



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ VEGAN ΓΥΡΟΣ Η  
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΓΗΣ ΤΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ  
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ

NEW PRODUCT DEVELOPMENT OF VEGAN GYROS. THE  
ANALYSIS OF ITS RECIPE AND THE TECHNOLOGICAL  
PROPERTIES OF ITS INGREDIENTS

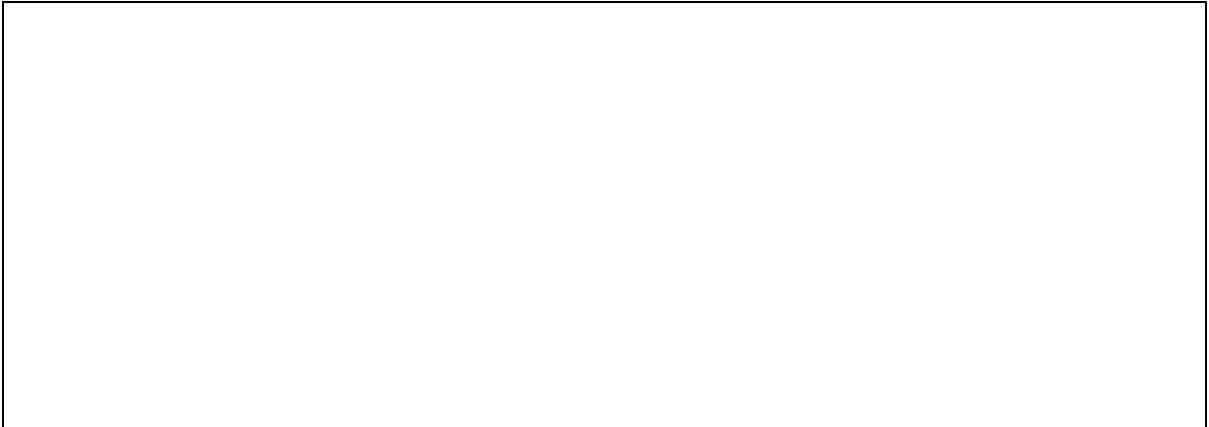
Ιωάννου Βασίλειος ΑΜ: 14017

Τσιτούρης Γεώργιος ΑΜ: 14077

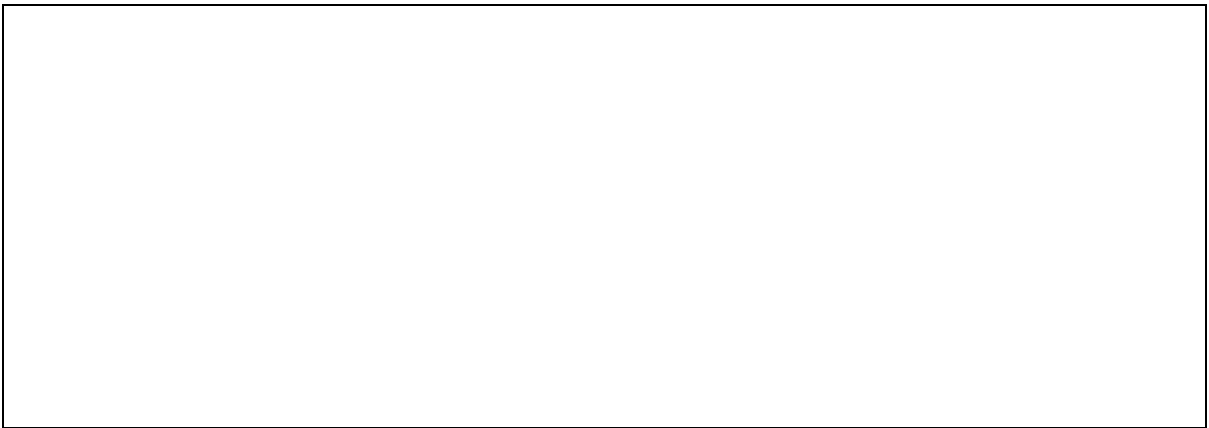
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κανέλλου Αναστασία

Αθήνα. 2021

Αναστασία Κανέλλου

A large, empty rectangular box with a thin black border, positioned below the name 'Αναστασία Κανέλλου'.

Μαρία Γιαννακούρου

A large, empty rectangular box with a thin black border, positioned below the name 'Μαρία Γιαννακούρου'.

Δήμητρα Χούγουλα

A large, empty rectangular box with a thin black border, positioned below the name 'Δήμητρα Χούγουλα'.

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΙΩΑΝΝΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ του ΠΑΥΛΟΥ, με αριθμό μητρώου 14017 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα 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, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

Ο/Η Δηλών/ούσα



Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΤΣΙΤΟΥΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ του ΧΑΡΙΛΑΟΥ με αριθμό μητρώου 14077 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα 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, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

Ο/Η Δηλών/ούσα



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστούμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μας Αναστασία Κανέλλου, για την πολύτιμη βοήθειά την στην εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας, καθώς και την παροχή συμβουλών και γνώσεων καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μας στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Επίσης, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας, προς το σύνολο του διδακτικού και επιστημονικού προσωπικού του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για την παροχή των απαραίτητων γνώσεων και εργαλείων ώστε η παρούσα πτυχιακή εργασία να καταστεί εφικτή.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία τάση για αυξανόμενη ζήτηση vegan προϊόντων. Αυτή η τάση οφείλεται τόσο στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών προς τροφές με μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον όσο και στην τάση των καταναλωτών για στροφή σε πιο υγιεινά πρότυπα διατροφής. Ταυτόχρονα τα σημαντικά οφέλη των φυτικών τροφών συνέβαλαν στην στροφή αυτή των καταναλωτών.

Στα πλαίσια της αυξανόμενης ζήτησης για vegan προϊόντα έχει δημιουργηθεί και ο vegan γύρος. Ο vegan γύρος αποτελεί υποκατάστατο του τυπικού ζωικού γύρου με φυτικά τρόφιμα. Τα φυτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται είναι ποίκιλλα και περιλαμβάνουν αρκετά όσπρια, φυτικά έλαια, σπόρους καθώς και μπαχαρικά ώστε η γεύση και υφή να είναι όμοια με αυτή του ζωικού γύρου. Τα συστατικά αυτά συνδυάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργήσουν ένα πλήρες γεύμα που αποτελείται από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπαρά καθώς και βασικά θρεπτικά συστατικά.

Τα διάφορα φυτικά συστατικά εκτός από την δημιουργία ενός πλήρους γεύματος προσφέρουν κι άλλα οφέλη για την υγεία. Τα διάφορα συστατικά που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία του vegan γύρου αποτελούν τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας τα οποία προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την υγεία βοηθώντας ακόμα και στην αντιμετώπιση διαφόρων παθήσεων. Με αυτό τον τρόπο ο vegan γύρος μπορεί να αποτελέσει ένα τρόφιμο υψηλής θρεπτικής αξίας που εκτός από γευστικά οφέλη να μπορέσει να καταστεί και τρόφιμο υψηλής διατροφικής αξίας προσφέροντας σημαντικά οφέλη για την υγεία.

Λέξεις κλειδιά : βιγκαν, φυτικές πρωτεΐνες, οφέλη υγείας

## ABSTRACT

In recent years there has been a trend for increasing demand for vegan products. This trend is due both to the awareness of consumers towards foods with less impact on the environment and to the tendency of consumers to switch to healthier eating patterns. At the same time the significant benefits of plant foods contributed to this shift of consumers.

In the context of the growing demand for vegan products, the vegan round has been created. The vegan tour is a replacement for the typical animal tour with plant foods. The plant foods used are varied including enough legumes, vegetable oils, seeds as well as spices so that the taste and texture are similar to that of the animal round. These ingredients are combined in such a way as to create a complete meal consisting of proteins, carbohydrates, fats as well as essential nutrients.

The various plant ingredients in addition to creating a complete meal offer other health benefits. The various foods used to create the vegan gyros are foods of high nutritional value that offer significant health benefits even helping to treat various ailments. In this way, the vegan tour can be a food of high nutritional value that, in addition to tasty benefits, can also become a food of high nutritional value, offering significant health benefits.

