύνους ανάπτυξης ασθενειών. Η σπορά λαμβάνει χώρα το φθινόπωρο στις ζεστές περιοχές και την άνοιξη στις ορεινές. Το ύψος του φυτού της φακής είναι 15 έως 75 εκατοστά και κατά κανόνα 25 έως 40 εκατοστά. Η μορφή του είναι θαμνώδης. Διαθέτει μια λεπτή κεντρική ρίζα, από την οποία εκφύονται πολλές δευτερεύουσες διακλαδώσεις. Η φακή καλλιεργείται σε εναλλαγή με τα δημητριακά, ώστε να σταματήσει τον κύκλο ασθένειας και να συνεισφέρει στον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο. Με τον τρόπο αυτόν μειώνεται η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων (Oghbaei, 2016).



Εικόνα 5 Εικονογράφηση φακής 1885 (www.wikipedia.gr)

2.4 Προέλευση φακής

Η φακή ανήκει στα όσπρια που καλλιεργείται παγκοσμίως. Οι χώρες που παράγουν την μεγαλύτερη ποσότητα φακής είναι ο Καναδάς, η Ινδία και χαμηλότερα στην κατάταξη η Τουρκία (FAO, 2013). Γενικά, σε μεγάλες ποσότητες παράγεται στη Μέση Ανατολή, όπου και εμφανίζει αντίστοιχη κατανάλωση. Η φακή κατατάσσεται πέμπτη στην παγκόσμια παραγωγή οσπρίων. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία η μέση ετήσια παραγωγή φακής βρισκόταν στα 4,457 εκατομμύρια τόνους κατά τη διάρκεια του 2009 έως το 2013 (FAOSTAT 2014).

Χώρα	Μέση παραγωγή (tn)
Καναδάς	4.975.6221
Ινδία	1.880.500
Τουρκία	1.134.000

Αυστραλία	324.100
ΗΠΑ	227.658
Νεπάλ	226.931
Κίνα	150.000
Αιθιοπία	129.833
Συρία	129.370
Ιράν	73.000

2.5 Διατροφική αξία

Οι φακές (*Lens culinaris*) είναι μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες οσπρίων στον κόσμο λόγω της διατροφικής τους ποιότητας. Θεωρούνται πλούσιες πηγές σύνθετων υδατανθράκων, πρωτεϊνών, διαιτητικών ινών, βιταμινών, μετάλλων και υψηλής ενεργειακής αξίας (Almeida, 2006) (**Error! Reference source not found.**). Για το λόγο αυτό σε πολλές χώρες και ιδιαίτερα στη Μέση Ανατολή, και στην Ασία, όπου η διατροφή των ανθρώπων είναι κατά βάση χορτοφαγική, η φακή είναι εξαιρετικά δημοφιλής. Μία μερίδα φακής μπορεί να περιέχει σχεδόν το ήμισυ των ημερήσιων αναγκών σε πρωτεΐνες για ένα ενήλικο άτομο (El-Nahry, 1980). Η φακή προκαλεί βραχυπρόθεσμο κορεσμό λόγω του χαμηλού γλυκαιμικού της δείκτη, ένα στοιχείο που την κάνει αναπόσπαστο κομμάτι για κάθε δίαιτα. Γενικά, οι φακές έχουν πρωτεϊνική περιεκτικότητα που κυμαίνεται στο 21 με 31% και περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες που κυμαίνεται στο 62 - 69%, εκ των οποίων υπερισχύει το άμυλο. Η ποσότητα της πρωτεΐνης είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή των δημητριακών και πολλοί την συγκρίνουν με αυτήν που περιέχει το κρέας. Η πρωτεΐνη της φακής περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, ωστόσο, όπως συμβαίνει και στα περισσότερα όσπρια, διαθέτει περιορισμένη ποσότητα σε αμινοξέα θείου, όπως τρυπτοφάνη και θρεονίνη.

Πίνακας 3: Διατροφική αξία φακής ανά 100 g

Ενέργεια (kJ)	1483 - 2010
---------------	-------------

Λιπαρά (g)	0.7 - 4.3
Υδατάνθρακες (g)	43.4 - 69.9
Πρωτεΐνες (g)	20.6 – 31.4
Εδώδιμες ίνες (g)	5.0 – 26.9

Αξίζει να αναφερθεί πως στη φακή περιέχονται αρκετά αντιθρεπτικά συστατικά. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται αναστολείς θρυψίνης, οι οποίοι ευθύνονται για την αναστολή της πρωτεολυτικής δράσης του εν λόγω πεπτικού ενζύμου, το οποίο έχει σημαντικό ρόλο κατά το πρώτο στάδιο πέψης της πρωτεΐνης. Επίσης, στη φακή εμφανίζονται συμπυκνωμένες τανίνες, οι οποίες δημιουργούν ενώσεις με πρωτεΐνες, αντιδρώντας με την λυσίνη ή την μεθειονίνη, με αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμα κατά την πέψη. Ο βαθμός πολυμερισμού των συγκεκριμένων πολυφαινολικών ενώσεων επηρεάζει σημαντικά την πεπτικότητα των πρωτεϊνών και τη διαθεσιμότητα βιταμινών και μετάλλων. Η περιεκτικότητα σε φυτικό οξύ που περιέχουν οι φακές ενδέχεται να προκαλέσει μείωση στη βιοδιαθεσιμότητα των μετάλλων και να αναστείλουν τη δραστηριότητα πολλών ενζύμων. Συνεπώς, η απομάκρυνση αυτών των ανεπιθύμητων συστατικών είναι σημαντική για τη βελτίωση της διατροφικής ποιότητας της φακής.

2.5.1 Δομή πρωτεϊνών φακής

Οι φακές είναι ένα όσπριο με υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και χαμηλή σε λιπαρά. Σύμφωνα με εξακριβωμένες έρευνες η φακή είναι πιο πλούσια σε ολικές διαλυτές ίνες από τα ρεβίθια. Επίσης διαθέτει υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες από άλλα όσπρια, όπως είναι τα ρεβίθια και τα φασόλια. Όπως τα περισσότερα όσπρια, έτσι και η φακή θεωρείται σημαντική πηγή πρωτεϊνών, καθώς περιέχει από 20,6% έως 31,4% σε πρωτεΐνες (Jarpa-Parra, 2018). Οι περισσότερες είναι πρωτεΐνες αποθήκευσης, που βρίσκονται στην κοτυληδόνα του φυτού της φακής, όπου τα αμινοξέα, που περιέχουν θείο, είναι σε χαμηλό ποσοστό. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με δημοσιευμένες έρευνες, οι πρωτεΐνες της φακής αποτελούνται από 16% λευκοματίνες, 70% σφαιρίνες, 11% γλουτελίνες και 3% προλαμίνες. Τα θρεπτικά συστατικά της φακής έχουν άμεση σχέση με τη μείωση της χοληστερίνης και των λιπιδίων στον άνθρωπο, και έχουν συνδεθεί με τη μείωση των επιπτώσεων του καρκίνου του παχέος

εντέρου και του διαβήτη τύπου II (Roy, 2010). Οι φακές διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες, τανίνες, και φλαβονοειδή. Στη φακή απαντάται υψηλή αντιοξειδωτική δράση λόγω της περιεκτικότητας σε φαινόλες που διαθέτει. Αυτό αποδεικνύεται από συστήματα *in vitro*, όπως είναι οι μέθοδοι DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, (Shahidi, 2016), (Jamdar, 2017) Σχετική μελέτη αναφορικά με τις αντιοξειδωτικές ενέργειες των υδρόφιλων εκχυλισμάτων από επιλεγμένα όσπρια με σημείο αναφοράς το ανθρώπινο μοντέλο οξείδωσης LDL, έδειξε υψηλότερες αντιοξειδωτικές ικανότητες της φακής σε σύγκριση με άλλα όσπρια, όπως τα ρεβίθια, στον προσδιορισμό συζευγμένων διενίων LDL.

Ένα μειονέκτημα που αφορά τόσο τη φακή όσο και τα υπόλοιπα όσπρια είναι η παρουσία αντιθρεπτικών συστατικών και αλλεργιογόνων ουσιών, εξαιτίας των οποίων μειώνονται τα πιθανά οφέλη για την υγεία και τη βιοδιαθεσιμότητα. Οι λεκτίνες είναι πρωτεΐνες που δεσμεύουν υδατάνθρακες και περιλαμβάνονται σε ορισμένα αντιθρεπτικά συστατικά. Στη φακή απαντώνται σε μεγάλο ποσοστό, αλλά μπορεί να απομακρυνθούν πλήρως μετά από επεξεργασία ζύμωσης (72 h στους 42°C). Ωστόσο, οι λεκτίνες στη φακή έχουν κριθεί μη τοξικές. Επίσης περιλαμβάνονται αναστολείς πρωτεάσης και αναστολείς ενζύμων. Οι αναστολείς πρωτεάσης που βρίσκονται στις φακές ανήκουν στην οικογένεια Bowman-birk (Birk, 1985). Ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις τα αρνητικά αποτελέσματα των αντιδιατροφικών συστατικών μπορούν να μειωθούν μετά από επεξεργασία των τροφών.

Ως εξώθηση ορίζεται μία μηχανική διαδικασία στην οποία ορισμένα υλικά, όπως είναι τα όσπρια, εξαναγκάζονται, υπό ελεγχόμενη πίεση να περάσουν μέσω ενός ανοίγματος μήτρας με στόχο την δημιουργία προϊόντων με επιθυμητό σχήμα ή υφή. Τα άλευρα οσπρίων χρησιμοποιούνται συχνά ως βάση τυποποίησης που εξωθούνται υπό χαμηλή πίεση. Η PDCAAS είναι μία μέθοδος που υιοθετήθηκε από τον USFDA (αντίστοιχος ΕΦΕΤ) και από τον οργανισμό τροφίμων και γεωργικών προϊόντων της Αμερικής (FAO/WHO) το 1993 και μετράει την ευπεπτότητα της πρωτεΐνης από τον ανθρώπινο οργανισμό (Jagra-Parra, 2018). Το 2013 ήρθε στο προσκήνιο μία βελτιωμένη μέθοδος μέτρησης, η DIAAS. Μελέτη που έχει γίνει σχετικά με την επίδραση της εξώθησης και του ψησίματος στις πράσινες και κόκκινες φακές στην ποιότητα της πρωτεΐνης είχε τα παρακάτω αποτελέσματα (Mathai, 2017) (**Error! Reference source not found.**).

Πίνακας 4 : Ευπεπτότητα Φακής

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΦΑΚΗΣ	Μέθοδοι μέτρησης ευπεπτότητας	
		PDCAAS	DIAAS
Εξωθημένη φακή	Κόκκινη	63.01	1.30
	Πράσινη	57.09	1.34
Ψημένη φακή	Κόκκινη	53.84	0.98
	Πράσινη	47.14	1.09

Όπως και τα περισσότερα όσπρια, έτσι και οι φακές καταναλώνονται ολόκληρα και παρασκευάζονται είτε ως σούπες είτε ως σαλάτες. Όμως, τα τελευταία έτη έχουν εμφανιστεί νέες εφαρμογές για τη χρήση τους στη βιομηχανία τροφίμων. Ειδικότερα, έχει επιτευχθεί η εκχύλιση και ο διαχωρισμός αμύλου και πρωτεϊνών από τις φακές όπως και από άλλα όσπρια, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά για ποικίλα προϊόντα.

Η εκχύλιση των πρωτεϊνών των οσπρίων είναι εφικτή χρησιμοποιώντας υγρές διεργασίες καθώς είναι ευδιάλυτες τόσο σε αλκαλικά όσο και σε όξινα διαλύματα. Τις περισσότερες φορές προτιμάται η αλκαλική διαλυτοποίηση. Διασκορπίζεται το όσπριο σε διάλυμα με pH 8 με 10 και αναδύεται. Το αδιάλυτο υλικό απομακρύνεται με φυγοκέντρηση και οι πρωτεΐνες ανακτώνται ρυθμίζοντας το pH κοντά στο 4.5, ώστε να καθιζάνουν ισοηλεκτρικά. Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία ξήρανσης για την απομόνωση της πρωτεΐνης.

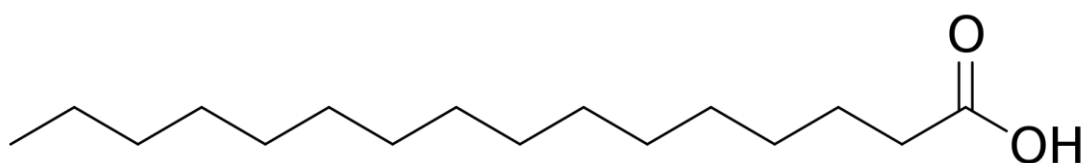
Έχουν διενεργηθεί πολλές μελέτες σχετικά με την απομόνωση των πρωτεϊνών της φακής. Στις περισσότερες η εκχύλιση γίνεται σε αραιωμένο υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) με διαφορετικό pH σε κάθε μία από αυτές. Το 2012 ο Joshi και οι συνεργάτες του απομάκρυναν την πρωτεΐνη από τη φακή με αλκαλική εκχύλιση σε pH 8,0 σε θερμοκρασία δωματίου με αναλογία 1:10 στερεό προς υγρό. Η έρευνα είχε στόχο τη σύγκριση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών της απομονωμένης πρωτεΐνης με βάση τον τρόπο ξήρανσης. Έλαβε χώρα ξήρανση με ψύξη, με ψεκασμό και υπό κενό. Με όμοια λογική προηγήθηκαν ο Boye με τους συνεργάτες του, οι οποίοι απομάκρυναν

πρωτεΐνη από τη φακή χρησιμοποιώντας ισοηλεκτρική καταβύθιση και υπερδιήθηση σε pH 9,0 και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με αναλογία 1:10 στερεού – υγρού σε κόκκινες και πράσινες φακές και είχε ως στόχο τη σύγκριση απόδοσης τους και την εύρεση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης του συμπυκνώματος πρωτεΐνης φακής. Τα συμπυκνώματα τους είχαν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 78,2 % και 88,6 % αντίστοιχα, με απόδοση 50,3 και 62,8 με βάση την αρχική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (Boye, 2010) (Joshi et al, 2012).

Η φακή, όπως ήδη έχει αναφερθεί, θεωρείται όσπριο υψηλής θρεπτικής αξίας, πλούσιο σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, ανόργανα συστατικά και βιταμίνες. Εξαιτίας της χαμηλής πεπτικότητας των πρωτεϊνών, της παρουσίας αντιθρεπτικών ουσιών καθώς επίσης και της δυσκολίας στην πέψη που δημιουργείται κατά το μαγείρεμα της φακής, το συγκεκριμένο όσπριο δεν συγκαταλέγεται στην καθημερινή διατροφή των ανεπτυγμένων χωρών.

2.5.2 Λιπίδια

Η περιεκτικότητα σε λιπίδια στο όσπριο της φακής είναι χαμηλή περίπου 0,7–3,6%. Είναι παρόμοια με άλλα όσπρια και δημητριακά όπως τα μπιζέλια, τα φασόλια και το σιτάρι, αλλά μικρότερη από άλλα όπως είναι τα ρεβίθια, το λούπινο και η σόγια. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που κυριαρχούν στο προφίλ της φακής είναι το λινελαϊκό, το ελαϊκό και το λινολενικό οξύ. Επιπλέον περιέχονται μικρές ποσότητες κορεσμένων λιπαρών οξέων, όπως είναι το παλμιτικό οξύ (Εικόνα 6). Το προφίλ των λιπαρών οξέων της φακής είναι παρόμοιο με αυτό των άλλων οσπρίων όπως τα μπιζέλια, τα ρεβίθια και η σόγια (Kumar, 2006) (Urbano, 2007)



Εικόνα 6 Παλμιτικό οξύ (www.wikipedia.gr)

2.5.3 Υδατάνθρακες

Η συγκέντρωση υδατανθράκων στο όσπριο της φακής κυμαίνεται από 43.4 έως **69.9 g ανά 100 g** προϊόντος. Το διαθέσιμο κλάσμα υδατανθράκων περιλαμβάνει μεμονωμένα διαλυτά σάκχαρα όπως φρουκτόζη, γλυκόζη και σακχαρόζη σε ποσοστό

1 έως 2,5%, γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες όπως ραφινόζη, κικεριτόλη, σταχυόζη και βερμπασκόζη σε ποσοστό 2 έως 8%, πολυσακχαρίτες εκτός του αμύλου, σε ποσοστό περίπου 20% και άμυλο 35 έως 63% με περιεκτικότητα σε αμυλόζη 20–45,5% (Urbano, 2007).