Keywords: vegans, vegetable proteins, health benefits

## Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
Κεφάλαιο 1ο : Χορτοφαγική και αυστηρά χορτοφαγική (vegan) διατροφή.....	10
1.1 Γενικά στοιχεία .....	10
1.2 Ιστορικά στοιχεία.....	10
1.3 Φιλοσοφία .....	10
1.4 Οφέλη .....	11
Κεφάλαιο 2ο : Vegan γύρος.....	14
2.1 Γενικά-Τι είναι.....	14
2.2 Φυτικές πρωτεΐνες.....	14
2.2.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες.....	15
2.3 Παραγωγική διαδικασία.....	17
2.3.1 Παραλαβή πρωτεϊνών από φυτικό υλικό και προσθήκη .....	17
2.3.2 Ανασύσταση.....	19
2.3.3 Φυτοχημικές ενώσεις και αντιθρεπτικά συστατικά.....	19
2.4 Συστατικά.....	19
2.4.1 Λιναρόσπορος.....	19
2.4.4 Παντζάρι.....	20
2.4.5 Όσπρια .....	21
2.4.6 Σόγια .....	23
2.4.7 Φυτικά έλαια .....	24
2.5 Χρωστικές και αρωματικές ύλες.....	25
Κεφάλαιο 3ο : Διατροφική αξία.....	27
3.1 Γενικά στοιχεία .....	27
3.2 Κολοκυθόσπορος.....	27
3.2.1 Θετικές επιδράσεις στην υγεία.....	28
3.3 Λιναρόσπορος.....	29
3.4 Παντζάρι.....	31
3.4.1 Θετικές επιδράσεις στην υγεία.....	34
3.5 Όσπρια .....	35
3.5.1 Ρεβίθια.....	35
3.6 Σόγια .....	36
3.7 Φυτικά έλαια .....	38



3.8 Φυτικές πρωτεΐνες.....	40
Συμπεράσματα.....	40
Βιβλιογραφία .....	41

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λόγω του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού, η ανάγκη για παραγωγή τροφίμων με επαρκή θρεπτικά συστατικά, όπως και μια ικανοποιητική ποσότητα πρωτεϊνών, πρόκειται να αυξηθεί. Επί του παρόντος, υπολογίζεται ότι περίπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι στον κόσμο δεν δύναται να υποστηρίξουν μια διατροφή που παρέχει επαρκείς πρωτεΐνες και ενέργεια. Για την κάλυψη αυτής της ανάγκης, απαιτείται να βρεθούν νέες εναλλακτικές για την παραγωγή πρωτεϊνούχων τροφίμων, με σκοπό την μερική υποκατάσταση των αναγκών για κατανάλωση ζωικών προϊόντων.

Όσον αφορά την παγκόσμια πίεση στη ζήτηση νερού και ενέργειας, η κατανάλωση φυτικών πρωτεϊνών έχει μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον, ως πιο βιώσιμη πηγή λόγω του χαμηλότερου αποτυπώματος άνθρακα σε σύγκριση με τις ζωικές πρωτεΐνες (Apostolidis & McLeay, 2016). Τα τελευταία χρόνια, οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης παρουσιάζουν ιδιαίτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον, καθώς δύνανται να υποκαταστήσουν τις ζωικές. Είναι μια υγιεινή εναλλακτική, δίχως ηθικά διλήμματα, ενώ παράλληλα έχουν μειωμένο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε σύγκριση με την κατανάλωση πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης. (Kornet et al., 2020). Ταυτόχρονα η αντικατάσταση των ζωικών πρωτεϊνών προσφέρει σημαντικά οφέλη για την υγεία.

Στα πλαίσια της στροφής των καταναλωτών προς κατανάλωση φυτικών προϊόντων έχει αναπτυχθεί ο βίγκαν γύρος. Ο βίγκαν γύρος αποτελεί έναν υποκατάστατο του ζωικού γύρου όπου για την δημιουργία του χρησιμοποιούνται φυτικές πηγές πρωτεϊνών, φυτικά έλαια καθώς και τα αντίστοιχα μπαχαρικά ώστε να ομοιάζει στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γύρου.

Για την δημιουργία του βίγκαν γύρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα φυτικών πρωτεϊνών, οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν σαν υποκατάστατα του κρέατος.

Για την χρήση τους όμως στον βίγκαν γύρω οι πρώτες ύλες πρέπει να επεξεργαστούν κατάλληλα ώστε να αποκτήσουν τις επιθυμητές φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες που απαιτούνται για την επίτευξη των τεχνολογικών ιδιοτήτων του βίγκαν γύρου. Αυτές οι διεργασίες περιλαμβάνουν την απομόνωση των πρωτεϊνών καθώς και την ζύμωση των πρώτων υλών ώστε να καταστούν διαθέσιμα θρεπτικά και βιοδραστικά συστατικά που περιέχονται στις πρώτες ύλες.

Ταυτόχρονα οι πρώτες ύλες, όπως και η επεξεργασία των πρώτων υλών με τις κατάλληλες μεθόδους επηρεάζει και τις θρεπτικές ιδιότητες του βίγκαν γύρου. Η επεξεργασία των πρώτων υλών οδηγεί εκτός από την βελτίωση των τεχνολογικών ιδιοτήτων των πρώτων υλών και του βίγκαν γύρου στην απόδοση θρεπτικών ιδιοτήτων στο προϊόν προσφέροντας πολλαπλά οφέλη για την υγεία.

# Κεφάλαιο 1ο : Χορτοφαγική και αυστηρά χορτοφαγική (vegan) διατροφή

## 1.1 Γενικά στοιχεία

Τα τελευταία χρόνια η vegan φιλοσοφία έχει αποτελέσει ένα κίνημα τα οποίο έχει διαδοθεί σε όλο τον κόσμο και το ακολουθούν ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι. Από την αρχαιότητα και σε αρκετές περιοχές του κόσμου οι άνθρωποι βασίζονταν αποκλειστικά στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης για την κάλυψη των διατροφικών τους αναγκών. Τα τελευταία χρόνια αυτή η τάση έχει διαδοθεί.

Για πολλούς αυστηρούς χορτοφάγους, οι διατροφικές επιλογές επικεντρώνονται καλύτερα στη φροντίδα των πόρων της γης και του περιβάλλοντος, ηθικά ζητήματα σχετικά με τη φροντίδα των ζώων, τη χρήση αντιβιοτικών και διεγερτικών ανάπτυξης για την παραγωγή ζώων, την απειλή ασθενειών που μεταδίδονται από ζώα, όπως και τα πλεονεκτήματα για την υγεία μιας φυτικής διατροφής (Winston, 2009). Επιπλέον, άνθρωποι με δυσανεξία στη λακτόζη ή αλλεργίες στα γαλακτοκομικά προϊόντα, ενδείκνυται να καταναλώνουν φυτικά υποκατάστατα για την κάλυψη αυτής της επιθυμίας.

Έτσι η κατανάλωση χορτοφαγικών και αυστηρά χορτοφαγικών τροφίμων βασίζεται τόσο σε φιλοσοφικές και ηθικές προσεγγίσεις, όσο και σε προσεγγίσεις για την υγεία λόγω του οφέλους των φυτικών τροφίμων για την υγεία.

## 1.2 Ιστορικά στοιχεία

Οι χορτοφαγικές δίαιτες αποτελούν διατροφικές πρακτικές που ακολουθούνται από την αρχαιότητα και ιδιαίτερα από τις περιοχές της Ανατολής. Συγκεκριμένα στην Ινδία, η κατανάλωση βόειου κρέατος δεν αποτελεί επιλογή, καθώς οι αγελάδες θεωρούνται ιερές και η προστασία τους θεωρείται πάντοτε δεδομένη. Έτσι η Ινδία αντιπροσωπεύει την σημαντικότερη βάση αναφοράς για χορτοφαγικές δίαιτες. Η φυτική διατροφή του δυτικού κόσμου μπορεί να εντοπιστεί μέχρι και στην αρχαία ελληνική κουλτούρα (Σωκράτης και Ιπποκράτης). Βάση των παραπάνω, αρκετές θρησκείες (π.χ. Ιουδαϊσμός, Βραχμανισμός, Adventism και Ινδουισμός) επιλέγουν την αποχή από το κρέας. Η πρώτη οργανωμένη κοινότητα χορτοφάγων, ιδρύθηκε το 1847 στη Μεγάλη Βρετανία υπό το όνομα "Vegetarian Society", ενώ η λέξη «vegetarian» προέρχεται από την ονομασία αυτής της κοινότητας.

Οι πρώτες έρευνες πάνω στη χορτοφαγία έλαβαν χώρα στη δεκαετία του 1950 και είχαν ως κύριο στόχο την αξιολόγηση των δυσμενών επιπτώσεων αυτού του προτύπου διατροφής. Εν αντιθέσει, τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν πως ο ασπασμός μια χορτοφαγικής δίαιτας επιφέρει οφέλη για την υγεία, πάνω στα οποία επικεντρώθηκαν νέες μελέτες, τις δεκαετίες του 1960 και 1970. Οι πρώτοι ισχυρισμοί για τους προληπτικούς και θεραπευτικούς στόχους μιας τέτοιας δίαιτας, τεκμηριώθηκαν στα τέλη της χιλιετίας.

## 1.3 Φιλοσοφία

Ορισμένοι σύγχρονοι φιλόσοφοι έχουν συζητήσει τη σημασία του αβέβαιου χαρακτήρα και την απόκτηση των αρετών, πέρα από την τήρηση ηθικών προδιαγραφών που απορρέουν από καθολικές αρχές ή καθήκον.

Ο Shafer-Landau, για παράδειγμα, επισημαίνει ότι τα μέχρι τώρα επιχειρήματα σχετικά με τη χορτοφαγία ή την αυστηρή χορτοφαγία βασίζονται σε επιχειρήματα τα οποία ευνοούν στην καλύτερη περίπτωση την κατάργηση της εργοστασιακής γεωργίας, ακόμα "αυτό μας αφήνει να μην έχουμε ηθική υποχρέωση να παραμείνουμε ή να γίνουμε χορτοφάγοι". Ο Shafer-Landau λοιπόν, προτείνει ότι: «Ίσως πρέπει να εγκαταλείψουμε τις δεξιότητες και τις χρηστικές αντιλήψεις και αντί

να επικεντρωθούμε σε ορισμένα χαρακτηριστικά του χαρακτήρα δείχνοντας ότι οι πρακτικές της χρήσης ζώων για φαγητό είναι συνήθως πονηρές» (Korthas et al., 2017).

Ο μετριοπαθής ηθική χορτοφαγία δεν θεωρεί ανήθικο το να καταναλώνει ζώα ή ζωικά προϊόντα. Αντίθετα, εναντιώνεται με την εφαρμογή “μη θεμιτών” πρακτικών στα ζώα, ακόμα και εάν υπάρχουν εναλλακτικές, όπως η χορτοφαγία (Korthas et al., 2017).

Ο Rosalind Husthouse υποστηρίζει πως το σημείο που θα πρέπει να δώσουμε βάση είναι οι αρχές που διέπουν την χρήση ζώων και όχι καθ’ αυτή την χρήση των ζώων. Τόσο ο Regan όσο και ο Singer, αν και προτείνουν διαφορετικούς ηθικούς λογαριασμούς, μοιράζονται την ιδέα ότι δεν υπάρχει ηθικά σχετική διαφορά μεταξύ ζώων και ανθρώπων που θα μπορούσε να δικαιολογήσει την εκμετάλλευση των ζώων. Έτσι, ο Regan υποστηρίζει ότι επειδή τα ζώα είναι «υποκείμενα της ζωής» όπως οι άνθρωποι, με την έννοια ότι αισθάνονται και έχουν επιθυμίες και μια ποικιλία εμπειριών όπως και εμείς και επειδή μπορούν να εμφανιστούν όπως και οι άνθρωποι, έχουν επίσης μια τιμή που πρέπει να την σεβόμαστε. Το πρόβλημα σε αυτά τα είδη επιχειρημάτων είναι πως η ομοιότητα που προτείνουν μεταξύ ανθρώπων και ζώων είναι αμφισβητήσιμη. Στην πραγματικότητα, μπορεί να υποστηριχθεί ότι είναι ένα παράδειγμα του ανθρωπομορφισμού να πούμε ότι οι εμπειρίες μας είναι παρόμοιες με αυτές ορισμένων ζώων με τρόπο που σχετίζεται με την ηθική (Korthas et al., 2017).

Ο Michael Tooley, για παράδειγμα, υποστηρίζει ότι δεν είναι ανήθικο να σκοτώνεις τα περισσότερα ζώα επειδή δεν είναι αρκετά εξελιγμένα γνωστικά για να έχουν μια έννοια της συνεχιζόμενης ύπαρξης. Έτσι, η στέρηση από το μέλλον τους δεν είναι λάθος, καθώς είναι η στέρηση ενός ανθρώπου που γνωρίζει και νοιάζεται για τη συνεχιζόμενη ύπαρξή του (Tooley, 1972). Επιπλέον, όπως υποστηρίζει ο Carl Cohen, η ταλαιπωρία είναι ίση και η ανθρώπινη ταλαιπωρία και η ανθρώπινη ευχαρίστηση είναι πολύ πιο σημαντικά από την ταλαιπωρία των ζώων (ή την ευχαρίστηση τους). Το πρόβλημα με την παραδοχή αυτής της ασυμμετρίας είναι ότι, δεδομένου ότι οι γνωστικές ικανότητες των ζώων δεν είναι αρκετά εξελιγμένες, και έτσι η ταλαιπωρία τους, προτείνεται, δεν είναι τόσο σημαντική όσο η ανθρωπότητα, δεν είναι λάθος, για παράδειγμα να τα σκοτώσει με τρόπους που ελαχιστοποιούν τον πόνο (Cohen, 1986).

#### 1.4 Οφέλη

Η φυτική διατροφή προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα που έχουν αποδειχτεί τις τελευταίες δεκαετίες. Οι χορτοφαγικές δίαιτες έχουν συσχετιστεί με μείωση συνολικά σε θνησιμότητα από ισχαιμικές καρδιακές παθήσεις, υποστηρίζουν την βιώσιμη διαχείριση του βάρους, μειώνουν την ανάγκη για κατανάλωση φαρμάκων, μειώνουν τον κίνδυνο για την εμφάνιση των περισσότερων χρόνιων ασθενειών, μειώνουν την συχνότητα εμφάνισης παθογενών καταστάσεων υψηλού κινδύνου ενώ αντιστρέφουν τις αρνητικές επιπτώσεις ορισμένων καταστάσεων όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Hever, 2016).

Ένα σημαντικό επιχείρημα για τους χορτοφάγους, είναι τα οφέλη που μπορεί να επιφέρει στην ανθρώπινη υγεία μια τέτοια διατροφή, όπως και η πρόληψη διάφορων ασθενειών που μπορεί να προκύψουν από την αυξημένη κατανάλωση κρέατος. Η άποψη αυτή, υποστηρίζεται από πλήθος μελετών που πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια. (Lea and Worsley, 2009). Τα συμπεράσματα μιας αντιπροσωπευτικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ υποδηλώνουν ότι ο επιπολασμός, τα πρότυπα και άλλοι σχετικοί παράγοντες της χορτοφαγικής και vegan διατροφής, είναι πιο σημαντικοί μεταξύ των Αμερικανών όταν κάνουν αυτές τις διατροφικές αλλαγές για να προστατεύσουν την υγεία τους (Cramer et al., 2017).

Μια φυτική διατροφή μπορεί να μειώσει το σωματικό λίπος και έτσι τον βαθμό παχυσαρκίας (Cummings et al., 2002). Πρέπει να προστεθεί, ωστόσο, ότι εάν η συνολική μάζα σώματος είναι επίσης χαμηλότερη, μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη μάζα λίπους.

Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Berkowand & Barnard το 2006, έδειξε πως οι χορτοφάγοι ζυγίζουν λιγότερο σε σχέση με τους μη χορτοφάγους. Συγκεκριμένα από 4,6 έως 12,6 κιλά για τους άνδρες και 2,9 έως 10,6 για τις γυναίκες. Ακολουθώντας μια ισορροπημένη διατροφή, ασθένειες οι οποίες σχετίζονται με την παχυσαρκία, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις και άλλοι παράγοντες κινδύνου, μπορούν να προληφθούν. (Friedewald et al., 2011).

Η μειωμένη πρόσληψη κορεσμένου λίπους θεωρείται επίσης ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την υγεία των χορτοφάγων (Lea and Worsley, 2003). Με τη διεξαγωγή κλινικών δοκιμών σε ανθρώπους, οι ερευνητές έδειξαν ότι τα άτομα που χρησιμοποιούν φυτικές πηγές αλβουμίνης ορού με βάση τα φυτά με μια πιο ευνοϊκή επίδραση στην ισορροπημένη διατροφή τους κατάσταση από ό, τι με τη χρήση μικτής διατροφής. Επίσης, άτομα που ακολουθούν χορτοφαγικές δίαιτες, φαίνεται ότι παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα θρεπτικών συστατικών, όπως φυτοχημικά, φολικό οξύ, αντιοξειδωτικές ενώσεις, μέταλλα όπως Mn και K, όπως και Vit. C και E. Με την κατάλληλη ποσότητα βιταμινών στο αίμα, διευκολύνεται η απορρόφηση σιδήρου φυτικής προέλευσης. (Pomerleau et al., 2003).

Οι φυτικές δίαιτες μπορούν να μειώσουν τους παράγοντες κινδύνου που οδηγούν στην ανάπτυξη ασθενειών, κάτι που αποτελεί εξαιρετικό όφελος για την υγεία. Λιγότερα άτομα βρέθηκαν να πεθαίνουν από καρδιακές παθήσεις και η εμφάνιση διαβήτη τύπου 2, άνοια, χολόλιθοι, νεφροπάθειες, ρευματοειδής αρθρίτιδα και διάφοροι τύποι αλλεργιών φαίνεται να μειώνονται, όταν ο καταναλωτής ακολουθεί μία αυστηρά χορτοφαγική διαίτα (Weinrich, 2019).

Πέραν των παραπάνω, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι η κατανάλωση επεξεργασμένου κόκκινου κρέατος έχει συσχετιστεί με την ανάπτυξη καρδιαγγειακών παθήσεων.

Έχει προηγουμένως αναλυθεί ότι η βελτίωση της υγείας του ατόμου αποτελεί την κύρια κινητήρια δύναμη στις αλλαγές στα διατροφικά πρότυπα και στη μετάβαση σε μια αυστηρά χορτοφαγική διατροφή. Ευεξία και ικανοποίηση, με τη σειρά τους σχετίζονται με την αύξηση του χρόνου που αφιερώνεται σε σωματική δραστηριότητα και αναψυχή. Οπότε, άτομα που ακολουθούν μια χορτοφαγική διαίτα, αναμένεται να έχουν θετικές επιδράσεις στην υγεία, κατ'επέκταση την επίτευξη ενός αισθήματος ευεξίας και ειρήνης. Τα άτομα που υιοθετούν μια φυτική διατροφή συνήθως ξοδεύουν λιγότερα χρήματα για την υγεία και την υγειονομική περίθαλψη, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται η ποιότητα της ζωής τους (Meyer et al., 2006).