2.6 Επεξεργασία φακής

Η κατανάλωση της φακής απαντάται κατά κανόνα σε μαγειρεμένη μορφή. Επομένως, η ποιότητα του μαγειρέματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη διατήρηση της θρεπτικής της αξίας. Ο χρόνος μαγειρέματος εξαρτάται από την ποικιλία, την ωριμότητα και τις συνθήκες μαγειρέματος και κυμαίνεται από 30 έως 70 λεπτά. Κατά τη διαδικασία αυτή δεν πρέπει να υπάρχει υπερβολική ποσότητα νερού, καθώς λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας η φακή το απορροφά με αποτέλεσμα τη ζελατινοποίηση του αμύλου και την μετουσίωση των πρωτεϊνών (Joshi et al, 2017). Η διαδικασία ενυδάτωσης σε διαφορετικές θερμοκρασίες είναι υψίστης σημασίας, καθώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Έχει αποδειχτεί ότι οι ποικιλίες φακής που χαρακτηρίζονται από ταχύτερο ρυθμό πρόσληψης νερού απαιτούν μικρότερο χρόνο μαγειρέματος (Deshpande et al, 1986). Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα πρόσληψης νερού με αποτέλεσμα τη μείωση του αντίστοιχου χρόνου. Το μαγείρεμα θεωρείται αποτελεσματική τεχνική για την απομάκρυνση των διαλυτών αντιθρεπτικών συστατικών (SDF), όπως είναι οι τανίνες και οι φαινολικές ενώσεις. Έρευνες έχουν καταδείξει ότι και η αποφλοιώση διαδραματίζει, σημαντικό ρόλο στη μείωση της περιεκτικότητας της τανίνης. Αυτό υποδηλώνει ότι οι τανίνες είναι παρούσες στην επικάλυψη των σπόρων (Singh U. , 1988). Η εμβάπτιση των σπόρων φακής για περίπου 24 ώρες σε αποσταγμένο νερό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ανασταλτικής δραστηριότητας της θρυψίνης κατά 58 – 66% (Wang et al, 2009). Το μαγείρεμα έχει την ιδιότητα να απενεργοποιεί ευαίσθητους στην υψηλή θερμοκρασία παράγοντες, όπως είναι οι αναστολείς θρυψίνης και να απομακρύνει τις πτητικές ενώσεις. Ωστόσο, το υπερβολικό μαγείρεμα μειώνει τη θρεπτική αξία των οσπρίων, καθώς σ' αυτή την περίπτωση τα επίπεδα ορισμένων βασικών αμινοξέων μειώνονται σημαντικά (Youssef, 1986). Επιπλέον, η αφαίρεση του φλοιού έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της θρυψίνης (TIA), εντούτοις το μαγείρεμα θεωρείται πιο αποτελεσματικό. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε σακχαρόζη και ολιγοσακχαρίτες (ραφινόζη, σταχυόζη και βερμπασκόζη) η θερμική επεξεργασία προκαλεί μείωση στα επίπεδα σακχαρόζης, ραφινόζης και σταχυόζης,

αλλά αυξάνει σημαντικά την περιεκτικότητα σε βερμπασκοζή (Wang et al, 2009). Η μείωση της ραφινόζης και της σταχυόζης κατά το μαγείρεμα μπορεί να αποδοθεί στη θερμική υδρόλυση σε δισακχαρίτες και μονοσακχαρίτες ή στο σχηματισμό άλλων ενώσεων (Onigbinde, 1983). Εξάλλου, η αφαίρεση του φλοιού έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της σακχαρόζης και της ραφινόζης, ενώ αντιθέτως αυξάνει τη σταχυόζη και τη βερμπασκοζή (Wang et al, 2008).

Περαιτέρω, το μαγείρεμα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας σε ακατέργαστη πρωτεΐνη και άμυλο, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην απώλεια διαλυτών στερεών κατά το μαγείρεμα, όπου και αυξάνεται η συγκέντρωσή τους. Αντιθέτως, η περιεκτικότητα της τέφρας παρουσιάζει μείωση, η οποία οφείλεται στη διάχυση ορισμένων μετάλλων στο νερό μαγειρέματος (Wang, Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil (*Lens culinaris*), 2008). Μελέτες έδειξαν πως το μαγείρεμα επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα σε ανθεκτικό άμυλο (resistant starch), καθώς και σε φυτικές ίνες. Πιο συγκεκριμένα, οι διαλυτές διαιτητικές ίνες παρουσιάζουν μία μικρή μείωση. Ωστόσο, οι αδιάλυτες και οι ολικές διαιτητικές ίνες, όπως επίσης και το ανθεκτικό άμυλο αυξάνονται κατά το μαγείρεμα (Wang et al, 2009). Η αύξηση αυτή, μπορεί να οφείλεται στα σύμπλοκα πρωτεΐνης-ινών, που σχηματίζονται μετά από πιθανή χημική τροποποίηση την οποία προκαλεί το μαγείρεμα ξηρών σπόρων (Bressani, 1993). Η θερμική επεξεργασία μπορεί, επίσης, να τροποποιήσει τη δομή τόσο του κυτταρικού τοιχώματος όσο και των αποθηκευτικών πολυσακχαριτών των οσπρίων, πιθανώς επηρεάζοντας τον ιστό και διαταράσσοντας την ενσωμάτωση πρωτεΐνης-υδατάνθρακα, μειώνοντας έτσι τη διαλυτότητα των διαιτητικών ινών (Siljeström, 1986). Μια σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας σε αδιάλυτες διαιτητικές ίνες στις μαγειρεμένες φακές σε σύγκριση με τις ακατέργαστες μορφές τους μπορεί να είναι ευεργετική, καθώς, η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη των τροφίμων σε αδιάλυτες φυτικές ίνες έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται στενά με τις γλυκαιμικές τους αποκρίσεις (Selvendran, 1984). Κατ' αυτόν τον τρόπο είναι πιθανόν οι μαγειρεμένες φακές να εξακολουθούν να είναι αποτελεσματικές στη μείωση της γλυκαιμικής απόκρισης, παρά τη μείωση των διαλυτών διαιτητικών ινών (Wang et al, 2009). Όσον αφορά την αύξηση της περιεκτικότητας του ανθεκτικού αμύλου μετά το μαγείρεμα, οφείλεται στη ζελατινοποίηση του αμύλου (Raben, 1994). Η θερμική επεξεργασία της φακής επηρεάζει εξίσου την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία.

Έρευνες έδειξαν ότι το μαγείρεμα φακής σε βραστό νερό είχε ως αποτέλεσμα σπουδαία αύξηση σε ασβέστιο, (Ca), χαλκό (Cu) και μαγγάνιο (Mn). Αντιθέτως, εμφάνισε σημαντικές απώλειες σε σίδηρο (Fe), κάλλιο (K), μαγνήσιο (Mg) και ψευδάργυρο (Zn) (Haytowitz, 1983).

Προδήλως εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μαγείρεμα της φακής αυξάνει σημαντικά την ακατέργαστη πρωτεΐνη, το άμυλο, τις αδιάλυτες διαιτητικές ίνες (IDF), τις ολικές διαιτητικές ίνες (TDF), το ανθεκτικό άμυλο (RS), το ασβέστιο (Ca), το χαλκό (Cu) και το μαγνήσιο (Mn), ενώ μειώνεται η περιεκτικότητα σε τέφρα, διαλυτές διαιτητικές ίνες (SDF), σίδηρο (Fe), κάλλιο (K), μαγνήσιο (Mg), φωσφόρο (P), ψευδάργυρο (Zn), αναστολείς θρυψίνης (TIA), φυτικό οξύ, τανίνες, σακχαρόζη και ολιγοσακχαρίτες. Οι αποφλοιωμένοι σπόροι έχουν σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ακατέργαστη πρωτεΐνη, άμυλο, RS, K, P, φυτικό οξύ, σταχυόζη και βερμπασκόζη, αλλά έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε TIA, τανίνη, SDF, IDF, TDF και Fe από τις ακατέργαστες φακές.

2.7 Φακή Λευκάδος

Στην Ελλάδα απαντάμε δύο τύπους φακής, τις ψιλές (λεπτόσπερμες) και τις χονδρές (πλατύσπερμες). Κατά κύριο λόγο καλλιεργούνται στους νομούς Λάρισας, Βοιωτίας, Κοζάνης, Καστοριάς και σε νησιά όπως είναι η Χίος και η Λευκάδα.

Από τις πιο φημισμένες ποικιλίες φακής στην Ελλάδα είναι οι φακές Εγκλουβής. Η Εγκλουβή αποτελεί το ορεινότερο χωριό της Λευκάδας σε υψόμετρο 800 m και τοποθετείται στο μέσο του νησιού. Περικλείεται από λόφους και βουνά. Το οροπέδιο που σχηματίζεται θεωρείται ιδανικό για την καλλιέργεια σιτηρών δημητριακών, αλλά η σημαντικότερη καλλιέργεια που λαμβάνει χώρα είναι αυτή της φημισμένης φακής. Διακρίνεται για τον παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας αλλά κυρίως για την αποδεδειγμένη υψηλή θρεπτική της αξία όπως εμφανίζεται παρακάτω (**Error! Reference source not found.**), καθώς είναι πλούσια πηγή υδατανθράκων, φυτικών πρωτεϊνών, φυτικών ινών, βιταμινών, μετάλλων, ιχνοστοιχείων, ασβεστίου και σιδήρου και κατατάσσεται στην κατηγορία των υπερτροφών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιούνται κανενός είδους χημικά λιπάσματα και ζιζανιοκτόνα καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής. Ξεχωρίζει λόγω του ελάχιστου χρόνου μαγειρέματος που χρειάζεται και διαθέτει ιδιαίτερος ωραία γεύση, κάτι που υποστηρίζεται ότι συμβαίνει λόγω του ότι το έδαφος της περιοχής είναι πλούσιο σε

σίδηρο. Αποτελεί σπάνιο γενετικό υλικό. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι μικρή ποσότητα της φακής Εγκλουβής φυλάσσεται στον ΟΗΕ και στη Συρία.

Πίνακας 5: Διατροφική αξία Φακής Εγκλουβής /100g

Ενέργεια	242kcal
Υδατάνθρακες	33.40g
Άμυλο	27.20g
Φυτικές ίνες	28.5g
Πρωτεΐνες	24.5g
Λιπαρά	1.8g
Κάλιο (K)	870mg
Φώσφορος (P)	304mg
Μαγνήσιο (Mg)	75mg
Ασβέστιο (Ca)	63mg
Σίδηρο (Fe)	11.1mg
Νάτριο (Na)	10.7mg

Ο σπόρος της φακής Εγκλουβής είναι χαρακτηριστικά μικρός, ανομοιόμορφος και ποικίλει στο χρώμα καθώς τον συναντάμε μαύρο, σκούρο καφέ αλλά και ανοιχτό κίτρινο ή ακόμα και ανοιχτόχρωμο με σκούρες κηλίδες. (Μιλτιάδης, 2005), (Βλαχοστεργίος, 2012), (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων)

3. Ρεβίθι (*Cicer arietinum*)

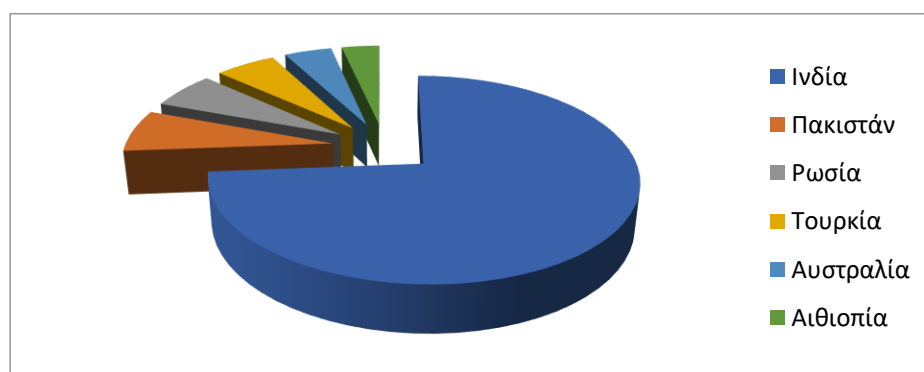
Το ρεβίθι, *Cicer arietinum* L., είναι ένα ετήσιο φυτό της οικογένειας *Fabaceae* (Jukanti, 2021). Μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερα υποείδη (γεωγραφικές ταξινομήσεις), μεσογειακά, ευρωπαϊκά, ανατολικά και ασιατικά. Τα δύο πρώτα υποείδη έχουν μεγαλύτερους σπόρους και είναι κοινώς γνωστά ως *Kabuli*, ενώ τα άλλα δύο υποείδη έχουν μικρότερους σπόρους και είναι κοινώς γνωστά ως *Desi*. Τα *Kabuli* είναι μεγαλύτερα και πιο λεία, με ανοιχτό καστανό χρώμα. Αντίθετα, τα *Desi* είναι μικρότερα, με σκούρο καφέ χρώμα και εξωτερική κρούστα (FAO, 2021).



Εικόνα 7 Αποξηραμένα ρεβίθια

www.wikipedia.com

Το ρεβίθι καλλιεργείται κυρίως σε εύκρατες και σχετικά υγρές περιοχές, συγκεκριμένα στην Ασία, την Ευρώπη, την Αυστραλία και τη Βόρεια Αμερική. Σήμερα, ο μεγαλύτερος παραγωγός ρεβιθιών παγκοσμίως είναι η Ινδία, η οποία συνεισφέρει περίπου το 68,52 % της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθείται από το Πακιστάν (6,37 %), τη Ρωσική Ομοσπονδία (5,59 %), την Τουρκία (5,14 %), την Αυστραλία (4,03 %) και την Αιθιοπία (3,21 %) (Merga, 2019) (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Στατιστικά σχετικά με παγκόσμια παραγωγή ρεβιθιού (Merga, 2019)

3.1 Ιστορία Ρεβιθιού

Το ρεβίθι, *Cicer arietinum* L., ξεκίνησε να περιγράφεται από την εποχή του Ομήρου και τα πρώτα ευρήματα, το 5450 π.Χ. στο *Hacilar* της Τουρκίας, μέχρι και σήμερα. Η καλλιέργεια του πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στη Μικρά Ασία και

εισήλθε στην Ινδία είτε από την Κεντρική Ασία είτε από τη Μικρά Ασία, τα δύο κύρια κέντρα προέλευσης. Η Αιθιοπία είναι ένα δευτερεύον κέντρο καλλιέργειας. Οι σχέσεις με την Αίγυπτο ή την Ασία παραμένουν κερδοσκοπικές. Πολλά αποδεικτικά στοιχεία αντιτίθενται στη γνώμη του *DE CANDOLLE* (1882) ότι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι και οι Εβραίοι γνώριζαν το ρεβίθι μόνο για δύο χιλιετίες (Cubero, 1978).

3.2 Ονομασία Ρεβιθιού

Έχει την βοτανολογική ονομασία *Cicer arietinum L*, Ερέβινθος ο κριόμορφος, μετάφραση της λατινικής ονομασίας του είδους, η οποία έλαβε το όνομα αυτό διότι το σχήμα του σπόρου του φυτού, παραπέμπει σε ομοιομορφία με κεφάλι κριαριού (Van der Maesen, 1987).

3.3 Προέλευση Ρεβιθιού

Η προέλευση των ρεβιθιών πιστεύεται ότι ήταν η Λεβάντε και η αρχαία Αίγυπτος, κάτι που είναι λογικό αφού το φυτό προτιμά τις εύκρατες και σχετικά υγρές περιοχές. Η Ινδία είναι ο κορυφαίος παραγωγός ρεβιθιών στον κόσμο. Πάνω από 14,2 μετρικοί τόνοι ρεβιθιών συγκομίστηκαν παγκοσμίως το 2014 σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (*FAO*) των Ηνωμένων Εθνών (Ladizinsky, 1976).