Εκτός από το γεγονός πως η κατανάλωση ζώων θεωρείται από μερικούς ανήθικη, άδικη και ανθυγιεινή η αποφυγή των ζωικών προϊόντων μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον. Για την κτηνοτροφία απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις γης, με τις ανάλογες απαιτήσεις σε ζωοτροφές, νερό και ενέργεια. Η μεταβολική δράση των κτηνοτροφικών ζώων, έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή μεγάλης ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου, όπως και οι υποστηρικτικές για την κτηνοτροφία δραστηριότητες, σε σύγκριση με μια συμβατική καλλιέργεια. Σύμφωνα με τα Ηνωμένα Έθνη, η παγκόσμια μετάβαση προς ένα χορτοφαγικό πρότυπο διατροφής είναι απαραίτητη για να «σώσει τον κόσμο από τις χειρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής». Οι καλλιέργειες για την παραγωγή ζωοτροφών, ο καθαρισμός των κτηνοτροφικών μονάδων και η ικανοποίηση της δίψας των ζώων απαιτούν μεγάλη ποσότητα νερού (Korthas et al., 2017).

Τα στοιχεία δείχνουν ότι μια φυτική διατροφή μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματική εκμετάλλευση των οικονομικών πόρων, γεγονός που μπορεί να μειώσει τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ερευνητές κάνουν λόγω για τις θετικές επιδράσεις στην υπερθέρμανση του πλανήτη και τη μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης που μπορεί να επιφέρει η προστασία του περιβάλλοντος με ένα τέτοιο τρόπο. (Candy et al., 2019).

Έχει επιβεβαιωθεί από ένα αυξημένο αριθμό μελετών ότι η υπερβολική παραγωγή κρέατος, η κατανάλωση αυτού και οι συνθήκες στην εργοστασιακή εκμετάλλευση επιβάλλουν μια υπέρμετρη επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον (Vanhonacker et al., 2013). Δείκτες που μετρούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις βρέθηκαν για να δείξουν πιο ευνοϊκά αποτελέσματα σχετικά με όλους τους παράγοντες στην περίπτωση των φυτικών προϊόντων από ό, τι στην περίπτωση των μεσογειακών δίαιτων (προϊόντα με βάση το κρέας και ψάρια) (Castane and Anton, 2017). Στη Δανία, χρησιμοποιήθηκαν οι λεγόμενες εκτιμήσεις κύκλου ζωής (AKZ) για τη σύγκριση παραδοσιακών διαίτων με χορτοφαγικές και αυστηρά χορτοφαγικές, βάσει παραγόντων που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι δύο δίαιτες με βάση τα φυτά (χορτοφαγική και vegan) δείχνουν πως έχουν καλύτερα αποτελέσματα από ότι μία μικτή διατροφή.

## Κεφάλαιο 2ο : Vegan γύρος

### 2.1 Γενικά-Τι είναι

Η κατανάλωση φυτικών πρωτεϊνικών τροφών ως υποκατάστατο του κρέατος φαίνεται πως αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα. Το μεγαλύτερο μεταξύ αυτών, είναι η απροθυμία των καταναλωτών να πραγματοποιήσουν διατροφικές αλλαγές όπως η μείωση της κατανάλωσης κρέατος λόγω γευστικού σκοπού ή και καθαρά λόγω προκατάληψης.

Για τον λόγο αυτό έχει μελετηθεί εκτενώς η παραγωγή προϊόντων υποκατάστατων κρέατος που προσομοιάζουν στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πραγματικού κρέατος, ενώ παράλληλα ακολουθούν μια βιώσιμη παραγωγική διαδικασία.

Πλέον διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή κι επεξεργασία πρωτεϊνών από φυτικές πηγές. Μεταξύ αυτών τω τεχνολογικών μεθόδων επεξεργασίας χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προϊόντων υποκατάστατων κρέατος.

Έτσι ένα τυπικό φυτικό υποκατάστατο κρέατος εκτός από πρωτεΐνες περιέχει και μια σημαντική ποσότητα νερού, αρωματικών υλών, λιπών και ελαίων, συνδεδετικών παραγόντων και χρωστικών. Για να παραμείνει το προϊόν υγιεινό, στα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά συστατικά τα οποία είναι ιδιαίτερα εξευγενισμένα.

### 2.2 Φυτικές πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης, συναντώνται σε διάφορες πηγές και διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. πρωτεΐνες οσπρίων (π.χ. μπιζέλια, φασόλια, ρεβίθια, φακές και λούπινα)
2. πρωτεΐνες ελαιούχων σπόρων (σόγια, φιστίκι, λιναρόσπορος και ελαιοκράμβη / canola)
3. πρωτεΐνες δημητριακών και ψευδοδημητριακών (σιτάρι, καλαμπόκι ρύζι, βρώμη, κριθάρι και σόργο)

Μεταξύ όλων των φυτικών πρωτεϊνών, που χρησιμοποιούνται σήμερα από τη βιομηχανία τροφίμων, η πλειονότητα προέρχεται από σόγια και σιτάρι. Ωστόσο, εντοπίζονται κι άλλες πηγές πρωτεϊνών, όπως το μπιζέλι και το ρύζι τα οποία έχουν εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια ως πολλά υποσχόμενες πηγές φυτικών πρωτεϊνών (Koeberl et al., 2014).

Η πρώτη προσπάθεια κατάταξης των φυτικών πρωτεϊνών σε διαφορετικά κλάσματά, έγινε από τον Thomas B. Osborne στις αρχές του 20ού αιώνα. Η πρόταση του, ήταν ένα σύστημα ταξινόμησης για τις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης, με βάση την εκχυλισιμότητα και τη διαλυτότητα τους σε διαφορετικούς διαλύτες (Osborne, 1908). Με αυτό το σύστημα, επετράπη η γενική κατανομή των πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες: γλουτελίνες, λευκωματίνες, προλαμίνες και σφαιρίνες.

- Οι λευκωματίνες, οι οποίες αποτελούνται από ένα υδατοδιαλυτό κλάσμα πρωτεΐνης που μπορούν να πήξουν με θέρμανση.
- Οι σφαιρίνες, οι οποίες είναι αδιάλυτες στο νερό αλλά διαλυτές σε διαλύματα αραιωμένων αλάτων (π.χ. 0,1 mol L<sup>-1</sup> NaCl).
- Οι προλαμίνες, οι οποίες έχουν την ιδιαιτερότητα να είναι ανθεκτικές στη θερμότητα και είναι και οι δύο αδιάλυτες στο νερό και τα αλατούχα διαλύματα, αν και είναι διαλυτές σε συμπυκνωμένα (60-70% ο / ο) υδατικά διαλύματα αλκοόλης.

- Οι γλουτελίνες, οι οποίες είναι επίσης αδιάλυτες στο νερό, αλλά αραιωμένο διάλυμα οξέος ή αλκαλίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση της διαλυτοποίησης και εκχύλισης τους (Lafarga, 2018).

Με το πέρασμα του χρόνου, η κλασμάτωση πρωτεϊνών έχει πλέον τελειοποιηθεί, ενώ έχει ήδη αποδειχθεί ότι αυτές οι τέσσερις κύριες κατηγορίες πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης, εξακολουθούν να αποτελούνται από έναν σύνθετο συνδυασμό πρωτεϊνών. Επίσης, ανάλογα με το είδους του φυτού ή ακόμα και το υπο-είδος, βρέθηκε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στις πρωτεϊνικές ομάδες και το μέγεθος αυτών.

### 2.2.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες

Η συμπεριφορά των φυτικών πρωτεϊνών στα συστήματα τροφίμων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνολογικές και λειτουργικές τους ιδιότητες. Προκειμένου να κατανοήσουν πλήρως τη συμπεριφορά τους, τα δομικά χαρακτηριστικά των πρωτεϊνών (π.χ. σύνθεση, δομή και διαμόρφωση αμινοξέων) πρέπει να εξεταστούν και να σχετίζονται με τις τεχνολογικές λειτουργικές ιδιότητές τους όπως διαλυτότητα, ικανότητα συγκράτησης νερού / λαδιού, ιξώδες, μηχανισμοί συσσωμάτωσης και διεπιφανειακές ιδιότητες, υπεύθυνος για τις ικανότητες αφρισμού και γαλακτωματοποίησης (Lafarga, 2018).

Εκτός από τους εγγενείς παράγοντες της πρωτεΐνης, η λειτουργικότητα εξαρτάται επίσης από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το pH, τη θερμοκρασία και την ιοντική ισχύ, καθώς και την επίδραση επεξεργασίας που είναι εγγενής στην επιλεγμένη μεθοδολογία εκχύλισης ή / και καθαρισμού (Argyee et al., 2018).

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης, επηρεάζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτών, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται η εμφάνιση, η υφή και η σταθερότητα των μητρών τροφίμων (Pojić et al., 2018).

Η διαλυτότητα έχει σημαντικό ρόλο, καθώς λειτουργικές ιδιότητες, όπως η ικανότητα γαλακτωματοποίησης, πηκτωματοποίησης και αφρισμού, επηρεάζονται άμεσα από αυτή. Η διαλυτότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από ενδογενείς παράγοντες, όπως την δομή των πρωτεϊνών, την ισορροπία μεταξύ των διαφόρων υδρόφιλων και υδρόφοβων υπολειμμάτων, αλλά και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το pH, την ιοντική ισχύ, το επιφανειακό φορτίο, τη θερμοκρασία και τον τύπο του διαλύτη. Το pH παίζει σημαντικό ρόλο στην διαλυτότητα των πρωτεϊνών. Σε ένα εύρος τιμών pH γύρω από το ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών, η διαλυτότητα τους μειώνεται, ευνοώντας έτσι τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών καθώς το φορτίο της πρωτεΐνης μηδενίζεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαμοριακή ηλεκτροστατική απώθηση μεταξύ των μορίων πρωτεΐνης. Αντίστοιχα, η διαλυτότητά των πρωτεϊνών αυξάνεται όταν το pH του συστήματος απομακρύνεται από το ισοηλεκτρικό σημείο αυτών (Bessada et al., 2019).