Τα όσπρια είναι μοναδικά σε σύγκριση με άλλες φυτικές τροφές καθώς περιέχουν υψηλότερες αναλογίες πρωτεΐνης (17 % - 30 % κατά ξηρό βάρος). Οι κύριες πρωτεΐνες που βρίσκονται στα ρεβίθια, παρόμοιες με άλλα όσπρια, είναι οι λευκωματίνες και οι γλοβουλίνες. Υπάρχουν επίσης μικρότερες ποσότητες γλουτελινών και προλαμινών (Boukid, 2021).

3.4 Χαρακτηριστικά Ρεβιθιού

Πρόκειται για ένα μονοετές φυτό το οποίο ανήκει στην υποοικογένεια των ψυχανθών. Το ρεβίθι είναι θάμνος ο οποίος δεν θα ξεπεράσει τα 60 εκατοστά και θα πραγματοποιηθεί η καλλιέργεια για τα σπόρια του. Τα φύλλα του είναι πτερωτά και σύνθετα, ενώ αποτελούνται από πολλά μικρότερα φυλλάκια, τα οποία έχουν στρογγυλό σχήμα, ανοιχτοπράσινα σε απόχρωση και διαθέτουν μικροσκοπικά δόντια στις άκρες. Τα άνθη τους είναι πολύ μικρά, ποικίλου χρώματος λευκού, κόκκινου ή ροζ και τα οποία φύονται στις μασχάλες των κλαδιών ανά ένα. Οι καρποί είναι πεπλατυσμένοι στα πλάγια και κάθε ένας από αυτούς περιέχει 1 με 2 σπόρια, τα γνωστά ρεβίθια. Επίσης, πρόκειται για όσπριο το οποίο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην ξηρασία, με

άριστη απόδοση σε φτωχά εδάφη χωρίς ιδιαίτερες περιποιήσεις. Πολλαπλασιάζεται με σπορά κατά τους φθινοπωρινούς κυρίως μήνες (Singh, 1997).

3.5 Καλλιέργεια Ρεβιθιού

Η καλλιέργεια του ρεβιθιού δύναται να πραγματοποιείται κάθε έτος. Βασικό χαρακτηριστικό σε σχέση με τα υπόλοιπα ψυχανθή είναι η μεγάλη ανθεκτικότητα του στην ξηρασία. Επιπλέον, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε λίπανση, αφού δύναται αυτόνομα να δεσμεύει το Άζωτο (Redden, 2007).

Όσον αφορά τις ποικιλίες με μικρούς και έγχρωμους σπόρους, ελάχιστες είναι και οι εδαφικές του απαιτήσεις, γεγονός που επιτρέπει την καλλιέργειά του σε ποικιλία εδαφών, από ελαφρά μέχρι και τα αργιλώδη χώματα και με pH από 6 έως 9 (Turner, 2007).

3.6 Διατροφική αξία ρεβιθιού

Το ρεβίθι θεωρείται ένα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά όσπριο, διότι περιέχει ενώσεις όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, ακόρεστα λιπαρά οξέα, μέταλλα, βιταμίνες, διαιτητικές ίνες και μια σειρά από ισοφλαβόνες (Jukanti, 2012). Περιέχει 18 τύπους αμινοξέων, εκ των οποίων τα 8 είναι απαραίτητα αμινοξέα. Έχει επίσης υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά και φυτικές ίνες. Η περιεκτικότητα του ρεβιθιού σε λίπος είναι υψηλότερη από αυτή των άλλων οσπρίων, όπως οι φακές, το κόκκινο φασόλι και το φασόλι καθώς και από δημητριακά, όπως το σιτάρι και το ρύζι. Επιπλέον, είναι πλουσιότερο σε μέταλλα και μακροθρεπτικά συστατικά, συγκεκριμένα, κάλιο, ασβέστιο, νάτριο και μαγνήσιο, και μικροθρεπτικά συστατικά, όπως χαλκό, σίδηρο και ψευδάργυρο, τα οποία μπορεί να παρέχουν επαρκή ποσότητα μετάλλων για την κάλυψη των αναγκών της ανθρώπινης διατροφής σε μέταλλα. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαφορετικές μέθοδοι επεξεργασίας έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην περιεκτικότητα του ρεβιθιού σε θρεπτικά συστατικά (Wang, Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.), 2010).

3.6.1 Υδατάνθρακες ρεβιθιού

Η συνολική περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες του αποξηραμένου ρεβιθιού, του μαγειρεμένου ρεβιθιού και του χούμους είναι 62,95 g, 27,42 g και 14,29 g ανά 100 g ουσίας αντίστοιχα (Jukanti, 2012). Το ρεβίθι περιέχει μια ποικιλία μονοσακχαριτών,

δισακχαριτών, ολιγοσακχαριτών και πολυσακχαριτών, όπως αυτοί αναφέρονται παρακάτω.

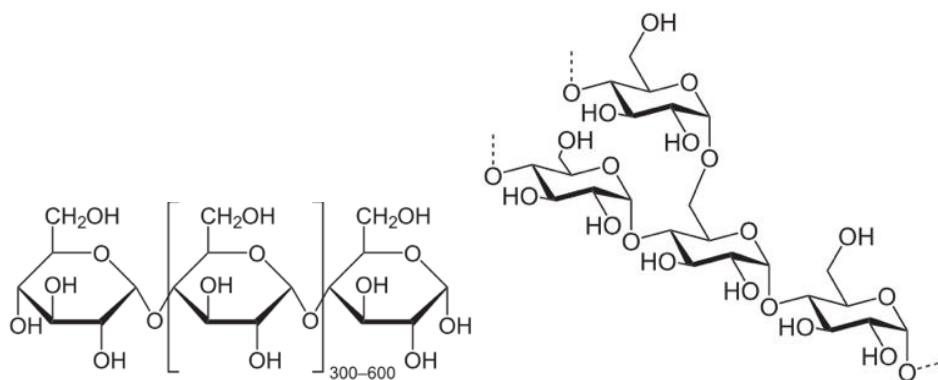
Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε αναφέρει τις ακόλουθες συγκεντρώσεις υδατανθράκων στα ρεβίθια:

- οι μονοσακχαρίτες περιέχουν ποσότητες σε φρουκτόζη 0,31 g , γαλακτόζη 0,01 g , γλυκόζη 0,05 g ανά 100 g ουσίας αντίστοιχα και τη ριβόζη.
- Οι δισακχαρίτες περιέχουν ποσότητες σε σακχαρόζη 1,52 g και μαλτόζη 0,33 g ανά 100 g ουσίας αντίστοιχα.
- Οι ολιγοσακχαρίτες περιέχουν ποσότητες σε σταχυόζη 1,77 g , σισεριτόλη 2,76 g , ραφινόζη 0,32 g ανά 100 g αντίστοιχα και την βερβενόζη .

Το ρεβίθι περιέχει μερικές από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ολιγοσακχαριτών: σταχυόζη, κικεριτόλη, ραφινόζη και βερβενόζη. Αυτοί οι ολιγοσακχαρίτες συνήθως δεν απορροφώνται αλλά και δεν υδρολύονται από το ανθρώπινο πεπτικό σύστημα, ωστόσο όμως ζυμώνονται από βακτήρια του παχέος εντέρου για να απελευθερώσουν αέρια, προκαλώντας το γνωστό γαστρεντερικό μετεωρισμό (Wallace, 2016).

Οι πολυσακχαρίτες είναι πολυμερή υψηλού μοριακού βάρους που σχηματίζονται από συμπύκνωση και αφυδάτωση πολλών μορίων μονοσακχαρίτη (Ye, 2016).

Τέλος, το άμυλο είναι ο κύριος πολυσακχαρίτης του ρεβιθιού. Αποτελείται από δύο μεγάλα πολυμερή δεξτράνης, την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη (Aguilera, 2009). Περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, η οποία κυμαίνεται από 41 % έως 50 % σε συνολικούς υδατάνθρακες, ενώ η ποικιλία *Kabuli* είναι πιο πλούσια σε άμυλο από την ποικιλία *Desi*. Η περιεκτικότητα του αμύλου *Kabuli* είναι 41,1 g και του αμύλου *Desi* είναι 36,4 g ανά 100 g ουσίας . Η συνολική περιεκτικότητα σε άμυλο του ακατέργαστου ρεβιθιού έχει αναφερθεί ότι κυμαίνεται περίπου στα 51,9 g ανά 100 g ουσίας, εκ των οποίων το 35 % θεωρείται ανθεκτικό άμυλο 33,7 g και το υπόλοιπο 65 % διαθέσιμο άμυλο 18,2 g ανά 100 g ουσίας αντίστοιχα (Aguilera, 2009).



Εικόνα 9 Χημική δομή αμυλόξης και αμυλοπηκτίνης (www.wikipedia.gr)

3.6.2 Πρωτεΐνες ρεβιθιού

Μεταξύ των οσπρίων, το ρεβίθι έχει αναφερθεί ότι έχει μία από τις υψηλότερες τιμές βιοδιαθεσιμότητας πρωτεΐνης (Boukid, 2021). Η ηλεκτροφόρηση γέλης **SDS-PAGE** (*sodium dodecyl sulfate–polyacrylamide gel electrophoresis*) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση διαφορετικών τύπων πρωτεΐνης σε σπόρους ρεβιθιού, η οποία έδειξε ότι έξι τύποι σπόρων ρεβιθιού περιέχουν κυρίως αλβουμίνη, σφαιρίνη, προλαμίνη και αλατοδιαλυτές πρωτεΐνες, μεταξύ των οποίων η αλβουμίνη και η σφαιρίνη ήταν πιο άφθονες από τις αλατοδιαλυτές πρωτεΐνες και την προλαμίνη (Shi, 2019).

Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα ρεβιθιού σε πρωτεΐνη ήταν 21,07 %, όπου οι σφαιρίνες και η αλβουμίνη ή λευκωματίνη ήταν οι κυρίαρχες πρωτεΐνες οι οποίες αποτελούσαν το 42,17 % και 39,76 % της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, αντίστοιχα (Nadzri, 2021).

Τα προφίλ αμινοξέων των σπόρων ρεβιθιού παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6). Αυτοί οι σπόροι περιέχουν 18 είδη αμινοξέων, εκ των οποίων τα 8 είναι απαραίτητα αμινοξέα. Επίσης, το ρεβίθι αναδύεται ως εναλλακτική λύση στην πρωτεΐνη μπιζελιού. Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν υποστήριξαν ότι η πρωτεϊνική πεπτικότητα της λυσίνης και της προλίνης ήταν υψηλότερη στο ρεβίθι συγκριτικά με το μπιζέλι λόγω αυτών των αμινοξέων (Maheri-Sis, 2008).

Επιπλέον, η υδρόλυση πρωτεΐνης ρεβιθιού με χρήση διαφορετικών πρωτεασών έχει αναδείξει μια πλούσια ποικιλία πολυπεπτιδίων ρεβιθιού. Μερικά από τα οποία

έχουν καλή λειτουργική βιολογική δράση, όπως αντιοξειδωση, ενίσχυση του ανοσοποιητικού, υποτασικές ιδιότητες, υπογλυκαιμικές και υπολιπιδαιμικές ιδιότητες (Maheri-Sis, 2008).

Πίνακας 6: Πρωτεϊνική σύσταση ρεβιθιών

(Aguilera, 2009) , (Maheri-Sis, 2008)

Θρεπτικά Συστατικά	(Maheri-Sis et al., 2008)	(Aguilera et al., 2009)
	<i>Kabuli</i>	<i>Desi</i>
Απαραίτητα αμινοξέα		
Λυσίνη (g/16 g N)	5.80 (4.9–6.70)	5.90 (5.2–6.90)
Μεθειονίνη (g/16 g N)	1.50 (1.1–2.10)	1.50 (1.1–1.70)
Θρεονίνη (g/16 g N)	2.80 (2.2–3.30)	2.30(1.4–3.10)
Φαινυλαλανίνη (g/16 g N)	5.20 (4.5–6.20)	5.30(4.5–5.90)
Βαλίνη (g/16 g N)	3.70 (2.9–4.60)	4.00(2.8–4.70)
Τρυπτοφάνη (g/16 g N)	1.0 (0.7–1.60)	0.90(0.8–1.10)
Ιστιδίνη (g/16 g N)	2.10 (1.7–2.40)	2.20(1.7–2.70)
Μη-απαραίτητα αμινοξέα		
Αργινίνη (g/16 g N)	10.50 (8.3–13.7)	9.80(8.3–13.6)
Κυστεΐνη (g/16 g N)	1.40 (0.8–2.00)	1.30 (1.1–1.60)
Ασπαρτικόξύ (g/16 g N)	12.1(11.2–12.9)	12.8(11.1–15.9)
Γλουταμικόξύ (g/16 g N)	15.2 (13.1–17.5)	16.00(13.4–19)
Σερίνη (g/16 g N)	5.90 (5.2–6.70)	6.00 (5.5–6.90)
Γλυκίνη (g/16 g N)	3.80 (3.2–4.50)	3.90 (3.3–4.20)
Αλανίνη (g/16 g N)	3.90 (3.5–4.70)	4.10 (3.6–4.53)
Τυροσίνη (g/16 g N)	2.80 (2.2–3.30)	2.30 (1.4–3.10)
Προλίνη (g/16 g N)	4.90 (3.8–6.50)	4.80 (4.0–6.30)

3.6.3 Λιπίδια

Το ρεβίθι εμφανίζει υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπίδια από τα περισσότερα όσπρια, με βασική εξαίρεση τη σόγια και την αραχίδα. Η συνολική συγκέντρωση λιπιδίων των τύπων *Desi* και *Kabuli* κυμαίνεται από 2,9 έως 7,4 % και 3,4 έως 8,8 %,

αντίστοιχα. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα του ρεβιθιού καταλαμβάνουν το 62 έως 67% των λιπιδίων του σπόρου, ενώ ακολουθούν τα μονοακόρεστα με ποσοστό 19 έως 26% και τέλος, τα κορεσμένα που καταλαμβάνουν μόλις το 12 έως 14 % (Gül, 2008).

Επομένως τα ρεβίθια είναι ένα όσπριο που όχι μόνο περιέχει ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό λιπιδίων, αλλά περιέχει λιπαρά οξέα που είναι ευεργετικά για τη διατροφή του ανθρώπου. Δύο από τα πιο σημαντικά λιπαρά οξέα είναι το λινελαϊκό και το λινολενικό οξέα, τα οποία δεν μπορούν να συντεθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό και πρέπει να παρέχονται μέσω της διατροφής. Είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική ανάπτυξη, τις φυσιολογικές λειτουργίες και τη συντήρηση των κυττάρων. Το κύριο λιπαρό οξύ στα ρεβίθια είναι το λινελαϊκό οξύ, όπου στον τύπο *Desi* περιέχεται σε ποσοστό 46-62 % και στον *Kabuli* περιέχεται σε ποσοστό 16-56 %. Το λινελαϊκό οξύ έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει την πιθανότητα αθηροσκλήρωσης και στεφανιαίας νόσου. Ακολουθεί το ελαϊκό οξύ, με ποσοστιαία περιεκτικότητα 18-23 % στον τύπο *Desi* και 19-32 % στον τύπο *Kabuli*. Αντίθετα, το παλμιτικό οξύ, ένα κορεσμένο λιπαρό οξύ, που είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για την υγεία του ανθρώπου, βρίσκεται σε σχετικά μικρές ποσότητες στα ρεβίθια (Wood, 2007).

3.6.4 Αμινοξέα Ρεβιθιού

Τα προφίλ αμινοξέων των σπόρων ρεβιθιού παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Υπάρχουν μερικές μικρές παραλλαγές στην ποσότητα μερικών αμινοξέων όπως η λυσίνη, η τυροσίνη, το γλουταμικό οξύ, η ιστιδίνη και τα δύο συνδυασμένα αρωματικά αμινοξέα.

Γενικά, τα πλούσια σε θείο αμινοξέα (μεθειονίνη και κυστίνη) είναι περιορισμένα. Τα όσπρια που καταναλώνονται συνήθως όπως το ρεβίθι, το μπιζέλι, οι φακές και τα κοινά φασόλια έχουν περίπου 1,10 g ανά 16 g N μεθειονίνης και κυστίνης, οι εξαιρέσεις είναι το ρεβίθι, το οποίο έχει περίπου 2,20 g ανά 16 g N μεθειονίνης, και ο αρακάς, το οποίο έχει περίπου 1,80 g ανά 16 g N κυστίνης. Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα προφίλ αμινοξέων των ρεβιθιών τύπου *Kabuli* και *Desi* (Nosworthy, 2006).

Οι ανεπάρκειες αμινοξέων στα ρεβίθια ή σε άλλα όσπρια θα μπορούσαν να συμπληρωθούν με την κατανάλωση δημητριακών, τα οποία είναι πλούσια σε αμινοξέα τα οποία περιέχουν θείο.

Τα όσπρια καταναλώνονται συνήθως μαζί με δημητριακά, ειδικά στις ασιατικές χώρες, επιτρέποντας έτσι την κάλυψη των ημερήσιων διατροφικών αναγκών σε αμινοξέα (Yegrem, 2021).

3.6.5 Διαιτητικές Ίνες Ρεβιθιού

Το DF είναι το δύσπεπτο μέρος της φυτικής τροφής στο ανθρώπινο λεπτό έντερο. Αποτελείται από τους πολυ/ολιγοσακχαρίτες, την λιγνίνη και άλλες φυτικές ουσίες. Το DF μπορεί να ταξινομηθεί σε διαλυτές και αδιάλυτες ίνες. Οι διαλυτές φυτικές ίνες αφομοιώνονται αργά, ενώ οι αδιάλυτες είναι μεταβολικά αδρανείς και βοηθούν στην κίνηση του εντέρου. Οι αδιάλυτες φυτικές ίνες υφίστανται ζύμωση βοηθώντας στην ανάπτυξη βακτηρίων του παχέος εντέρου (Tosh, 2010).

Η συνολική περιεκτικότητα σε DF στα ρεβίθια κυμαίνεται από 18 έως 22 g ανά 100 g ακατέργαστου σπόρου ρεβιθιού (Aguilera et al, 2009) και έχει υψηλότερη ποσότητα DF. Το διαλυτό και το αδιάλυτο DFC κυμαίνεται περίπου 4 έως 8 και 10 έως 18 g ανά 100 g ακατέργαστου σπόρου ρεβιθιού, αντίστοιχα (Dalgetty, 2006).

Η περιεκτικότητα σε ίνες της φλούδας των ρεβιθιών σε ξηρό βάρος είναι χαμηλότερη (75 %) σε σύγκριση με τις φακές (87 %) και τα μπιζέλια (89 %) (Dalgetty, 2006).

Το χαμηλότερο DFC στις φλούδες των ρεβιθιών μπορεί να αποδοθεί στη δυσκολία διαχωρισμού κατά το άλεσμα. Ωστόσο, το DFC των σπόρων ρεβιθιού είναι ίσο ή υψηλότερο από αυτό άλλων οσπρίων όπως οι φακές (*Lens culinaris*) και τα ξερά μπιζέλια (*Pisum sativum*).

Οι τύποι *Desi* έχουν υψηλότερο συνολικό DFC και αδιάλυτο DFC σε σύγκριση με τους τύπους *Kabuli*. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στο παχύτερο φλοιό και το στρώμα σπόρων στους τύπους *Desi* (11,5 % του συνολικού βάρους των σπόρων) σε σύγκριση με τους τύπους *Kabuli* (μόνο 4,3–4,4 % του συνολικού βάρους των σπόρων) (Rincón, 1998).

Περαιτέρω, οι Wood et al., ανέφεραν ότι η λεπτότερη στρώση σπόρων στους τύπους *Kabuli* οφείλεται σε λεπτότερα στρώματα με λιγότερους πολυσακχαρίτες.

Συνήθως, δεν εντοπίζονται σημαντικές διαφορές στο διαλυτό DFC μεταξύ των τύπων *Kabuli* και *Desi* λόγω της παρόμοιας αναλογίας των ημικυτταρινών όπου

αποτελούν ένα μεγάλο μέρος, περίπου 55 % , του συνολικού DF σπόρων στους τύπους *Kabuli* και *Desi*. Το ημικυτταρινικό σάκχαρο αραβινόζη/ραμνόζη υπάρχει σε αξιόλογες ποσότητες στα κλάσματα αδιάλυτων φυτικών ινών του ρεβιθιού. Η γλυκόζη υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στα κλάσματα διαλυτών ινών του ρεβιθιού. Η ξυλόζη είναι το κύριο συστατικό των κλασμάτων διαλυτών φυτικών ινών στα ρεβίθια (Niño-Medina, 2017).

TDF, ολικές διαιτητικές ίνες.
(Dalgetty, 2006) , (Rincón, 1998)

Είδη οσπρίων	Υδατάνθρακες	Λιπίδια	TDF	Ολικά σάκχαρα
Ρεβίθι (<i>Cicer arietinum L.</i>)	60,7	6,0	17,4	10,7
Μπιζέλι περιστεριού (<i>Cajanus cajan L.</i>)	23,8	1,6	5,1	3,0
Φασόλι (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	7,0	0,2	2,7	3,3
Ψιλοφάσουλο (<i>Vigna radiate L.</i>)	62,6	1,2	16,3	6,6
Αρακάς (<i>Pisum sativum L.</i>)	14,5	0,4	5,1	5,7
Κουκί (<i>Vicia faba L.</i>)	58,3	1,5	25,0	5,7

4. Σόγια (Glycine max)



Η σόγια (Glycine max) (

Εικόνα 10) είναι όσπριο της κατηγορίας των ψυχανθών που ευδοκimei στην Ανατολική Ασία. Τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται παγκοσμίως με σημαντικότερο λόγο την υψηλή περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνες και λάδι (Zarkadas, 2007). Για την ακρίβεια η παραγωγή της σόγιας τις τελευταίες δεκαετίες έχει υπερδιπλασιαστεί. Αυτό, βέβαια οφείλεται στο γεγονός ότι οι ανάγκες για τρόφιμα έχουν πολλαπλασιαστεί λόγω του υπερπληθυσμού και η σόγια διαθέτει αυξημένη απόδοση των καλλιεργειών της (Bilyeu, 2016)



Εικόνα 10 Σόγια (www.wikipedia.gr)

4.1 Ιστορία της σόγιας

Η σόγια διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διατροφή τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων. Η εξημέρωση του φυτού, δηλαδή η διαδικασία μέσα από

την οποία το φυτό καθίσταται κατάλληλο για καλλιέργεια και για βρώση, έγινε στην Κίνα μεταξύ 1700 και 100 π.Χ. Η εμφάνισή του στην Ευρώπη υπολογίζεται ότι έγινε στις αρχές του 17^{ου} αιώνα μ.Χ. και στις ΗΠΑ τον 18^ο αιώνα μ. Χ. (Qiu LiJuan, 2010).

4.2 Ονομασία

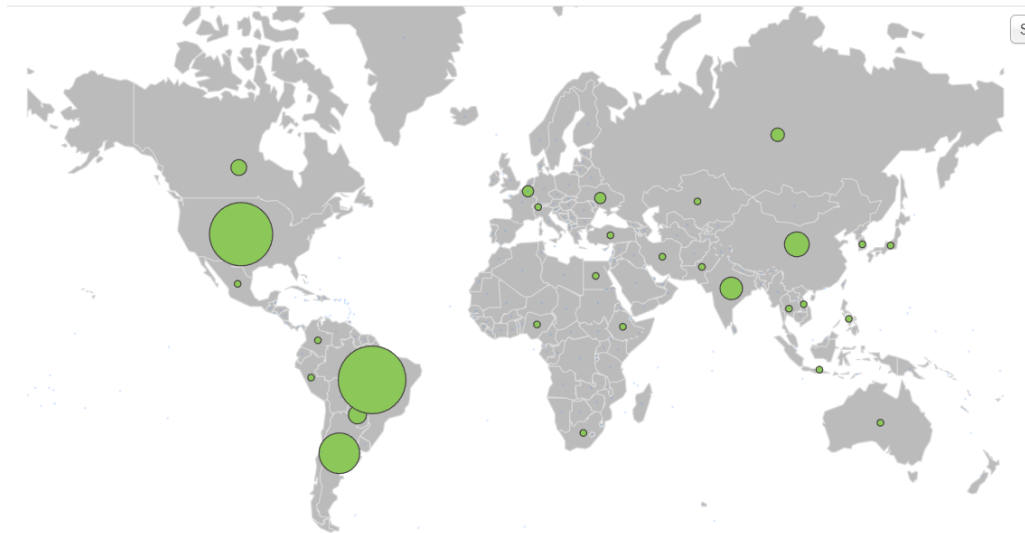
Η ονομασία σόγια έχει ρίζες από την Ιαπωνία. Σε πολλά μέρη του κόσμου αποδίδεται και ως «ανώτατο φασόλι». Η επιστημονική της ονομασία είναι *Glycine max* και συγκαταλέγεται στα είδη των ψυχανθών. Κατά την ανακάλυψη της σόγιας παρατηρήθηκε ότι υπήρχε μία γλυκιά ρίζα και σε αυτό οφείλεται η επιστημονική της ονομασία. (Hymowitz, 1981)

4.3 Καλλιέργεια

Η σόγια είναι μονοετές φυτό. Παλαιότερα χρησιμοποιήθηκε στην Κίνα ως μέσον εμποτισμού του εδάφους με άζωτο. Οι ασιατικοί πολιτισμοί χρησιμοποιούν σπόρους σόγιας για να παράγουν παραδοσιακά τρόφιμα, όπως γάλα σόγιας, σάλτσα σόγιας, πάστα σόγιας (Medic, 2014). Οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης βρίσκονται σε ζεστά κλίματα. Οι ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης είναι σε θερμοκρασίες 20 έως 30°C. Οι θερμοκρασίες χαμηλότερες από 20°C και μεγαλύτερες από 40°C εμποδίζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη. Ιδανικά χρειάζονται εδάφη με καλή οργανική περιεκτικότητα. Τα τελευταία χρόνια οι ποικιλίες καλλιεργειών φθάνουν το ένα μέτρο σε ύψος και αναπτύσσονται περίπου για 100 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή.

4.4 Προέλευση της Σόγιας

Αν και χώρα προέλευσης της σόγιας είναι η Κίνα (LiJuan et al, 2010) με βάση τα στατιστικά στοιχεία της διεθνούς οργάνωσης τροφίμων και γεωργίας του έτους 2020 (FAO), ο μεγαλύτερος παραγωγός σόγιας είναι η Βραζιλία και αμέσως μετά οι ΗΠΑ. Ακολουθούν η Αργεντινή, η Κίνα, η Ινδία και τέλος η Παραγουάη. Οι παραπάνω χώρες καλύπτουν πάνω από το 50% της παγκοσμίας παραγωγής σόγιας (Εικόνα 116).



Εικόνα 11 Παγκόσμια Παραγωγή Σόγιας (www.wikipedia.gr)

4.5 Μορφολογία

Ο σπόρος της σόγιας αποτελείται από δύο μέρη: το κάλυμμα του σπόρου και το έμβρυο. Το έμβρυο αντιπροσωπεύει το 90 % του βάρους του σπόρου και περιλαμβάνει δύο κοτυληδόνες και εμβρυϊκό άξονα. Η ρίζα, το υποκοτύλιο και το επικοτύλιο σχηματίζουν τον εμβρυϊκό άξονα. Κατά τη διάρκεια της βλάστησης, οι κοτυληδόνες χρησιμεύουν ως αποθέματα τροφής για το αναπτυσσόμενο φυτό. Από εμπορική άποψη, οι κοτυληδόνες είναι τα πιο σημαντικά μέρη του σπόρου, επειδή αποτελούν αποθήκη πρωτεΐνης και λαδιού (Medic, 2014) (Εικ. 2β). Η πρωτεΐνη και το λάδι σόγιας συσκευάζονται σε διακριτές υποκυτταρικές δομές που ονομάζονται πρωτεΐνες και ελαιώματα, αντίστοιχα. Τα σώματα πρωτεϊνών και ελαίου βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα κοτυληδόνων που μοιάζουν με φράχτη και συνήθως κατανέμονται γύρω από το πρωτεϊνικό σώμα. Τα πρωτεϊνικά σώματα είναι μεγάλα σφαιρικά οργανίδια με διάμετρο 2–10 μm , ενώ τα σώματα ελαίου είναι πολύ μικρότερα σωματίδια, με διάμετρο από 0,2 έως 0,5 μm . (LiJuan et al, 2010).

4.6 Διατροφική αξία

Οι σπόροι της σόγιας περιέχουν μεγάλο εύρος βιολογικών δραστικών ενώσεων που θεωρείται ότι προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την υγεία. Ένας αυξανόμενος αριθμός αναφορών που επιβεβαιώνουν αυτές τις ευεργετικές επιδράσεις έχει παρακινήσει τους παραγωγούς τροφίμων να αναπτύξουν νέες χρήσεις της σόγιας στα συστήματα τροφίμων και να την ενσωματώσουν στην ανθρώπινη διατροφή. Έτσι, τα τελευταία χρόνια η σόγια έχει μετατραπεί από το να είναι κυρίως ζωοτροφή σε ένα πιο

κοινό συστατικό στην τακτική διατροφή των ανθρώπων στους δυτικούς πολιτισμούς. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη χημική σύσταση της σόγιας και τη δομή των συστατικών της είναι ζωτικής σημασίας τόσο από μεταποιητική όσο και από διατροφική άποψη. Οι συνεχείς αλλαγές στις ιδιότητες της σόγιας απαιτούν προσαρμογές των παραμέτρων επεξεργασίας και επαναδιατύπωση των προϊόντων και μπορεί να οδηγήσουν σε αλλοίωση της ποιότητας του προϊόντος. (Medic, 2014)

4.6.1 Πρωτεΐνες της Σόγιας

Οι σπόροι σόγιας περιέχουν κατά μέσο όρο 40-41 % πρωτεΐνη σε ξηρό βάρος. Οι πρωτεΐνες των σπόρων μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες με βάση την ιδιότητά τους σε μεταβολικά ένζυμα, δομικές (συμπεριλαμβανομένων των ριβοσωμικών και χρωμοσωμικών), μεμβράνης και πρωτεΐνες αποθήκευσης.