Οι Zhang et al., (2020) μελέτησαν την διαλυτότητα των πρωτεϊνών σε συσχέτιση με το pH σε πρωτεΐνες μπιζελιού, σόγιας, σιταριού και ρυζιού. Το ισοηλεκτρικό τους σημείο εκτιμήθηκε ότι ήταν περίπου pH 4–6 για τα μπιζέλια, 4–5 για τη σόγια και 6–7 για το σιτάρι, στο οποίο η καθίζηση πρωτεϊνών ήταν σχεδόν πλήρης. Μελέτες που έγιναν στην πρωτεΐνη σίτου, έδωσαν τέτοια αποτελέσματα, ώστε με την τοποθέτηση των τιμών σε γράφημα pH/ διαλυτότητας πρωτεΐνης, λαμβάνεται μια συμμετρική καμπύλη σε σχήμα “U”, πράγμα που αποδεικνύει ότι τόσο σε αλκαλικά, όσο και όξινα διαλύματα, η διαλυτότητα των πρωτεϊνών επηρεάζεται ισόβαθμα, βάση της διαφοράς pH του διαλύματος με το pH του ισοηλεκτρικού σημείου. Για τις πρωτεΐνες μπιζελιού και σόγιας, λαμβάνεται προφίλ διαλυτότητας με ασύμμετρο σχήμα, πράγμα που δείχνει πως οι παραπάνω



πρωτεΐνες έχουν καλύτερη διαλυτότητα σε αλκαλικά διαλύματα απ' ό,τι σε όξινα. Τέλος, η πρωτεΐνη ρυζιού σε αντίθεση με τις υπόλοιπες φυτικές πρωτεΐνες, είναι σχεδόν αδιάλυτη σε όλες τις τιμές pH.

Οι πρωτεΐνες έχουν την ικανότητα να απορροφούν νερό. Ως ικανότητα απορρόφησης νερού (WAC) ορίζεται ως η ποσότητα νερού που απορροφάται από 1 γραμμάριο πρωτεΐνης. Ομοίως, ως ικανότητα απορρόφησης λίπους / ελαίου (FAC / OAC) ορίζεται ως η ποσότητα λίπους / ελαίου που μπορεί να απορροφήσει 1 γραμμάριο σκόνης πρωτεΐνης ή αλεύρου. Αυτές θεωρούνται δύο ιδιαίτερα σημαντικές παράμετροι, που έχουν βαθιά επίδραση στην υφή (π.χ. χυμώδης, τρυφερότητα και αίσθηση στο στόμα) και τη διατήρηση της γεύσης (Bessada et al., 2019). Η ικανότητα απορρόφησης λιπών και ελαίων είναι μια εξαιρετικά σημαντική παράμετρος στη διαμόρφωση των τροφίμων στα οποία τα λιπαρά/έλαια επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά υφής των τροφίμων. Η θέση των πολικών αμινοξέων στις θέσεις αλληλεπίδρασης πρωτεΐνης-νερού έχει συσχετιστεί με το WAC, ενώ τα μη πολικά αμινοξέα σε περιοχές αλληλεπίδρασης πρωτεΐνης-ελαίου καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το ποσοστό απορρόφησης λιπαρών.

Όπως αναφέρθηκε πρόσφατα από τον Zhao και τους συνεργάτες του (2020), παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών ικανότητας συγκράτησης νερού ανάμεσα στις πρωτεΐνες δημητριακών και ελαιούχων σπόρων. Το σιτάρι και το ρύζι παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές ικανότητας απορρόφησης νερού, περίπου 1 γραμμάριο νερού / γραμμάριο πρωτεΐνης. Αντίθετα οι πρωτεΐνες μπιζελιών και σόγιας είχαν ικανότητα απορρόφησης 5 και 3 γραμμάρια νερού / γραμμάριο πρωτεΐνης αντίστοιχα. Αντίθετα, η ικανότητα απορρόφησης λίπους / ελαίου είναι παρόμοια για όλες τις πρωτεΐνες που μελετήθηκαν. (Zhao et al., 2020).

Η ικανότητα γαλακτωματοποίησης και αφρισμού των πρωτεϊνών, παίζουν σημαντικό ρόλο στην δομή, την σταθερότητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων. Όπως είναι γνωστό, οι πρωτεΐνες έχουν όξινα και αλκαλικά άκρα. Παρουσιάζουν δηλαδή μια αμφίφιλη φύση. Η ικανότητά τους να απορροφούνται στη διεπαφή σταγονιδίων λαδιού ή αέρα επιτρέπει την ανάπτυξη σταθερών υμενίων και διασπορών, ενεργώντας έτσι ως γαλακτωματοποιητές. Όταν το έλαιο βρίσκεται σε διεσπαρμένη μορφή μέσα σε μια συνεχή υδατική φάση, ή αέρας παγιδεύεται μέσα σε ένα φιλμ, σχηματίζονται γαλακτώματα και αφροί αντίστοιχα. (Bessada et al., 2019).

Η γαλακτωματοποιητική ικανότητα των πρωτεϊνών, επηρεάζεται εξίσου από τα εγγενή τους χαρακτηριστικά, όπως το μοριακό βάρος, τη σύνθεση των αμινοξέων, τη σταθερότητα διαμόρφωσης, την αναλογία υδρόφιλων και υδρόφοβων συστατικών στην επιφάνεια, αλλά και από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το pH, την ιοντική ισχύ και τη θερμοκρασία. (Bessada et al., 2019). Λόγω των ιδιοτήτων γαλακτωματοποίησής τους, οι πρωτεΐνες σόγιας έχουν διερευνηθεί περισσότερο από άλλες φυτικές πρωτεΐνες. Παρ' όλα αυτά, πρωτεΐνες από όσπρια, όπως μπιζέλι, λούπινο και ρεβίθια, έχουν αποδείξει ότι διαθέτουν γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες παρόμοιες με τις πρωτεΐνες σόγιας (Bessada et al., 2019). Μελέτες έδειξαν πως οι πρωτεΐνες σόγιας και μπιζελιού εμφάνισαν παρόμοιες γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της πρωτεΐνης σόγιας. Αντίθετα, η πρωτεΐνη σίτου και ρυζιού εμφάνισε γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες σημαντικά λιγότερο εμφανείς (κάτω από 40 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> και 20 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, αντίστοιχα) σε σύγκριση με άλλες πρωτεΐνες. Γαλακτωματοποιητικές ικανότητας παρόμοιες με αυτές της καζεΐνης, παρουσιάζουν οι πρωτεΐνες από πίτουρο ρυζιού. (Fabian & Ju, 2011).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι φυτικές πρωτεΐνες διαθέτουν επίσης ιδιότητες αφρισμού, οι οποίες συνήθως αξιολογούνται ως προς την ικανότητα αφρισμού (FC) και τη σταθερότητα αφρισμού (FS). Η ικανότητα αφρισμού, αξιολογείται από τον όγκο του αέρα που μπορεί αν ενσωματωθεί κατά το χτύπημα, ενώ η σταθερότητα αφρισμού αξιολογείται από τη διατήρηση του αφρού για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μπορεί να υπάρχει σχέση μεταξύ του επιφανειακού φορτίου της

πρωτεΐνης και του αφρισμού, καθώς ένα μεγαλύτερο φορτίο προάγει την αποδυνάμωση των υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων, προκαλώντας έτσι αύξηση της διαλυτότητας της πρωτεΐνης, επιτρέποντάς τους να διασπαστούν γρήγορα και να ενσωματώσουν σωματίδια αέρα (Shevkani et al., 2019).

Οι πρωτεΐνες λούπινου και μπιζελιού συγκριτικά με της σόγιας, παρουσιάζουν καλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού και λαδιού. Οι φυτικές πρωτεΐνες αποτελούν ενδιαφέρουσες εναλλακτικές για τη βιομηχανία τροφίμων, καθώς έχουν καλές ικανότητες γαλακτωματοποίησης και αφρισμού, ανάλογες των ήδη εδραιωμένων στη βιομηχανία γαλακτωματοποιητών. Έτσι καθίσταται δυνατή η παραγωγή φυτικών προϊόντων, με παρόμοιες ιδιότητες με αυτές των ζωικών πρωτεϊνών. Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί η ικανότητα πηκτωματοποίησης των πρωτεϊνών που είναι εξίσου σημαντική για τη βιομηχανία τροφίμων. Μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας, όπως θέρμανση, πίεση, χημικές και ενζυματικές μέθοδοι για την πρόκληση της ζελατινοποίησης (Bessada et al., 2019).