4.6.1.1 Πρωτεΐνες Αποθήκευσης

Οι πρωτεΐνες αποθήκευσης αντιπροσωπεύουν το 65-80% της συνολικής πρωτεΐνης σπόρων (Murphy, 2008). Οι δύο κύριες πρωτεΐνες αποθήκευσης σπόρων είναι η γλυκινίνη και η β-κονγλυκινίνη, οι οποίες ανήκουν στις οικογένειες των πρωτεϊνών των οσπρίων (11S σφαιρίνες) και της βικιλίνης (7S σφαιρίνες), αντίστοιχα. Η γλυκινίνη και η β-κονγλυκινίνη τυπικά αποτελούν περίπου το 40 και 25% της συνολικής πρωτεΐνης του εμβρύου, αντίστοιχα (Zarkadas, 2007), αλλά η περιεκτικότητά τους μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το γενετικό υπόβαθρο της σόγιας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης. Ο κύριος ρόλος τους είναι να χρησιμεύουν ως πηγές αμινοαζώτου για τους σπόρους που βλαστάνουν (Murphy, 2008). Η γλυκινίνη είναι ένα εξαμερές με εύρος μοριακής μάζας $320-375 \times 10^3$ g/mol (Wolf, 1958). Το εξαμερές αποτελείται από δύο τριμερή που συνδέονται με υδρόφοβους, ηλεκτροστατικούς, υδρογόνου και ιοντικούς δεσμούς (Adachi, 2001). Κάθε τριμερές αποτελείται από τρεις μονομερείς υπομονάδες και κάθε μονομερής υπομονάδα αποτελείται από ένα όξινο πολυπεπτίδιο και ένα βασικό πολυπεπτίδιο ομοιοπολικά συνδεδεμένο με έναν δισουλφιδικό δεσμό. Τα όξινα πολυπεπτίδια έχουν όξινο ισοηλεκτρικό σημείο (ΙΣ) και μοριακή μάζα $30-40 \times 10^3$ g/mol, ενώ τα βασικά πολυπεπτίδια έχουν βασικό ΙΣ και μοριακή μάζα $18-22 \times 10^3$ (Maruyama, 2007). Η β-κονγλυκινίνη είναι μια γλυκοπρωτεΐνη με μοριακή μάζα περίπου $150-200 \times 10^3$ g/mol (Maruyama, 2007). Αποτελείται από τρεις υπομονάδες: α, α' και β με μοριακά βάρη 76, 72 και 53×10^3 g/mol, αντίστοιχα. Οι υπομονάδες συνδέονται μέσω ισχυρών

υδρόφοβων δεσμών και δεσμών υδρογόνου (Murphy, 2008). Οι υδατάνθρακες τύπου μανόζης και γλυκοζαμίνης αντιπροσωπεύουν το 5% του βάρους της β-κονγλυκινίνης (Zarkadas, 2007) και συνδέονται ομοιοπολικά με τα πεπτίδια των υπομονάδων β-κονγλυκινίνης. Μέχρι πρόσφατα, πιστευόταν ότι η β-κονγλυκινίνη δεν περιείχε ενδο- και διαπεπτιδικούς δισουλφιδικούς δεσμούς (Thanh, 1978). Ωστόσο, με έρευνα αποδείχτηκε ότι περίπου οι μισές από τις α- και α'- υπομονάδες της β-κονγλυκινίνης σόγιας συνδέονταν με δισουλφιδικούς δεσμούς, είτε μεταξύ τους είτε με μια αλλεργιογόνο πρωτεΐνη P34 (Wadahama, 2012). Η γλυκινίνη και η β-κονγλυκινίνη παρουσιάζουν διαφορετικές λειτουργικές ιδιότητες στα συστήματα τροφίμων λόγω της διαφορετικής δομής τους. Η γλυκινίνη σχηματίζει ισχυρότερα και πιο ανθεκτικά πηκτώματα λόγω του μεγάλου αριθμού σουλφυδρυλικών ομάδων (KangII, 1991), ενώ η β-κονγλυκινίνη έχει υψηλότερη ικανότητα γαλακτωματοποίησης και σταθερότητα γαλακτώματος (Utsumi, 1997). Η γλυκινίνη και η β-κονγλυκινίνη διαφέρουν επίσης από διατροφική άποψη, η γλυκινίνη περιέχει περισσότερα αμινοξέα, που περιέχουν θείο (μεθειονίνη και κυστεΐνη) από τη β-κονγλυκινίνη (Πίνακας 7). Οι μονομερείς υπομονάδες γλυκινίνης μπορούν να διαχωριστούν σε δύο ομάδες με βάση την ομολογία και τη θρεπτική αξία. Η ομάδα I περιλαμβάνει τις υπομονάδες A_{1a}B_{1b}, A_{1b}B₂ και A₂B_{1a} με 1,7 mol% κυστεΐνη και 1,1–1,5 mol% μεθειονίνη και η ομάδα II περιλαμβάνει τις υπόλοιπες δύο υπομονάδες (A₃B₄ και A₅A₄B₃) με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αμινοξέα που περιέχουν θείο (1,1–1. mol% κυστεΐνης και 0,4–0,8 mol % μεθειονίνης, αντίστοιχα) (Πίνακας 7). Η θρεπτική αξία των υπομονάδων β-κονγλυκινίνης είναι της τάξης του α' > α > β, με την υπομονάδα b να στερείται μεθειονίνης και κυστεΐνης. Αυτό υποδηλώνει ότι η περιεκτικότητα σε αμινοξέα που περιέχουν θείο στη σόγια θα μπορούσε να αυξηθεί με σωστή επιλογή ποικιλιών υψηλής γλυκινίνης και αλλαγή στην κατανομή όξινων και βασικών πολυπεπτιδίων στη γλυκινίνη.

Πίνακας 7 Αμινοξέα υποομάδων Γλυκίνης και β- κονγλυκινίνης (mol%)

	Γλυκίνη					β-κονγλυκινίνης		
	A _{1a} B _{1b}	A _{1b} B ₂	A ₂ B _{1a}	A ₃ B ₄	A ⁵ A ₄ B ₃	A	α'	B
Ala	5.7	6.1	6.6	3.7	4.1	4.0	4.2	5.3
Arg	5.7	6.3	6.2	6.7	6.7	6.6	7.9	7.0

Asn	7.8	7.8	8.6	6.7	6.1	6.4	6.8	7.9
Asp	3.6	3.5	3.9	4.9	5.6	4.9	8.0	5.0
Cys	1.7	1.7	1.7	1.2	1.1	0.2	0.2	0
Gln	10.1	0.6	10.9	9.1	8.9	9.0	8.3	7.9
Glu	8.6	8.2	7.9	8.5	10.2	13.7	14.2	8.9
Gly	7.4	6.7	7.3	8.1	6.9	5.0	4.4	4.3
His	1.7	1.3	0.9	3.0	2.8	3.5	1.1	1.9
Ile	5.5	5.2	4.9	3.5	3.9	4.9	5.5	6.3
Leu	6.9	6.7	7.1	6.9	6.9	7.1	.3	10.1
Lys	5.0	3.9	3.9	3.7	5.0	6.6	5.7	5.0
Met	1.3	1.1	1.5	0.8	0.4	0.7	0.2	0
PHe	4.2	5.6	4.1	3.0	2.6	5.0	5.0	6.7
Pro	6.1	6.3	5.6	7.5	6.9	5.7	7.0	5.0
Ser	6.7	6.9	6.4	7.7	8.0	6.9	7.2	7.5
Thr	4.2	3.9	3.9	4.1	3.7	2.4	2.0	2.4
Trp	0.8	0.6	0.9	0.8	1.1	0.3	0.2	0
Tyr	2.3	2.2	2.4	3.0	2.8	2.3	2.4	2.9
Val	4.8	5.4	5.6	6.9	6.5	4.9	4.4	5.8

4.6.1.2 Πρωτεΐνες χαμηλής αφθονίας

Εκτός από τις πρωτεΐνες αποθήκευσης, οι σπόροι σόγιας περιέχουν πολλές πρωτεΐνες χαμηλής αφθονίας που είναι υπεύθυνες για την κινητοποίηση των αποθηκευμένων θρεπτικών συστατικών ή την άμυνα έναντι μακρο- και μικροοργανισμών. Πολλές από αυτές τις πρωτεΐνες είναι αντιμεταβολικές ενώσεις και

μπορεί να προκαλέσουν αλλεργικές αποκρίσεις σε ευαίσθητους ανθρώπους και ζώα, όπως ανεπιθύμητες γαστρικές αντιδράσεις και ατοπικό έκζεμα (Herman, 2005).

Οι λεκτίνες είναι μια κατηγορία πρωτεϊνών με ισχυρή ικανότητα να συγκολλούν τα ερυθρά αιμοσφαίρια και τα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου μέσω ισχυρών αλληλεπιδράσεων με υδατάνθρακες στην επιφάνεια των κυττάρων. Οι λεκτίνες σόγιας θεωρούνται επίσης αντιθρεπτικοί παράγοντες, επειδή αναστέλλουν την ανάπτυξη των ζώων παρεμποδίζοντας την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών (Liener, 1994). Η συγκέντρωση λεκτινών στους σπόρους σόγιας κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2% στην ξηρή μάζα των σπόρων (George, 2008). Η δραστηριότητα των λεκτινών και των αναστολέων πρωτεάσης μειώνεται από τη θερμική επεξεργασία των σπόρων σόγιας, αλλά το 10-20% της υπολειπόμενης δραστηριότητας αναστολέα θρυψίνης παραμένει. Υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός αναφορών που καταδεικνύουν έναν προστατευτικό ρόλο του αναστολέα θρυψίνης Bowman Birk και των λεκτινών έναντι αρκετών καρκίνων (Friedman, 2001). Τα ένζυμα λιποξυγενάσης δεν θεωρούνται αντιθρεπτικοί παράγοντες, αλλά συνδέονται με ανεπιθύμητες γεύσεις. Καταλύουν την οξειδωση λιπαρών οξέων με δομή *cis*, *cis*-1,4 πενταδιενίου (συνήθως λινολεϊκό και α-λινολενικό οξύ) σε υδροϋπεροξειδία, τα οποία στη συνέχεια αποσυντίθενται σε δευτερογενή προϊόντα.

4.6.1.3 Γενετική Βελτίωση Πρωτεϊνών Σόγιας

Οι πρωταρχικοί στόχοι για τη γενετική βελτίωση των πρωτεϊνών σόγιας ήταν η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες σπόρων, η βελτίωση της σύνθεσης αμινοξέων, η μείωση των ποσοτήτων των αλλεργιογόνων ουσιών και η ανάπτυξη εξειδικευμένων σειρών σόγιας για τη βιομηχανία τροφίμων, που περιέχει πρωτεΐνες με συγκεκριμένες λειτουργικές ιδιότητες. (Li, 2017). Στην προσπάθεια, λοιπόν, να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες διατηρώντας υψηλές αποδόσεις, αναπτύχθηκαν πολλές σειρές βλαστικού πλάσματος σόγιας, όπως η N6202, η R05-1415 και R05-1772 (Chen et al, 2011) (Carter, 2010). Η πρώτη παρήγαγε σπόρους με 45,7% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (μάζα ξηρών σπόρων) και 90% απόδοση σε σύγκριση με την ποικιλία ελέγχου NC-Roy (Carter, 2010). Οι σειρές R05-1415 και R05-1771 με 46,3–46,9% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (ξηρή μάζα σπόρων) και 6–9% χαμηλότερη απόδοση σπόρου από την υψηλής απόδοσης συμβατική ποικιλία 50002T (Chen et al, 2011). Οι σειρές γενετικού πλάσματος σόγιας TN03-350 και TN04-5321 πέτυχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (43,1–43,9% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη)

χωρίς να θυσιάσουν την απόδοση του σπόρου. Εκτός από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, η σειρά TN04-5321 είχε επίσης αυξημένη ποσότητα θειούχων αμινοξέων (3,3% περιεκτικότητα σε ξηρή μάζα πρωτεΐνης) στο σπόρο. (Panthee, 2006). Αυτά τα ευρήματα είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρα, ώστε να εξαλειφθεί στο μέλλον η αρνητική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και απόδοσης σπόρου.

4.6.2 Λιπίδια

Τα λιπίδια (Πίνακας 8) των σπόρων σόγιας λειτουργούν ως αποθήκευση ενέργειας για το φυτό, συστατικά των μεμβρανών, μόρια σηματοδότησης, άμυνα έναντι παθογόνων μικροοργανισμών. Τα αποθηκευτικά λιπίδια εναποτίθενται κυρίως με τη μορφή τριακυλογλυκερολών σε ελαιοσώματα. Το λιπαρό οξύ που συναντάμε σε μεγαλύτερο ποσοστό στα τριγλυκερίδια της σόγιας είναι το λινολεϊκό οξύ (18:2), ακολουθούμενο από το ελαϊκό (18:1), το παλμιτικό (16:0), το λινολενικό (18:3) και το στεατικό (18:0) οξύ (Yanishlieva, 2002). Η κατανομή των λιπαρών οξέων σε μία τριακυλογλυκερόλη και μεταξύ διαφορετικών τριακυλογλυκερολών δεν είναι τυχαία λόγω της ειδικότητας των φυτικών λιπασών. Τα κορεσμένα (παλμιτικό και στεατικό οξύ) και μακράς αλυσίδας (με περισσότερους από 18 άνθρακες) λιπαρά οξέα κατανομούνται τυχαία μεταξύ των θέσεων 1 και 3 στα τριγλυκερίδια, το ελαϊκό και το λινολενικό οξύ και στις τρεις θέσεις, και τις υπόλοιπες διαθέσιμες θέσεις καταλαμβάνει το λινολεϊκό οξύ (Liu K. , 1997). Η σύνθεση και η κατανομή των λιπαρών οξέων καθορίζουν την ποιότητα του λαδιού, τη θρεπτική αξία, τη γεύση, την οξειδωτική σταθερότητα, το σημείο τήξης (Yadav, 1996). Το σογιέλαιο έχει υψηλή θρεπτική αξία, γιατί είναι μια πλούσια πηγή ακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως ελαϊκό, λινολεϊκό και λινολενικό οξύ με έναν, δύο και τρεις διπλούς δεσμούς, αντίστοιχα. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα παρουσιάζουν αρκετές θετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως η μείωση των επιπέδων ολικής και χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL) χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων στο πλάσμα αίματος. Το λινολεϊκό και το λινολενικό οξύ είναι επίσης απαραίτητα λιπαρά οξέα που τα θηλαστικά δεν μπορούν να συνθέσουν και, επομένως, πρέπει να ληφθούν από τη διατροφή τους (Bahrami, 2009). Από την άλλη πλευρά, ο αριθμός των διπλών δεσμών σχετίζεται άμεσα με τη σταθερότητα του λαδιού. Πρόδηλα διεξάγεται το συμπέρασμα πως το σογιέλαιο είναι σχετικά ασταθές και επιρρεπές στην οξείδωση και την ανάπτυξη αλλοίωσης γεύσης, καθώς η περιεκτικότητά του σε λινολενικό οξύ είναι εξαιρετικά υψηλή. Έτσι, το σογιέλαιο συχνά υδρογονώνεται για να μειωθεί ο αριθμός των ακόρεστων διπλών

δεσμών. Η διαδικασία της υδρογόνωσης, ωστόσο, εισάγει trans λιπαρά οξέα, τα οποία έχει αποδειχθεί ότι αυξάνουν τα επίπεδα της LDL χολοστερόλης και μειώνουν τα επίπεδα της HDL, αυξάνοντας τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (Chen, 2007). Τα λιπίδια της μεμβράνης του σπόρου σόγιας αποτελούνται κυρίως από φωσφολιπίδια, τα οποία είναι παρόμοια με τις τριακυλογλυκερίνες εκτός από το ότι το λιπαρό οξύ στη θέση sn-3 του τμήματος γλυκερίνης αντικαθίσταται από μια φωσφορική ομάδα. Η αμφίφιλη φύση των φωσφολιπιδίων που περιέχουν μια πολική φωσφορική ομάδα και μια μη πολική ακυλομάδα είναι σημαντική στη δομή και τη λειτουργία της μεμβράνης. Τα φωσφολιπίδια αφαιρούνται από το ακατέργαστο σογιέλαιο κατά τη διάρκεια του σταδίου αποκόλλησης της διαδικασίας δύλισης λαδιού. Το αφαιρούμενο κλάσμα, πλούσιο σε φωσφολιπίδια, ονομάζεται συνήθως λεκιθίνη σόγιας και χρησιμοποιείται εμπορικά ως γαλακτωματοποιητής (Wang et al, 1997). Η λεκιθίνη σόγιας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία τροφίμων καθώς είναι ένας αποτελεσματικός παράγοντας για τη σταθεροποίηση των γαλακτωμάτων λαδιού σε νερό (Nyankson, 2015). Τα κύρια φωσφολιπίδια που απαρτίζουν τη λεκιθίνη σόγιας είναι η φωσφατιδυλοχολίνη (55,3%), η φωσφατιδυλαιθανολαμίνη (26,3%) και η φωσφατιδυλινοσιτόλη (18,4%) (Wang et al, 1997).

Πίνακας 8 Ποσότητες λιπαρών οξέων σόγιας

FAT OF SOY OIL	
Λιπαρά	94.6 g
Κορεσμένα	14.9 g
Μονοακόρεστα	22.1 g
Πολυακόρεστα	57.6 g

(United States Department of Agriculture)

4.6.3 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες είναι το τρίτο σε αφθονία συστατικό στους σπόρους σόγιας και αντιπροσωπεύουν περίπου το 35% του βάρους του ξηρού σπόρου. Υπάρχουν σε υψηλή συγκέντρωση στο κάλυμμα του σπόρου σόγιας, αλλά συχνά συναντώνται και στα κύτταρα του εμβρύου. Ένα μέρος των υδατανθράκων των σπόρων αφαιρείται με το φλοιό, αλλά το σογιάλευρο μπορεί να περιέχει έως και 40% συνολικούς υδατάνθρακες (Middelbos, 2008). Υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες υδατανθράκων:

οι μη δομικοί και οι δομικοί. Οι μη δομικοί αφομοιώνονται από ένζυμα και απορροφώνται στο πρόσθιο έντερο. Αν και η ελάχιστη πέψη υδατανθράκων συμβαίνει στο στομάχι, το μεγαλύτερο μέρος της πέψης και της απορρόφησης συμβαίνει στο λεπτό έντερο. Οι δομικοί υδατάνθρακες είναι συστατικά ινών που πέπτονται με τη βοήθεια μικροοργανισμών στο οπίσθιο έντερο.. Περίπου οι μισοί από τους συνολικούς υδατάνθρακες στη σόγια είναι δομικοί υδατάνθρακες, ενώ οι άλλοι μισοί είναι μη δομικοί υδατάνθρακες. Οι δομικοί υδατάνθρακες είναι πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και πηκτίνες), ενώ οι μη δομικοί υδατάνθρακες περιλαμβάνουν άμυλο και διαφορετικούς μονο-, δι- και ολιγοσακχαρίτες (Karr-Lilienthal, 2005).

4.7 Επεξεργασία

Στους δυτικούς πολιτισμούς, η σόγια μεταποιείται κυρίως σε σογιάλευρα και σπορέλαιο. Το 2011/2012, το 54% των σπόρων σόγιας που παρήχθησαν στις ΗΠΑ συνθλίβονταν για την εγχώρια ελαιοβιομηχανία, το 4% χρησιμοποιήθηκε για σπόρους, ζωοτροφές και άλλους σκοπούς, ενώ το υπόλοιπο 42% της σόγιας εξήχθη (Medic, 2014). Οι επεξεργαστές συνθλίνουν τους κόκκους σόγιας για να φτιάξουν νιφάδες πλήρους λίπους, οι οποίες στη συνέχεια περνούν από μια διαδικασία εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες για να παράγουν λάδι και απολιπασμένες νιφάδες. Οι νιφάδες πλήρους λίπους μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά ζωοτροφών ή να αλεσθούν σε αλεύρι πλήρους λίπους για χρήση ως συστατικό τροφίμων. Οι απολιπασμένες νιφάδες αλέθονται σε άλευρο σόγιας που χρησιμεύει ως πηγή πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας στις ζωοτροφές ή χρησιμοποιείται για την παραγωγή φυτικής πρωτεΐνης με υφή, συμπυκνώματος σόγιας και απομονώσεων σόγιας. Πρωτεΐνες, συμπυκνώματα και προϊόντα απομόνωσης σόγιας χρησιμοποιούνται ως συστατικά τροφίμων προστιθέμενης αξίας σε παρασκευάσματα για βρέφη, κρέας και προϊόντα που μοιάζουν με κρέας, αρτοσκευάσματα, γαρνιτούρες, κατεψυγμένα επιδόρπια, ροφήματα πρωτεΐνης, βάσεις σούπας κ.λπ. Περίπου το 55% του παραγόμενου σογιέλαιου χρησιμοποιείται στο μαγείρεμα και λάδι σαλάτας, 24% ως λίπη και λάδια ψησίματος και τηγανίσματος, 4% ως συστατικό στις μαργαρίνες, 7% για άλλα τρόφιμα και βιομηχανικές χρήσεις και 11% ως υπόστρωμα για την παραγωγή βιοντίζελ (Medic, 2014).

4.8 Καλλιέργεια Σόγιας στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το υπουργείο Αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων της Ελλάδας η καλλιέργεια της σόγιας στην χώρα μας εμφανίστηκε το 1930. Το 1987 έγινε μία ακόμα προσπάθεια ώστε να αυξηθεί η καλλιέργεια σόγιας με στόχο τη μείωση των εισαγωγών, αλλά ήταν ανεπιτυχής λόγω οικονομικών παραγόντων (Δέσποινα, 2012).

5.Κουκιά (*Vicia faba* L.)

Το κουκί (*Vicia faba* L.) είναι ένα από τα σημαντικότερα ψυχανθή, αποτελεί βασική πηγή πρωτεϊνών για την ανθρώπινη ζωή και ζωτική κατανάλωση. Είναι δημοφιλής στη μεσογειακή κουζίνα, διότι διαθέτουν ξεχωριστή γεύση και κρεμώδη υφή που τα καθιστά μια εξαιρετική προσθήκη σε μια μεγάλη ποικιλία πιάτων, καθώς αποτελούν πηγή μεγάλης διατροφικής αξίας (Griffiths, 1978).

Αποτελούνται από πράσινους καρπούς επικαλυμμένους από ένα μαλακό κέλυφος, οι οποίοι με την σειρά τους περικλείονται σε πράσινους λοβούς που είναι όμοια με τα φασολάκια. Χρησιμοποιούνται, επίσης, και ως ενδιάμεση καλλιέργεια για την προστασία του ευαίσθητου εδάφους, για το λόγο ότι έχουν ταχύτατη ανάπτυξη και παράγουν πλούσιο φύλλωμα (Duc, 1997).



Εικόνα 12 Κουκιά www.wikipedia.com

Επιπλέον, τα κουκιά είναι σταθεροποιητές του αζώτου. Στην ιστορία τα συναντάμε από τα αρχαία χρόνια σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο, ενώ η ραγδαία αύξηση των καλλιεργειών παρατηρείται από το 2015 και έπειτα στην Ελλάδα, πιο συγκεκριμένα από το 1994 έως και το 2010 η παραγωγή του κουκιού στην Ελλάδα άγγιζε περίπου τους 2.500 τόνους ετησίως (Dhull, 2021).

Η μεγαλύτερη αύξηση της παραγωγής τους πραγματοποιήθηκε το 2015 στους 5.000 τόνους ετησίως. Στην Ευρώπη η παραγωγή τους έφτασε τους 300.000 τόνους

ετησίως τοποθετώντας την στην τρίτη θέση (16,8 %) στην παραγωγή κουκιών μετά από την Ασία (44,5 %) και την Αφρική (28,6 %) (FAO., 2021).

5.1 Ιστορία κουκιών

Πρόκειται για ένα όσπριο από την αρχαιότητα το οποίο άρχισε να καταναλώνεται από τους ανθρώπους γύρω στον 4^ο αιώνα π.Χ. ενώ πρώτες καλλιέργειες του να χρονολογούνται εδώ και περίπου 5000 έτη με πρώτες καταβολές από την Αφρική και την Ασία. Πριν την εξάπλωσή του στη Δυτική Ευρώπη, καλλιεργήθηκε για 8000 χρόνια στη Μέση Ανατολή. Όπου η καλλιέργειά του ξεκίνησε γύρω στο 6.800-6.500 π.Χ. Μέχρι σήμερα καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο και είναι εγγενή στη Βόρεια Αφρική και τη Νοτιοδυτική Ασία. Η μεγαλύτερη κατανάλωσή του πραγματοποιήθηκε στην Μέση Ανατολή, στην Αίγυπτο, και ανάμεσα στους Έλληνες και τους Ρωμαίους, ενώ αποτελεί την βασικότερη πηγή πρωτεΐνης για πολλούς λαούς, όπως το Ισραήλ (Akutse, 2012).

5.2 Ονομασία κουκιών

Ο Κύαμος (κουκί), με την βοτανολογική ονομασία *Vicia faba L.*, πρόκειται για ετήσιο φυτό της οικογένειας των Κυαμοειδών, του γένους Βίκος (*Vicia*). Οι ερευνητές δεν έχουν ανακαλύψει την περιοχή προέλευσής τους έως και σήμερα. Πιθανότατα, η εξημέρωση του φυτού γνωστοποιήθηκε στην Ανατολική Μεσόγειο (Terzopoulos, 2008).

5.3 Καλλιέργεια κουκιών



Εικόνα 13 Φυτό κουκιάς www.wikipedia.com

Τα κουκιά καλλιεργούνται κυρίως σε δροσερές και σχετικά υγρές περιοχές. (Webb, 2015)

Πρόκειται για μία καλλιέργεια ετήσια, που χρησιμοποιείται σημαντικά διότι είναι φθηνή πηγή φυτικής πρωτεΐνης για την διατροφή των ανθρώπων αλλά και των ζώων (Tian, 2020).

Αν και το φυτό των κουκιών προέρχεται από τη Μέση Ανατολή κατά τους προϊστορικούς χρόνους (Multari, 2015), πλέον η καλλιέργεια του πραγματοποιείται παγκοσμίως (Prabhu S. , 2018) και κατατάσσεται ως το τρίτο πιο σημαντικό όσπριο (Webb, 2015).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η περιοχή παραγωγής των κουκιών είναι 2.511.813 εκτάρια, που ισοδυναμεί με απόδοση φυτικής παραγωγής 4.923.154 τόνων ανά έτος και μέση ετήσια απόδοση 1.960 kg ανά ha (FAO., 2021). Η Κίνα είναι ο κορυφαίος παραγωγός κουκιών με 36,7 % της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθούμενη από την Αιθιοπία (20,1 %), το Ηνωμένο Βασίλειο (8,2 %) και την Αυστραλία (7,7 %) (FAO., 2021).

Τα κουκιά έχουν την ικανότητα να είναι κατάλληλα για καλλιέργεια σε οποιοδήποτε κλίμα (Singh, 1997), όπου για παράδειγμα η σόγια δεν είναι κατάλληλη (Duc, 1997), ή όπου τα πολυετή όσπρια δεν έχουν καλή απόδοση σε μεγάλο υψόμετρο και σε συνθήκες με σύντομη καλλιεργητική περίοδο (<100 ημέρες) (Ali, 2016).

Επιπλέον, τα κουκιά μπορούν να καλλιεργηθούν σε διάφορους τύπους εδάφους, ειδικά σε περιοχές με άγονα εδάφη στις οποίες το κριθάρι και το σιτάρι έχουν κακή απόδοση. Ωστόσο, τα εδάφη με λεπτή υφή και τα εδάφη με επίπεδα pH>7 θεωρούνται ότι παρέχουν τις ιδανικότερες συνθήκες για την καλλιέργεια κουκιών (Etemadi, 2019).

Επιπλέον, τα κουκιά ξεχωρίζουν στην δέσμευση του Αζώτου, η οποία είναι η υψηλότερη μεταξύ των ψυχανθών κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής και μπορεί να διευκολύνει τη μείωση της χρήσης λιπασμάτων, συμβάλλοντας στην προστασία του οικοσυστήματος με θετικό αποτέλεσμα στην ανάπτυξη της γεωργίας (Meng, 2021) (Sharan, Fava bean (*Vicia faba* L.) From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color, 2020) (Körpe, 2012).

5.4 Χαρακτηριστικά κουκιών

Πρόκειται για ποώδη φυτά ετήσιας παραγωγής, τα οποία διαθέτουν πασσαλώδες ριζικό σύστημα και διακλαδώσεις πλάγιες. Επίσης, τα κουκιά

αντιπροσωπεύουν φυτά τα οποία διαθέτουν επιφανειακό ριζικό σύστημα. Όπου η μέγιστη ικανότητα εισχώρησης των ριζών τους κυμαίνεται από 50 έως 90 εκατοστά και εξαρτάται αποκλειστικά από το γενότυπο, τη διαθεσιμότητα του νερού και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους (Hamidi, 2019).

Στο φυτό των κουκιών υπάρχουν μόνο φύλλα κατά μήκος του βλαστού τους, από τον 5^ο έως 10^ο κόμβο, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης, ενώ η ανάπτυξη των ταξιανθιών πραγματοποιείται από τους οφθαλμούς στη βάση των φύλλων τους. Ανάλογα με την ποικιλία των κουκιών η ανάπτυξη του ύψους τους κυμαίνεται από 50 έως 150 εκατοστά.

Στη βάση του φυτού υπάρχουν δύο μικρά οδοντωτά παράφυλλα, όπου ο αριθμός των φύλλων αυξάνεται από 2 που είναι στη βάση του φυτού σε 6-8 στην κορυφή. Τα φύλλα του φυτού έχουν σχήμα ωοειδές και η επιφάνειά τους είναι λεία.

Όλα τα άνθη εμφανίζονται μαζί σε ταξιανθίες, οι οποίες διαθέτουν ένα ποδίσκο. Ως προς τον τρόπο έκφυσης και το μέγεθος τους διαφέρουν μεταξύ τους οι λοβοί, ανάλογα με την ποικιλία. Οι σπόροι διαφέρουν ως προς το χρώμα και το μέγεθος, ανάλογα με τον τύπο (Jin, 2012).

5.5 Διατροφική Αξία Κουκιών

Τα κουκιά διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, βιταμίνες και μέταλλα. Αποτελούν μία πλούσια πηγή φυτικής πρωτεΐνης και είναι μία πολλή καλή εναλλακτική λύση έναντι της κατανάλωσης κρέατος. Ο υψηλός αντιοξειδωτικός τους χαρακτήρας σε φλαβονειδή, καροτενοειδή, λουτεΐνη και ζεαξανθίνη προστατεύει τον ανθρώπινο οργανισμό από τις ελεύθερες ρίζες. Επίσης, τα κουκιά είναι ιδιαίτερα πλούσια σε φυλλικό οξύ, συστατικό το οποίο είναι απαραίτητο για πολλές βιοχημικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην σωστή λειτουργία του μεταβολισμού και την δημιουργία νέων κυττάρων (Prabhu, 2018).

Οι σπόροι τους περιέχουν 210 έως 341 g ανά kg ξηρής ύλης (DM), με τις γλοβουλίνες (61,35 % ακατέργαστη πρωτεΐνη CP) και τη λευκωματίνη (20,02 % CP) να είναι τα κύρια συστατικά. Η συνολική περιεκτικότητα τους σε υδατάνθρακες κυμαίνεται από 457 έως 701 g ανά kg DM, με άμυλο, ολικά σάκχαρα και φυτικές ίνες ως κύρια συστατικά υδατανθράκων (Seif, 2015). Επιπλέον, οι σπόροι των κουκιών είναι επίσης καλές πηγές μετάλλων κυρίως καλίου, φωσφόρου, σιδήρου και

ψευδάργυρου, ενώ ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητοι για τη διατήρηση και τη βέλτιστη φυσιολογική λειτουργία τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων (Liu, 2019).

Τα περιεχόμενα ακαθάριστης ενέργειας και μεταβολιζόμενης ενέργειας των σπόρων των κουκιών κυμαίνονται από 14,69 έως 19,70 MJ ανά kg DM και από 11,30 έως 13,80 MJ ανά kg DM, αντίστοιχα (Seif, 2015).

Η περιεκτικότητα σε χημική σύνθεση των σπόρων τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους γονότυπους/ποικιλίες και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς και από τις πρακτικές γεωργικής διαχείρισης. Σε σύγκριση με δημητριακά όπως το ρύζι, το καλαμπόκι και το σιτάρι, οι σπόροι των κουκιών περιέχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε CP, διαιτητικές ίνες, κάλιο, σίδηρο και φυλλικό οξύ (Labba, 2020) (Micek, 2014) (Zhu, 2021).

Εκτός από την υπέροχη γεύση τους, τα κουκιά είναι από τις σπάνιες πηγές του φυσικά απαντώμενου L-dopa, ενός σημαντικού χημικού στοιχείου που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της νόσου του Parkinson (Labba, 2020).

Πίνακας 9: Διατροφική αξία κουκιών ανά 100 g

(Micek, 2014) , (Seif, 2015)

	100 g	ΠΠΑ%
Νερό	83,7 g	
Ενέργεια	62 kcal	
Πρωτεΐνη	4,8 g	9,6%
Λίπος	0,5 g	1,43%
Υδατάνθρακες	10,1 g	7,77%
Φυτικές ίνες	3,6 g	
Σίδηρος	1,5 mg	18,75%

Μαγγάνιο	0,261 mg	11,35%
Φώσφορος	73 mg	10,43%
Μαγνήσιο	31 mg	7,38%
Χαλκός	0.06 mg	6,67%
Ψευδάργυρος	0,47 mg	4,27%
Κάλιο	193 mg	4,11%
Νάτριο	41 mg	2,73%
Σελήνιο	1 µg	1,82%
Ασβέστιο	18 mg	1,80%
Βιταμίνη B9	58 µg	14,5%
Βιταμίνη B1	0,128 mg	10,67%
Βιταμίνη B3	1,2 mg	7,5%
Βιταμίνη B2	0,09 mg	6,92%
Βιταμίνη B6	0,029 mg	2,26%
Βιταμίνη B5	0,066 mg	1,32%
Βιταμίνη C	19,8 mg	22,00%
Βιταμίνη A	14 µg	2%

Παρότι όμως τα κουκιά μας παρέχουν όλα τα παραπάνω οφέλημα συστατικά για την υγεία μας, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι όταν

αυτά καταναλώνονται από άτομα που πάσχουν από ανεπάρκεια ενζύμου G6PD μπορούν να προκαλέσουν μία πολύ επικίνδυνη κατάσταση γνωστή ως κυαμισμός και γι' αυτό η κατανάλωσή τους από αυτά τα άτομα απαγορεύεται. Επίσης, καλό θα ήταν να μην υπερκαταναλώνουμε τα κουκιά διότι η υψηλή τους περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες μπορεί να μας δημιουργήσει στομαχικές και εντερικές διαταραχές (Etemadi, 2019).