Όταν οι πρωτεΐνες ξεδιπλώνουν τα υδρόφοβα υπολειμματικά αμινοξέα, με αποτέλεσμα να εκτίθενται στις δυνάμεις έλξης μεταξύ των υδρόφοβων περιοχών σε διάφορες πρωτεΐνες. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές, σταθεροποιούνται με διάφορους μηχανισμούς, όπως οι δεσμοί υδρογόνου, οι δισουλφιδικοί δεσμοί και οι αλληλεπιδράσεις Van der Waals. Αποτέλεσμα είναι η μη αντιστρέψιμη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών. Με τη διασπορά του φαινομένου αυτού, δημιουργείται ένα τρισδιάστατο δίκτυο, όπου αν η πρωτεΐνη βρίσκεται σε ικανοποιητική συγκέντρωση, γίνεται ο σχηματισμός της πηκτής (Ramos et al., 2017). Η τελική δομή της πηκτής επηρεάζεται από ενδογενείς και περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το pH, η ιοντική ισχύς, το μοριακό βάρος, και αντίστοιχα η θερμοκρασία σε συνδιασμό με μέθοδο επεξεργασίας (Lin et al., 2017).

Η μέτρηση της ικανότητας πηκτωματοποίησης της πρωτεΐνης πραγματοποιείται με την ελάχιστη συγκέντρωση πρωτεΐνης που απαιτείται για την πήξη (ορίζεται ως «ελάχιστη συγκέντρωση ζελατινοποίησης») (Zhao et al., 2020). Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει πως οι σφαιρίνες φυτικής προέλευσης από διάφορες πηγές (π.χ. βαμβάκι, *cis*, κανόλα, λούπινο, μπιζέλια και σόγια) έχουν καλή ικανότητα να σχηματίζουν πηκτές με διάφορα χαρακτηριστικά όταν θερμανθούν. Συμπληρωματικά, υπάρχουν μελέτες που καταδεικνύουν πως οι σφαιρίνες φυτικής προέλευσης, έχουν ανάλογη συμπεριφορά με τις σφαιρίνες γάλακτος, κατά τη θερμική επεξεργασία. Ωστόσο, υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω έρευνα, πριν κατανοηθούν πλήρως οι μηχανισμοί και οι διαφορές σχηματισμού γέλης μεταξύ αυτών των δύο.

Τα πηκτώματα από φυτικές πρωτεΐνες παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες ικανότητες πηκτωματοποίησης, κατάλληλες για συγκεκριμένες εφαρμογές και ευανάγνωστες για συντονισμό κατά τη διαδικασία παραγωγής των τροφίμων στα οποία πρόκειται να ενσωματωθούν. Τα πηκτώματα από προϊόν απομόνωσης σόγιας (SPI) είναι ισχυρότερα σε σύγκριση με αυτά της πρωτεΐνης λούπινου (LPI), καθιστώντας τα μια καλή επιλογή για την ανάπτυξη λιγότερο ιξώδων τροφίμων μετά το πέρας της θερμικής επεξεργασίας. (Berghout et al., 2015).

## 2.3 Παραγωγική διαδικασία

### 2.3.1 Παραλαβή πρωτεϊνών από φυτικό υλικό και προσθήκη

Οι πρωτεΐνες είναι σημαντικά δομικά στοιχεία βιώσιμης, υγιεινής διατροφής, καθώς συμβάλλουν ουσιαστικά στην ανθρώπινη διατροφή, όχι μόνο ως απαραίτητη πηγή αμινοξέων, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις κωδικοποιώντας, εντός της δομής τους, ορισμένα βιολογικά ενεργά πεπτιδικά που έχουν σημασία για την υγεία και την ευημερία του ατόμου.

Μέχρι σήμερα, κύριο μέλημα της βιομηχανίας τροφίμων για την ανάπτυξη συνθετικών τροφίμων με αυξημένη διατροφική αξία, είναι η παραγωγή τροφίμων με αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Ταυτόχρονα κατά μια αυστηρά χορτοφαγική διατροφή λόγω του αποκλεισμού τροφών ζωικής προέλευσης, είναι απαραίτητη η εύρεση αντίστοιχων φυτικών πηγών για την λήψη των απαραίτητων πρωτεϊνών που θα καλύψουν τις καθημερινές ανάγκες. Για τους παραπάνω σκοπούς, στο επίκεντρο της έρευνας βρίσκεται η συμπεριφορά των συστατικών κατά την επεξεργασία, η ικανότητα δημιουργίας διαφόρων δομών και τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου.

Οι φυτικές πρωτεΐνες θεωρούνται λειτουργικά συστατικά με διάφορους ρόλους στα σκευάσματα τροφής, όπως παράγοντες πήξης, σταθεροποιητές, γαλακτωματοποιητές, συνδετικοί παράγοντες για τα λιπαρά και το νερό.

Επιπλέον, ορισμένες πρωτεΐνες έχει παρατηρηθεί πως παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Jafari et al., 2020). Οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για την ανάπτυξη πεπτιδίων με βιολειτουργικές δράσεις. Ωστόσο η επεξεργασία και ο χειρισμός των φυτικών πρωτεϊνών καθίσταται δύσκολος, καθώς είναι ευαίσθητες στις αλλαγές του pH και της θερμοκρασίας, με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό, περιορίζοντας τις εφαρμογές τους (Wakulasuriya et al., 2018). Η πλειοψηφία των φυτικών πρωτεϊνών, είναι μείγματα διαφόρων πρωτεϊνών με μεταβλητά κλάσματα. Έχουν ένα ευρύ φάσμα ισοιονικού σημείου αντί για ένα μονό. Παραδείγματα αποτελούν ο λιναρόσπορος, το μπιζέλι και η σόγια. Επομένως, απαιτείται η διαμόρφωση των χαρακτηριστικών τους για τη βελτίωση της λειτουργικότητάς τους.

Μειονέκτημα των φυτικών πρωτεϊνών σε σύγκριση με τις ζωικές, μπορεί να θεωρηθεί η παρουσία αντιθρεπτικών συστατικών. Οι ενώσεις αυτές συντίθενται με φυσικό τρόπο στα φυτά, με σκοπό την προστασία αυτών και των καρπών ή σπόρων τους, από μικροοργανισμό, ζώα, έντομα και άλλους οργανισμούς. Οι δυσμενείς επιπτώσεις των αντιθρεπτικών συστατικών μπορούν να μειωθούν ή να εξαλειφθούν πλήρως με κατάλληλη επεξεργασία (Avilés-Gaxiola et al., 2018). Κάποιες πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης μπορεί επίσης να επιφέρουν δυσάρεστα χαρακτηριστικά στα τρόφιμα, όπως η εμφάνιση πικρής γεύσης. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με κατάλληλες επεξεργασίες.

Μακροχρόνιες μελέτες με σκοπό την ανάπτυξη ποικιλιών σπόρων με βέλτιστα χαρακτηριστικά, όπως και η συνεχής ανάπτυξη νέων μεθόδων για την απομόνωση των εμπειεχόμενων πρωτεϊνών, είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία συστατικών με υψηλή διαθρεπτική αξία και λειτουργικά χαρακτηριστικά για την παραγωγή τροφίμων. Αυτή η ερευνητική πορεία οδήγησε στη χρήση φυτικών πρωτεϊνών σαν εναλλακτικές πηγές πρωτεϊνών σε διάφορα προϊόντα όπως στην προκειμένη περίπτωση, ο vegan γύρος.

Η μειωμένη ικανότητα των εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης να προσδίδουν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα τρόφιμα, είναι το κύριο εμπόδιο που συναντάται. Αυτά τα συστατικά παίζουν σημαντικό ρόλο στα σκευάσματα για τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων και αφρών ή για την παραγωγή πηκτωμάτων, πρωτεϊνικών ροφημάτων. Χωρίς την επεξεργασία των τροφίμων οι λαμβανόμενες πρωτεΐνες γίνονται πιο φιλικές προς τους καταναλωτές ενώ ξεπερνούνται οι οποίες τεχνολογικές προκλήσεις που προκύπτουν χωρίς να διακυβεύεται η διαθρεπτική αξία των τροφίμων.

Το προφίλ αμινοξέων που λαμβάνεται από την κάθε μια φυτική πρωτεΐνη δεν είναι επαρκές και κατάλληλο για να υποστηρίξει πλήρως μια καθημερινή διατροφή. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται συνδυασμός από συμπληρωματικές πηγές πρωτεϊνών, ώστε να επιτευχθεί ένα κατάλληλο προφίλ αμινοξέων (Day, 2013).

### 2.3.2 Ανασύσταση

Η ανασύσταση περιλαμβάνει την διαμόρφωση των τροφίμων με την χρήση φυσικών προϊόντων με σκοπό να συμπεριληφθούν επιπλέον οφέλη. Προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες, λίπη, αλάτι, φωσφορικά άλατα και άλλα συνθετικά συστατικά αλλά πλούσια σε φυτικές ίνες, αντιοξειδωτικά και άλλα βιοδραστικά συστατικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανασύσταση του εκάστοτε προϊόντος, επιφέροντας παράλληλα και θετικές επιπτώσεις στην υγεία του καταναλωτή και τροποποιώντας τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του. Μέχρι τώρα, η χρήση τέτοιων προϊόντων από τη βιομηχανία τροφίμων, έχει περιορισμένη εφαρμογή.

Η διαθρεπτική αξία και οι λειτουργικές ιδιότητες των τροφίμων, προσδίδονται από το σύνολο των εμπεριεχομένων μακροθρεπτικών συστατικών, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες σε μορφή σακχάρων, λιπαρά και φυτικές ίνες. Οι φυτικές ίνες για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι έχουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο του βάρους, καθώς προσφέρουν αίσθηση κορεσμού με μειωμένη πρόσληψη θερμίδων σε σχέση με τις ζωικές πρωτεΐνες (Neacsu et al., 2014).

Σε αρκετές περιπτώσεις για την διαμόρφωση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες του vegan γύρου, προστίθενται και φυτικές πρωτεΐνες ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν κι άλλα σημαντικά οφέλη. Οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών περιλαμβάνουν ενίσχυση του ιξώδους, δέσμευση νερού, ζελατινοποίηση, αερισμό, αφρισμό και γαλακτωματοποίηση με τις ανάλογες επιπτώσεις στη γεύση, την υφή και το χρώμα του προϊόντος.

Οι φυτικές ίνες, αποτελούνται από συστατικά που είναι άπεπτα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ρόλος τους στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία είναι σημαντικός. Η προσθήκη τους στον vegan γύρο προσφέρει θετικά οφέλη για την υγεία του εντέρου ιδιαίτερα στα πλαίσια μίας διατροφής υψηλής σε πρωτεΐνη.

### 2.3.3 Φυτοχημικές ενώσεις και αντιθρεπτικά συστατικά.

Ως αντιθρεπτικά συστατικά, ταξινομούνται οι φυτοχημικές ενώσεις που βρίσκονται στα φυτά. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Τα φαινολικά οξέα. Τα φαινολικά οξέα κατανέμονται ευρέως σε ολόκληρο το φυτικό βασίλειο και προσελκύουν μεγάλη επιστημονική προσοχή λόγω της πιθανής βιοδραστικότητάς τους.

## 2.4 Συστατικά

### 2.4.1 Λιναρόσπορος

Ο λιναρόσπορος είναι μια σημαντική καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων που παρέχει υγιεινά συστατικά τροφίμων, όπως λάδι, πρωτεΐνες, φυτικές ίνες και λιγνάνες. Η περιεκτικότητα του λιναρόσπορου σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 18 έως 22 % επί του συνολικού βάρους του σπόρου, αναλόγως με την γεωγραφική προέλευση και την ποικιλία. Η πρωτεΐνη λιναρόσπορου αποτελείται από δύο κλάσματα πρωτεΐνης: ένα διαλυτό σε αλάτι, κλάσμα υψηλού μοριακού βάρους (11S-12S) και ένα υδατοδιαλυτό, κλάσμα χαμηλού μοριακού βάρους (1.6S – 2S). Έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε ασπαρτικό οξύ, αργινίνη, λευκίνη και γλουταμικό οξύ, ενώ λόγω του πρωτεϊνικού προφίλ της, αποτελεί ένα από τα πιο συχνά καταναλισκόμενα τρόφιμα με ποικίλες εφαρμογές ως λειτουργικό τρόφιμο.

Η βιομηχανία τροφίμων δείχνει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις εφαρμογές του λιναρόσπορου ως ένα βιολειτουργικό συστατικό με ποικίλες εφαρμογές. Τα προϊόντα διατροφής που συμπληρώνονται με λιναρόσπορο κερδίζουν δημοτικότητα λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες, διαλυτές ίνες και φυτοχημικά. Για τον λόγο αυτό ο λιναρόσπορος

χρησιμοποιείται σαν λειτουργικό συστατικό σε μία σειρά από διάφορους τύπους τροφίμων είτε ολόκληρος είτε αλεσμένος.

Μείγμα πρωτεΐνης λιναρόσπορου με νερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο αυγού, βρίσκοντας ποικίλες εφαρμογές σε μια χορτοφαγική δίαιτα. Ιδιαίτερα προϊόντα φούρνου όπως κέικ, μπισκότα και τηγανίτες, φαίνεται να έχουν ελαφρώς καλύτερη υφή και χαμηλότερο όγκο από τα συμβατικά τρόφιμα.

Τα προϊόντα που περιέχουν λιναρόσπορο παρουσιάζουν σταθερότητα με το πέρασμα του χρόνου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ενώ αποτελούν μία πλούσια πηγή α-λινολειακού οξέος (Kaija et al., 2015).

Λόγω της αυξανόμενης τάσης για την αντικατάσταση ζωικών πρωτεϊνών με φυτικές πρωτεΐνες σε διάφορες συνταγές τροφίμων, οι φυτικές πρωτεΐνες αποτελούν το αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών, για τις φυσικοχημικές και λειτουργικές ιδιότητες του. Η πρωτεΐνη λιναρόσπορου, φαίνεται να έχει ένα σύνολο θεμιτών χαρακτηριστικών, καθώς έχει υψηλή γαλακτωματοποιητική δράση, καλή ικανότητα αφρισμού και είναι ένα ευρέως αποδεκτό συστατικό για τους καταναλωτές.

Η εφαρμογές του λιναρόσπορου στη βιομηχανία τροφίμων συναντώνται κυρίως σε μορφή λαδιού ή σε ολόκληρους σπόρους. Η παρέμβαση του λιναρόσπορου στην απομόνωση πρωτεϊνών και η έλλειψη αποτελεσματικών μεθόδων εκχύλισης, αποτρέπουν την ευρύτερη χρήση του προϊόντος απομόνωσης πρωτεΐνης λιναρόσπορου (FPI). Έρευνες έχουν δείξει, πως πολυσακχαρίτες που βρίσκονται στην επιφάνεια του σπόρου, εμποδίζουν το διαχωρισμό, λόγω της ικανότητας τους να απορροφούν νερό, αυξάνοντας τον όγκο τους σε υδατικό περιβάλλον. Η απομάκρυνση αυτών των πολυσακχαριτών μπορεί να οδηγήσει στην ανάκτηση της καθαρής πρωτεΐνης πράγμα που μπορεί να πραγματοποιηθεί και με την χρήση ενζύμων (Kaushik et al., 2016).

#### 2.4.4 Παντζάρι

Το παντζάρι παρουσιάζει ιδιαίτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον, καθώς οι εφαρμογές του στη βιομηχανία τροφίμων ποικίλουν.

Τα παντζάρια μπορούν να χαρακτηριστούν ως μια υπερτροφή, καθώς βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές στην ανάπτυξη τροφίμων, για τα χαρακτηριστικά που προσδίδουν, όπως το χρώμα, το άρωμα και τη διαθρεπτική του αξία. Πέραν από τις επιλογές που δίνονται ως πρόσθετο, οι οποίες έχουν διερευνηθεί από τόσο τη βιομηχανία, όσο και από ερευνητές. Μπορούν να καταναλωθούν επίσης μαγειρεμένα ή και ωμά.

Οι φυσικές χρωστικές που εντοπίζονται στα παντζάρια, δύνανται για την ανάπτυξη ενός υγιεινού και ασφαλούς προϊόντος. Είναι προτιμότερες από τις συνθετικές χρωστικές για ένα υγιεινό προϊόν αλλά μειονεκτούν λόγω της ευαισθησίας τους στη θερμική επεξεργασία. Για τη βέλτιστη σταθερότητας του χρώματος, προτείνεται το προ-μαγείρεμα (ξήρανση σε φούρνο μικροκυμάτων με κενό) ή ζύμωση. Τα παραπάνω έχουν ευνοϊκές επιδράσεις και στην αντιοξειδωτική δράση του προϊόντος, Αντίθετα αποτελέσματα, επιτυγχάνονται όταν η ξήρανση γίνει με ρεύμα θερμού αέρα.

Τα παντζάρια εντοπίζονται σε δύο κύριες μορφές με τις οποίες και χρησιμοποιούνται : τα αλεσμένα παντζάρια και τον χυμό παντζαριών. Ο χυμός παντζαριού μπορεί να αποξηραθεί και να χρησιμοποιηθεί σαν σκόνη στα τρόφιμα.

Στον vegan γύρο το παντζάρι προστίθεται σε μορφή σκόνης για να προσδώσει χρώμα, πρωτεΐνες αλλά και φυτικές ίνες.

#### 2.4.5 Όσπρια

Τα όσπρια όπως τα ρεβίθια, μπιζέλια και οι φακές αποτελούν σημαντικές πηγές πρωτεϊνών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή vegan γύρου. Σημαντική θέση έχει το μπιζέλι, το οποίο σε αντίθεση με τα υπόλοιπα όσπρια, μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλες τις κλιματικές ζώνες και είναι εύκολο στην επεξεργασία.

Πρωτεΐνες οσπρίων από μπιζέλι, φακές, λούπινο, ρεβίθια, φασόλι και άλλους τύπους πρωτεϊνών έχουν μελετηθεί για τις λειτουργικές τους ιδιότητες όπως η γαλακτωματοποίηση, σταθεροποίηση αφρού και σχηματισμός πηκτής (Gumus et al., 2017). Μεταξύ αυτών των φυτικών πρωτεϊνών, η πρωτεΐνη μπιζελιού έχει κερδίσει μεγάλη προσοχή αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα κρέατος και υποκατάστατα κρέατος καθώς και για την βελτίωση των χαρακτηριστικών προϊόντων ή υποκατάστατων κρέατος.