5.5.1 Λιπαρά Οξέα Κουκιών

Οι σπόροι των κουκιών περιέχουν 38,70 g ολικών λιπιδίων ανά kg σπόρου. Τα κύρια ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι το ελαϊκό (56,5 g ανά kg), το παλμιτολεϊκό (37,3 g ανά kg) και το λινολεϊκό (36,4 g ανά kg) οξέα, ενώ το παλμιτικό (67,3 g ανά kg) και το στεατικό (34,9 g ανά kg) είναι τα κύρια συστατικά κορεσμένων λιπαρών οξέων τους. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα σε CP, το επίπεδο ακόρεστων λιπαρών οξέων των σπόρων των κουκιών τους καθιστά ως μία χαμηλού κόστους πηγή φυτικής πρωτεΐνης τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα (Prabhu, 2018).

5.5.2 Αμινοξέα Κουκιών

Η συνολική περιεκτικότητα σε αμινοξέα (TAA) των κουκιών κυμαίνεται από 217,4 έως 322,7 g ανά kg DM. Από όλα τα αμινοξέα, τα απαραίτητα αμινοξέα (EAAs) αντιπροσωπεύουν το 132,5 g ανά kg DM (αργινίνη 25,3 g ανά kg DM, λευκίνη 20,4 g ανά kg DM και λυσίνη 17,9 g ανά kg DM), με υψηλότερη αναλογία EAA/TAA από τη σόγια, υποδεικνύοντας έτσι ότι οι σπόροι τους περιέχουν πρωτεΐνη υψηλότερης ποιότητας. Επίσης, τα μη βασικά αμινοξέα (NEAA), οι σπόροι τους αποτελούν το 125,4 g ανά kg DM (γλουταμινικό οξύ 47,9 g ανά kg DM και ασπαρτικό οξύ 30,7 g ανά kg DM). Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν κάποιες διαφορές στην αλληλουχία και τη γενική δομή των αμινοξέων (El Fiel, 2002).

Τα κουκιά με τα υψηλότερα επίπεδα λυσίνης και αργινίνης, θα μπορούσαν να αναμειχθούν με δημητριακά που θα συμπλήρωναν ορισμένες από τις ενώσεις EAA που στερούνται από τα κουκιά, επιτυγχάνοντας έτσι ένα πιο ισορροπημένο και επιθυμητό προφίλ αμινοξέων (Tinay, 2021).

5.5.3 Δομή Πρωτεϊνών κουκιών

Η πρόσληψη των πρωτεϊνών των κουκιών στη διατροφή του ανθρώπου έχει ευεργετική επίδραση για υγεία του. Η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες ποικίλλει, η ξηρή ύλη κυμαίνεται μεταξύ 17,6 και 34,5 %, ενώ η ADF κυμαίνεται μεταξύ 10,1 και 13,7 % (Multari, 2015).

Ωστόσο, τα κουκιά περιέχουν και αντιθρεπτικές ενώσεις όπως σαπωνίνες, λεκτίνες, τανίνες, vicine, convicine και φυτικό οξύ. Οι τανίνες είναι γνωστό ότι

μειώνουν την πεπτικότητα των πρωτεϊνών, ενώ η απουσία της τανίνης στα κουκιά ελέγχεται από οποιοδήποτε από τα δύο γονίδια *zt-1* και *zt-2* (Gutierrez, 2011).

Η κατανάλωση προϊόντων faba bean που περιέχουν υψηλά επίπεδα vicine και convicine προκαλούν επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Μία σοβαρή επίπτωση είναι ο φαβισμός, ο οποίος σχετίζεται με ανεπάρκεια γλυκόζης-6-φωσφορικής αφυδρογονάσης (Anestis Karkanis, 2018).

5.6 Επεξεργασία κουκιών

Οι κύριες μέθοδοι επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται είναι το μούλιασμα, η αφαίρεση του φλοιού, το βράσιμο, το μαγείρεμα υπό πίεση, το αυτόκαυστο και το μαγείρεμα με εξώθηση για τη μείωση των ποσοτήτων των αντιθρεπτικών ενώσεων που περιέχονται στους σπόρους κουκιών, προκειμένου να περιοριστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία (Rahate, 2021).

Η αφαίρεση του φλοιού είναι αποτελεσματική στην εξάλειψη της περιεκτικότητας σε τανίνες και πολυφαινόλες, ενώ η διαβροχή και η αποστείρωση σε αυτόκαυστο αδρανοποιούν τη δραστηριότητα του αναστολέα της θρυψίνης. Το μέγεθος του σπόρου του κουκιού είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που καθορίζει την μορφή αγοράς και κατανάλωσης του. Οι ποικιλίες με μεγάλους σπόρους χρησιμοποιούνται ευρέως για τρόφιμα, είτε ως φρέσκο πράσινο λαχανικό, είτε ως ξηροί σπόροι (αποφλοιωμένοι). Οι ποικιλίες με σπόρους μικρού έως μεσαίου μεγέθους χρησιμοποιούνται κυρίως για ζωοτροφές (Alonso, 2000).

Το κουκί μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία αρτοποιίας όπως για παράδειγμα, ένας συνδυασμός κουκιών και αλεύρου σίτου βελτιώνει τις θρεπτικές ιδιότητες του ψωμιού (Coda, 2017).

Στην Ισπανία για παράδειγμα, οι μικροί σπόροι φασολιών (<12 mm) είναι σήμερα ιδιαίτερα αποδεκτοί στη βιομηχανία. Οι γονότυποι μικρών σπόρων προτιμώνται γενικότερα από την κατεψυγμένη φάβα και βιομηχανίες κονσερβοποίησης. (Baginsky, 2013). Επίσης, η δυνατότητα χρήσης φούρνου μικροκυμάτων ενθαρρύνει την κατανάλωση αυτού του οσπρίου, επειδή οι σπόροι μαγειρεύονται πολύ πιο εύκολα και οι σακούλες μπορούν να αποθηκευτούν έως και 10 ημέρες στους 5°C (Collado, 2019).

Το μαγείρεμα, η αποστείρωση σε αυτόκλειστο, η αποφλοιώση, η απολέπιση, η εξώθηση και η βλάστηση άλλαξαν την *in vitro* πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών στους σπόρους κουκιών. Η *in vitro* πεπτικότητα των σπόρων τους αυξήθηκε σημαντικά κατά 10,2 %, 14,1 % και 11,8 % μετά το μαγείρεμα σε νερό βρύσης (3 ml ανά g ξηρού σπόρου), σε αυτόκαυστο στους 121°C για 30 λεπτά και βλάστηση σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες, αντίστοιχα, λόγω της μείωσης ή της αδρανοποίησης των ANFs (Khalil, 1995).

Ωστόσο, το μαγείρεμα, η αποστείρωση σε αυτόκαυστο και η βλάστηση βελτίωσαν ελαφρά το PER (Khalil, 1995). Η φαινομενική πεπτικότητα των ΕΕ και ΜΕ των σπόρων αυξήθηκε σημαντικά κατά 8,17 % και 4,43 %, αντίστοιχα, μετά από εξώθηση στους 135°C για 10 δευτερόλεπτα με περιεκτικότητα υγρασίας 22 % (Rutkowski, 2016).

Η αφαίρεση του φλοιού και το ξεφλούδισμα των σπόρων των κουκιών αύξησε σημαντικά την *in vitro* πεπτικότητα των ΟΜ κατά 8,64 % και 1,20 %, αντίστοιχα και την *in vitro* πεπτικότητα ΝDF κατά 74,3 % και 6,95%, αντίστοιχα. Επιπλέον, η επεξεργασία με εξώθηση βελτίωσε σημαντικά τη φαινομενική πεπτικότητα ΕΕ και τη φαινόμενη ειλική πεπτικότητα των DM, CP και ΕΕ των σπόρων τους κατά 13,4 %, 8,17 %, 4,43 % και 18,2 % αντίστοιχα (Sanju Bala Dhull, 2021) (A. Rutkowski, 2016).

Βιβλιογραφία

- Choi et. al. (2014). Mechanisms of phytoestrogen Biochanin A-induced vasorelaxation in renovascular hypertensive rats. *Kidney Research & Clinical Practice*, 4 (33) (2014), pp. 181-186.
- A. Rutkowski, S. K. (2016, january 16). Extrusion cooking improves the metabolisable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Animal Feed Science and Technology*.
- Adachi, M. T. (2001). Crystal structure of soybean proglycinin A1aB1b homotrimer. *Journal of molecular biology*.
- Aguilera, M. M.-C.-A. (2009). Esteban Changes in carbohydrate fraction during dehydration process of common legumes. σσ. 22 (7-8) (2009), pp. 678-683.
- Akutse, K. S. (2012). Endophytic colonization of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) by fungal pathogens and their effects on the life-history parameters of *Liriomyza huidobrensis*. *Fungal Ecology*.
- Ali, M. B. (2016). Association analyses to genetically improve drought and freezing tolerance of faba bean (*Vicia faba* L.). *Crop Science*.
- Almeida, et al. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food chemistry*.
- Almeida, G. E.-M. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food chemistry*.
- Alonso, R. A. (2000). Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food chemistry*.
- Anestis Karkanis, G. N. (2018, august 2). Faba Bean Cultivation – Revealing Novel Managing Practices for More Sustainable and Competitive European Cropping Systems. *Frontiers in Plant Science*.
- Baginsky, C. P.-N. (2013). Phenolic compound composition in immature seeds of fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Bahrani, G. (2009). Trans and other fatty acids: effects on endothelial functions. *AOCS Press, Urbana*.
- Becerra, N. D.-L.-E.-C. (2018). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults. *Clinical Nutrition*.

- Bilyeu, K. R. (2016). Genetics, genomics, and breeding of soybean. *CRC Press*.
- Birk, Y. (1985). The Bowman-Birk inhibitor. Trypsin-and chymotrypsin-inhibitor from soybeans. *Peptide and protein research*.
- Boukid. (2021). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as a prospective plant-based ingredient: A review.
- Boye, J. Z. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food research international*.
- Bressani, R. (1993). Grain quality of common beans. *Food Reviews International*.
- Britannica. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://www.britannica.com>
- Cabrejas, M. @. (2019). *Legumes: an overview*.
- Caprioli, G. G.-D. (2016). Lipid nutritional value of legumes: Evaluation of different extraction methods and determination of fatty acid composition. *Food chemistry*.
- Carter, T. E. (2010). Registration of N6202 soybean germplasm with high protein, favorable yield potential, large seed, and diverse pedigree. *Plant registrations*.
- CeciliaBaginsky, Á. P.-N. (2013, april 8). Phenolic compound composition in immature seeds of fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Chavan, J. K. (1989). *Nutritional improvement of cereals by fermentation*.
- Chen et al. (2011). Registration of R05-1415 and R05-1772 high-protein soybean germplasm lines. *Plant Registrations*.
- Chen, K. D. (2007). Trans fatty acid effects on cardiovascular disease: animal and human studies. *AOCS*.
- Christenhusz. (2016). "The number of known plants species in the world and its annual increase". *Phytotaxa*. 261 (3): 201–217. σσ. 261 (3): 201–217. ; doi:10.11646/phytotaxa.261.3.1.
- Coda, R. K. (2017). Sourdough-type propagation of faba bean flour: Dynamics of microbial consortia and biochemical implications. *International journal of food microbiology*.
- Collado, E. K.-H.-H.-S. (2019). Nutritional and quality changes of minimally processed faba (*Vicia faba* L.) beans during storage: Effects of domestic microwaving. *Postharvest Biology and Technology*.
- Cubero, M.-T. M. (1978). Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica* .

- Dalgetty, D. D. (2006). Fortification of bread with hulls and cotyledon fibers isolated from peas, lentils, and chickpeas. *Cereal Chemistry*.
- Daniela Schröder Ulrich Köpke. (2012, July 30). Faba bean (*Vicia faba* L.) intercropped with oil crops – a strategy to enhance rooting density and to optimize nitrogen use and grain production. *Science Direct*.
- Deacon. (2015). "*The Nitrogen cycle and Nitrogen fixation*". Ανάκτηση από Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh.: <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/microbes/nitrogen.html>
- Deshpande et al. (1986). Tannin analysis of food products. *Food Science & Nutrition*.
- Deshpande, S. S. (1982). Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols, and enzyme inhibitors of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*.
- Devi, A. V. (2020). Amino Acid Digestibility of Extruded Chickpea and Yellow Pea Protein is High and Comparable in Moderately Stunted South Indian Children with Use of a Dual Stable Iso. *Journal of nutrition*, , 150 (2020), pp. 1178-1185.
- Dhull. (2021). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.).
- Duc, G. (1997). Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field crops research*.
- El Fiel, H. E. (2002). Effect of nutritional status of faba bean (*Vicia faba* L.) on protein solubility profiles. *Food Chemistry*.
- El-Nahry, F. I. (1980). Chemical composition and protein quality of lentils (*Lens*) consumed in Egypt. *Plant Foods for Human Nutrition*.
- Erbersdobler, H. F. (2017). Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. *Ernahrungs Umschau*.
- Etemadi, F. H. (2019). Agronomy, nutritional value, and medicinal application of faba bean (*Vicia faba* L. *Horticultural Plant Journal*.
- FAO. (2021). *FAOSTAT statistical database*. Ανάκτηση από <http://www.fao.org/faostat/>.
- Fleming, S. E. (1981). A study of relationships between flatus potential and carbohydrate distribution in legume seeds.
- Friedman, B. D. (2001). Nutritional and health benefits of soy proteins. *Agricultural and food chemistry*.
- George, B. S. (2008). Identification of low lectin mutants in soybean. *Plant breeding*.

- Griffiths, D. W. (1978). Variation in the crude protein content of field beans (*Vicia faba* L.) in relation to the possible improvement of the protein content of the crop. *Euphytica*.
- Group, A. P. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Linnean Society*.
- Guillermo Niño-Medina, D. M.-R.-O. (2016, september 14). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Hulls: Byproducts with Potential Use as a Source of High Value-Added Food Products. *Springer Link*.
- Gül, M. K. (2008). The effects of planting time on fatty acids and tocopherols in chickpea. *European Food Research and Technology*, ., σσ. 226, 517-522.
- Gutierrez, N. G. (2011). Assessment of candidate reference genes for expression studies in *Vicia faba* L. by real-time quantitative PCR. *Molecular Breeding*.
- Hamid Khazaei, D. W. (2019, june 5). Genetic analysis of photosynthesis-related traits in faba bean (*Vicia faba*) for crop improvement. *Plant Breeding*.
- Hamidi, D. W. (2019, june 5). Genetic analysis of photosynthesis-related traits in faba bean (*Vicia faba*) for crop improvement. *Plant Breeding*.
- Haytowitz, D. B. (1983). Effect of cooking on nutrient retention of legumes. *Cereal Foods World*.
- Hefnawy, T. H. (2011). Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). *Agricultural Sciences*.
- Herman, E. (2005). Soybean allergenicity and suppression of the immunodominant allergen. *Crop science*.
- Hove, E. L. (1978). Composition, protein quality, and toxins of seeds of the grain legumes *Glycine max*, *Lupinus* spp., *Phaseolus* spp. *Pisum sativum*, and *Vicia faba*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*.
- Hymowitz, T. &. (1981). Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication and uses of soybeans. *Economic botany*.
- Ismael, D. S. (2021). Bioactive compounds in commonly utilized legume cultivars from iraq. *Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*.
- Jamdar, S. N. (2017). Effect of processing conditions and in vitro protein digestion on bioactive potentials of commonly consumed legumes. *Food Bioscience*.
- Jarpa-Parra, M. (2018). Lentil protein: A review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. *Food Science & Technology*.

- Jin, A. L.-L. (2012). Characterization of proanthocyanidins in pea (*Pisum sativum* L.), lentil (*Lens culinaris* L.), and faba bean (*Vicia faba* L.) seeds. *Food research international*.
- Joshi et al. (2012). Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate. *Food Chemistry*.
- Joshi et al. (2017). Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Integrative Agriculture*.
- Jukanti. (2012, august 23). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *British Journal of Nutrition*.
- Jukanti et al. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *σσ. 108* (2012), pp. S11-S26.
- Jukanti, A. K. (2012, august 23). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *British Journal of Nutrition*.
- KangII, J. M. (1991). Characterization of texture and mechanical properties of heat-induced soy protein gels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*.
- Karr-Lilienthal, L. K. (2005). Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants. *Livestock Production Science*.
- KatellCrépon. (2010, february 5). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Sciense Direct*.
- Khalil, A. H. (1995). The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. *Food Chemistry*.
- Kon, S. B. (1973). Split peeled beans: preparation and some properties. *Food Science*.
- Köpke, D. S. (2012, july 30). Faba bean (*Vicia faba* L.) intercropped with oil crops – a strategy to enhance rooting density and to optimize nitrogen use and grain production. *Sciense Direct*.
- Kumar, V. R. (2006). Influence of growing environment on the biochemical composition and physical characteristics of soybean seed. *Food Composition and Analysis*.
- Kutoš, T. G. (2003). Dietary fibre content of dry and processed beans. *Food chemistry*.
- Labba, I.-C. M. (2020, december 30). Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Sciense Direct*.
- Ladizinsky, G. &. (1976). The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica*.

- Li, J. W. (2017). Genetic variation of maturity groups and four E genes in the Chinese soybean. *PloS one*.
- Liber, M. D. (2021). The history of lentil domestication and spread as revealed by genotyping-by-sequencing of wild and landrace accessions. *Frontiers in Plant Science*, σσ. 12, 628439. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.628439>.
- Liener, I. E. (1994). Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*.
- LiJuan et al. (2010). The origin and history of soybean.
- Liu. (2019, june 27). Agronomy, Nutritional Value, and Medicinal Application of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Sciense Direct*.
- Liu, K. (1997). *Chemistry and nutritional value of soybean components*.
- M. Zia-Ul-Haq, S. I. (2007). Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, . *Pakistan Food Chemistry*, , 105 (4) (2007), pp. 1357-1363.
- Maheri-Sis, N. C.-A.-A.-G. (2008). Nutritional evaluation of kabuli and desi type chickpeas (*Cicer arietinum* L.) for ruminants using in vitro gas production technique. *African Journal of Biotechnology*.
- Martín, M. A.-A. (2023). Effect of germination on the carbohydrate composition of the dietary fiber of peas (*Pisum sativum* L.). *Agricultural and food chemistry*.
- Maruyama, N. T.-M. (2007). Molecular design of soybean proteins for enhanced food quality. *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER*.
- Mathai, J. K. (2017). Values for digestible indispensable amino acid scores for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores. *British Journal of Nutrition*.
- Medic, J. A. (2014). Current knowledge in soybean composition. *Journal of the American oil chemists' society*.
- Meng, Z. (2021). Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition. *Food Sciense and Nutrition*.
- Merga, J. H. (2019). Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. σσ. 5 (1) (2019), p. 1615718, 10.1080/23311932.2019.1615718.
- Micek, Z. M. (2014, october 6). Effect of Variety and Plant Protection Method on Chemical Composition and in Vitro Digestibility of Faba Bean (*Vicia Faba*) Seeds. *Sciendo*.

- Middelbos, I. S. (2008). Soybean carbohydrates. *AOCS Press, Urbana*.
- Mohamed B.M. Ali, G. C. (2016, may 1). Association Analyses to Genetically Improve Drought and Freezing Tolerance of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Crop Science*.
- Morrow, B. (1991). The rebirth of legumes. *Food technology*.
- MuhammadZia-Ul-Haq. (2007, july 16). Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. *Food Chemistry*.
- Multari, S. S. (2015). Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Murphy, P. A. (2008). Soybean proteins. *AOCS Press*.
- N. Wang, D. H. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *Food Science and Technology*.
- N. Wang, J. D. (2004). The chemical composition and nutritive value of canadian pulses. . *Canadian Grain Commission Report. (2004)*.
- N.R. Reddy, M. P. (χ.χ.). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates. *Food Chemistry*.
- Nadzri, F. A. (2021). Physicochemical properties and antioxidant activity of enzymatic hydrolysed chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as influence by alcalase and papain enzyme. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
- Niño-Medina, G. M.-R.-O. (2017). Chickpea (*Cicer arietinum*) and soybean (*Glycine max*) hulls: byproducts with potential use as a source of high value-added food products. *Waste and biomass valorization*.
- Nosworthy, M. G. (2006). Thermal processing methods differentially affect the protein quality of Chickpea (*Cicer arietinum*). *Food science & nutrition*.
- Nyankson, E. D. (2015). Soybean lecithin as a dispersant for crude oil spills. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*.
- Oghbaei, M. &. (2016). Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality. *Cogent Food & Agriculture*.
- Onigbinde, A. O. (1983). Oligosaccharide content of 20 varieties of cowpeas in Nigeria. *Journal of food Science*.

- Panthee, D. R. (2006). Registration of soybean germplasm lines TN03-350 and TN04-5321 with improved protein concentration and quality. *Crop science*.
- Piotr Micek, Z. M. (2014, october 6). Effect of Variety and Plant Protection Method on Chemical Composition and in Vitro Digestibility of Faba Bean (*Vicia Faba*) Seeds. *Sciendo*.
- Prabhu. (2018, august). Nutritional and Biological properties of *Vicia faba* L. *International Food Research Journal*.
- Prabhu, S. (2018, august). Nutritional and Biological properties of *Vicia faba* L. *International Food Research*.
- Purushothaman, R. U. (2014). Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. *Field Crops Research*.
- Qiu LiJuan, Q. L. (2010). The origin and history of soybean. In *The soybean: botany, production and uses*. Wallingford UK: CABI.
- R. Campos-Vega, R. G.-G.-O.-P. (2010). Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polysaccharides modulate gene expression in human colon cancer cells (HT-29). *Food Research International*.
- Raben, A. T. (1994). Resistant starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response, and satiety. *The American journal of clinical nutrition*.
- Rahate, K. A. (2021). Nutritional composition, anti-nutritional factors, pretreatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (*Vicia faba* L.). *A comprehensive review*.
- Redden, R. J. (2007). History and origin of chickpea. In *Chickpea breeding and management* Wallingford UK: CABI, σσ. 1-13.
- Reddy. (1984). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates—a review. *Food Chemistry*.
- Reddy, N. R. (1984). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates. *Food Chemistry*.
- Reddy, N. R. (1984). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates—a review. *Food Chemistry*.
- RezaZandvakiliaXiaobingLiu, F. V. (2019, june 27). Agronomy, Nutritional Value, and Medicinal Application of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Sciense Direct*.
- Rincón, F. M. (1998). Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L) as affected by the biotype factor. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

- Roy, F. B. (2010). Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food research international*.
- Rutkowski, S. K. (2016, january 16). Extrusion cooking improves the metabolisable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Animal Feed Science and Technology*.
- Salunkhe. (1989). *CRC handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology, and utilization*.
- Salunkhe, D. K. (1989). *Nutritional chemistry, processing technology, and utilization*.
- Sanju Bala Dhull, M. K. (2021 , october 28). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba L.*). *Legume Science*.
- Sathya Prabhu, D. a. (2018, august). Nutritional and Biological properties of *Vicia faba L.* *International Food Research*.
- Sathya Prabhu, D. a. (2018, august). Nutritional and Biological properties of *Vicia faba L.* *International Food Research Journal*.
- Schneeman, B. O. (1987). Soluble vs insoluble fiber: different physiological responses. *Food Technology*.
- Schultze et al. (2018). Tropical forage legumes for environmental benefits. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*.
- Seif Gasim, S. A. (2015, may 19). Yield and quality attributes of faba bean inbred lines grown under marginal environmental conditions of Sudan. *Food Science and Nutrition*.
- Seif, S. A. (2015, may 19). Yield and quality attributes of faba bean inbred lines grown under marginal environmental conditions of Sudan. *Food Science and Nutrition*.
- Selvendran, R. R. (1984). The plant cell wall as a source of dietary fiber: chemistry and structure. *American Journal of Clinical Nutrition*.
- Shahidi, Y. (2016). Insoluble-Bound Phenolics in Food. *Molecules*.
- Sharan, S. (2020, december 16). Fava bean (*Vicia faba L.*) for food applications: From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. *Food Science*.
- Sharan, S. (2020, december 16). Fava bean (*Vicia faba L.*) From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. *Food Science*.

- Sharma, M. &. (1995). Effect of dietary fibre from cereal brans and legume seedcoats on serum lipids in rats. *Plant Foods for Human Nutrition*.
- Shevkani, S. (2014). Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free muffins. *σσ*. 49:2237–2244. doi: 10.1111/ijfs.12537.
- Shi, W. H. (2019). The hypolipidemic effects of peptides prepared from *Cicer arietinum* in ovariectomized rats and HepG2 cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *σσ*. 99(2), 576-586.
- Siljeström, M. W. (1986). The effects of various thermal processes on dietary fibre and starch content of whole grain wheat and white flour. *Journal of Cereal Science*.
- Singh. (1997). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field crops research*.
- Singh. (2017). Pulses: an overview. *σσ*. ;54:853–857. doi: 10.1007/s13197-017-2537-4.
- Singh et al. (1989). Nutrient losses due to scarification of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) cotyledons. *Journal of Food Science*.
- Singh et al. (1992). Tropical grain legumes as important human foods. *Economic Botany*.
- Singh et al. (2017). Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Research International*.
- Singh, U. (1988). Antinutritional factors of chickpea and pigeonpea and their removal by processing. *Plant Foods for Human Nutrition*.
- Terzopoulos, P. J. (2008). Genetic diversity analysis of Mediterranean faba bean (*Vicia faba* L.) with ISSR markers. *Field Crops Research*.
- Thanh, V. H. (1978). Major proteins of soybean seeds. Reconstitution of β -conglycinin from its subunits. *J. Agric. Food Chem*.
- THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Volume 161, Issue 2, Pages 105–121,.
- Tian, L. Z. (2020). CdS nanoparticles in soil induce metabolic reprogramming in broad bean (*Vicia faba* L.) roots and leaves. *Environmental science*.
- Tinay. (2021, december 21). Effect of nutritional status of faba bean (*Vicia faba* L.) on protein solubility profiles. *Sciense Direct*.

- Tinay E. A. E. Elsheikh, H. F. (2021, december 21). Effect of nutritional status of faba bean (*Vicia faba* L.) on protein solubility profiles. *Sciense Direct*.
- Tosh, S. M. (2010). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food research international*.
- Turner, J. D. (2007). The ecology of chickpea. *Chickpea breeding and management*.
- United States Department of Agriculture. (χ.χ.). Nutrient data laboratory.
- Urbano, G. P.-V. (2007). Nutritional value. In Lentil. *Springer, Dordrecht*.
- Utsumi, S. H. (1997). Structure-Function Relationships. *Food proteins and their applications*.
- Van der Maesen, L. J. (1987). Origin, history and taxonomy of chickpea. *The chickpea*.
- Vasileska, A. &. (2012). lobal and regional food consumption patterns and trends. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
- Viswanathan, V. S. (2003). Association of limited joint mobility and high plantar pressure in diabetic foot ulceration in Asian Indians. *Diabetes Research and clinical practice*.
- W. Shi, T. H. (2019). The hypolipidemic effects of peptides prepared from *Cicer arietinum* in ovariectomized rats and HepG2 cells. *σσ. 99 (2) (2019), pp. 576-586*.
- Wadahama, H. I. (2012). Accumulation of β -conglycinin in soybean cotyledon through the formation of disulfide bonds between α' -and α -subunits. *Plant physiology*.
- Wallace, T. C. (2016). The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. *Nutrients*, *σσ. 8(12), 766*.
- Wang. (2008). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil (*Lens culinaris*). *Food and Agriculture*.
- Wang. (2008). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil (*Lens culinaris*). *Science of Food and Agriculture*.
- Wang. (2010). Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, *σσ. 43(2), 589-594*.

- Wang et al. (1997). Effect of processing methods on nutrients and anti-nutritional factors in cowpea. *Food chemistry*.
- Wang et al. (1997). Phospholipid fatty acid composition and stereospecific distribution of soybeans with a wide range of fatty acid composition. *American Oil Chemists' Society*.
- Wang et al. (2008). Effect of variety and processing on nutrients and certain anti-nutrients in field peas. *Food Chemistry*.
- Wang et al. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *LWT-Food Science and Technology*.
- Wang et al. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *Food Science and Technology*.
- Wang et al. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *Science of Food and Agriculture*.
- Wang et al. (2021). Nutritional constituent and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 150(Pt A), 110790. <https://doi.org/10.101>.
- Wang, N. (2008). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil. *Science of Food and Agriculture*.
- Wang, N. (2008). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil (*Lens culinaris*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Wang, N. (2008). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality and on the resulting chemical composition of red lentil (*Lens culinaris*). *Science of Food and Agriculture*.
- Wang, N. (2009). Effect of variety and crude protein content on dehulling quality. *Science of Food and Agriculture*.
- Webb, A. C. (2015). A SNP-based consensus genetic map for synteny-based trait targeting in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant biotechnology journal*.
- Wikipedia. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://en.wikipedia.org>
- Wolf, W. J. (1958). Studies on the cold-insoluble fraction of the water-extractable soybean proteins II. Factors influencing conformation changes in the 11 S component. *Archives of Biochemistry and Biophysics*.
- Wood. (2007). Nutritional value of chickpea. *Chickpea breeding and managemen*.

- Wood, J. A. (2007). *Nutritional value of chickpea. Chickpea breeding and management.*
- Yadav, N. S. (1996). Genetic modification of soybean oil quality. *CAB International.*
- Yanishlieva, N. V.-E. (2002). Kinetics of antioxidant action of α - and γ -tocopherols in sunflower and soybean triacylglycerols. *Lipid Science and Technology.*
- Ye, Z. W. (2016). Box–Behnken design for extraction optimization, characterization and in vitro antioxidant activity of *Cicer arietinum* L. hull polysaccharides. *Carbohydrate polymers*, σσ. 147, 354-364.
- Yegrem, L. (2021). Nutritional composition, antinutritional factors, and utilization trends of Ethiopian chickpea (*Cicer arietinum* L. *International journal of food science.*
- Youssef, M. M.-A.-B. (1986). Amino acid composition and in vitro digestibility of some Egyptian foods made from faba bean (*Vicia faba* L). *Food chemistry.*
- Yu-Wei Luo, W.-H. X. (2012, march 27). Effect of different processing methods on certain antinutritional factors and protein digestibility in green and white faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Food.*
- Z. Xue, S. L. (2008). Preparation and an tioxidation activity of chickpea protein . *China Oils & Fats. (2008).*
- Zarkadas, C. G. (2007). Assessment of the protein quality of fourteen soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars using amino acid analysis and two-dimensional electrophoresis. *Food Research International.*
- Zhu Meng, Q. L. (2021, july 22). Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition. *Food Sciense and Nutrition.*
- Zhu Meng, Q. L. (2021, july 22). Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition. *Food Sciense and Nutrition.*
- Zhu, Q. L. (2021, july 22). Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition. *Food Sciense and Nutrition.*
- Βλαχοστέργιος, Δ. Δ. (2012). *Ελληνικές Ποικιλίες Οσπρίων.*
- Δέσποινα, Π. -Τ. (2012). *Ειδική γεωργία: Σιτηρα & Ψυχανθη.*
- Μιλτιάδης, Κ. Δ. (2005). *Εγκλουβή.* Γρηγόρη.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. (χ.χ.). Οδηγίες Ολοκληρωμένης Φυτοπροστασίας στην καλλιέργεια των φακών.