Οι πρωτεΐνες μπιζελιού παρουσιάζουν τα καλύτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά που θα αναλυθούν στο κεφάλαιο 2.5.5.2. Αμέσως μετά οι πρωτεΐνες μπιζελιού, ρεβιθιού, φακής και λούπινου έχουν επίσης αρκετά καλές ιδιότητες σταθεροποίησης γαλακτώματος και αφρού (Boye et al., 2010). Όμως το γεγονός πως οι πρωτεΐνες από φακές και λούπινο παρουσιάζουν χαμηλότερη ικανότητα πηκτωματοποίησης από την σόγια περιορίζουν το εύρος εφαρμογών τους. Από την άλλη πλευρά οι πρωτεΐνες φασολιού και ρεβιθιού παρουσιάζουν καλές ιδιότητες πηκτωματοποίησης και, ως εκ τούτου, είναι πιο ελπιδοφόρες για την αντικατάσταση του κρέατος σε προϊόντα υποκατάστατα κρέατος (Aydemir and Yemenicioglu, 2013).

Στην περίπτωση που τα συστατικά μετά την κλασμάτωση των πρωτεϊνών των οσπρίων δεν διαθέτουν τα επιθυμητά λειτουργικά χαρακτηριστικά μπορούν να εφαρμοστούν περαιτέρω βήματα για την βελτίωση της σύνθεσης και της λειτουργικότητας των πρωτεϊνών.

Η τελική δομή των πρωτεϊνών επηρεάζεται από αλλαγές στο περιβάλλον (π.χ. περιεκτικότητα σε αλάτι και ασβέστιου, το pH και η αύξηση της υδροστατικής πίεσης) κατά την κλασμάτωση, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι λειτουργικές ιδιότητες του προϊόντος, όπως η ζελατινοποίηση. (Langton et al., 2020). Θερμικές επεξεργασίες μετά την επεξεργασία των συστατικών, όπως το προμαγείρεμα, βρέθηκαν επίσης ένας καλός τρόπος τροποποίησης των συστατικών των οσπρίων, αυξάνοντας την ικανότητα συγκράτησης νερού ενώ παράλληλα μειώνεται τη διαλυτότητά τους (Buhler et al., 2020).

##### 2.4.5.1 Ρεβίθια

Τα ρεβίθια (*Cicer arietinum* L.) αποτελούν μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στον πλανήτη. Βρίσκουν πολλές εφαρμογές, έχουν ικανοποιητική συγκέντρωση πρωτεΐνης και αμύλου, ενώ είναι εύκολα στο χειρισμό και την μετασυλλεκτική επεξεργασία. Κατατάσσονται στο είδος *Cicer arietinum*, μέλος της οικογένειας Fabaceae. Έχουν ομοιότητες με το είδος *Cicer reticulatum* το οποίο θεωρείται ο πρόγονος του πλέον κοινού ρεβιθιού. Είναι ένα ποώδες φυτό με κλαδιά που απλώνονται στη βάση του. Αναπτύσσεται κατά την ψυχρή περίοδο.

##### 2.4.5.2 Μπιζέλια

Τα μπιζέλια είναι μια σημαντική καλλιέργεια οσπρίων που παρέχει υγιεινά συστατικά τροφίμων, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, φυτικές ίνες και έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά. Η περιεκτικότητα του μπιζελιού σε πρωτεΐνες φτάνει μέχρι και 25 % επί του συνολικού βάρους του σπόρου, αναλόγως με την γεωγραφική προέλευση και την ποικιλία. Η πρωτεΐνη μπιζελιού στο εμπόριο συναντάται συνήθως σε μορφή αλεύρου, συμπυκνώματος πρωτεΐνης ή προϊόντος απομόνωσης. Το αλεύρο παράγεται απλά με άλεση των αποφλοιωμένων σπόρων απουσία νερού. Το συμπύκνωμα πρωτεΐνης μπιζελιού παράγεται με μεθόδους ξηρού διαχωρισμού. ενώ το προϊόν

απομόνωσης πρωτεΐνης μπιζελιού παράγεται με υγρή επεξεργασία χρησιμοποιώντας διαλυτοποίηση σε αλκάλι ή οξύ, ακολουθούμενη από καταβύθιση στο ισοηλεκτρικό σημείο ή διαδικασία υπερδιήθησης που παράγει κλάσμα πρωτεΐνης με πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 85-95% (Boye et al., 2010). Η πρωτεΐνη μπιζελιού βρίσκει ποικίλες εφαρμογές, λόγω της καλής ικανότητας συγκράτησης νερού και ελαίου, των γαλακτωματοποιητικών και ηλεκτρολυτικών ιδιοτήτων της, όπως και λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας.

Αν και η πρωτεΐνη μπιζελιού συναντάται σε διάφορες μορφές, παρουσιάζει δυσκολίες κατά την επεξεργασία, περιορίζοντας τις εφαρμογές του προϊόντος από τη βιομηχανία τροφίμων. Κύριο εμπόδιο είναι η δυσκολία απομάκρυνσης της διακριτικού αρώματος. Επίσης οι λειτουργικές ιδιότητες πρωτεΐνης μπιζελιού δεν είναι οι βέλτιστες. Τα πτητικά συστατικά των ακατέργαστων μπιζελιών μαζί συνδιαστικά με λιπολυτικά ένζυμα, συμβάλλουν στην οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Επίσης, κατά την συγκομιδή, επεξεργασία και αποθήκευση, υπάρχει το ενδεχόμενο να παραχθούν ανεπιθύμητες πτητικές ενώσεις, όπως κετονικές και αλδεϋδικές ενώσεις αλκοόλες, θειούχες ενώσεις εστέρες κ.α. (Kornet et al., 2020). Τέλος, οι παραγόμενοι δευτερογενείς μεταβολίτες κατά την οξείδωση, μπορεί να αντιδράσουμε με τις πρωτεΐνες, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθρεπτική αξία αυτών και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. (Estévez & Luna, 2017). Για τους λόγους αυτούς, η συμβατική και καινοτόμος επεξεργασία διερευνάται για τον περιορισμό των αρωμάτων και την ενίσχυση των τεχνολογικών και φυσιολογικών λειτουργιών των συστατικών πρωτεϊνών μπιζελιού για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της βιομηχανίας και των προσδοκιών των καταναλωτών.

Πρόσφατα, δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στις λειτουργικές και δομικές ιδιότητες των προϊόντων απομόνωσης πρωτεϊνών μπιζελιών καθώς και στον αντίκτυπο της επεξεργασίας τους λόγω της εφαρμογής τους σε αρκετά προϊόντα, όπως ο vegan γύρος. Οι πρωτεΐνες μπιζελιού έχουν επιθυμητά λειτουργικά χαρακτηριστικά. Έχουν καλή διαλυτότητα, με την ικανότητα να σχηματίζουν σταθερά γαλακτώματα και αφρούς, όπως και γέλες ή φιλμ.

Σε μεγάλο βαθμό, η διαλυτότητα επηρεάζεται από το pH. Είναι περισσότερη διαλυτή σε αλκαλικά διαλύματα με pH πάνω από 6.0, ενώ σε όξινα διαλύματα παρουσιάζει βέλτιστα χαρακτηριστικά κάτω από pH 4.0. Γύρω από το ισοηλεκτρικό της σημείο, δηλαδή μεταξύ των παραπάνω τιμών pH, η διαλυτότητα είναι χαμηλότερη από 30% (Chao & Aluko, 2018). Πέραν του pH, η μέθοδος επεξεργασίας κατά την εκχύλιση και αφυδάτωση παίζει σημαντικό ρόλο.

Η ποικιλία, η διαδικασία εκχύλισης και η αναλογία λεκιμίνης / βιτσιλίνης επηρεάζουν τις ιδιότητες των πρωτεϊνών μπιζελιού.

Η βελτίωση της ικανότητας αφρισμού των μπιζελιών έχει μελετηθεί διεξοδικά ανά τα έτη, αλλά ακόμα υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω έρευνα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα αφρισμού και τη σταθερότητα του ποικίλουν και έχουν διάφορες επιδράσεις. Παραδείγματα είναι η ιοντική ισχύς, ο τύπος πρωτεΐνης και η συγκέντρωσή της, το pH του μέσου κ.α. (Mohanap et al., 2020).

Τα συμπυκνώματα πρωτεΐνης μπιζελιού βρέθηκαν να είναι πιο κατάλληλα για την παραγωγή σταθερών αφρών από τα αντίστοιχα προϊόντα απομόνωσης, πιθανώς λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης πολυσακχαρίτη. Μια πρόσφατη μελέτη από τους Chao et al. έδειξε πως οι πρωτεΐνες μπιζελιού παρουσιάζουν καλύτερη ικανότητα αφρισμού σε όξινα pH με βέλτιστη τιμή 81% σε pH 3.0, ενώ δεν παρατηρήθηκε ισοδύναμη ικανότητα σε αλκαλικά διαλύματα. Η διαλυτότητα γύρω από το ισοηλεκτρικό σημείο pH 4.0 έως 6.0 ήταν 38%.



Η καλή ικανότητα συγκράτησης νερού και ελαίου, όπως και η ικανότητα της πρωτεΐνης μπιζελιού να δημιουργεί σταθερές κατά την θερμική επεξεργασία δομές, την καθιστά σαν χρήσιμο συστατικά ως συνδετικό, πληρωτικό και λειτουργικό βελτιωτικό.

#### 2.4.6 Σόγια

Η σόγια (*Glycine max*) αποτελεί ένα σημαντικό όσπριο από τις περιοχές της Ανατολικής Ασίας όπου και καταναλώνεται ευρέως λόγω της υψηλής οικονομικής και θρεπτικής αξίας της.

Η πρωτεΐνη σόγιας έχει συγκριτικά χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τις πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης και δύναται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πλήθους πρωτεϊνικών τροφίμων. Επίσης, λόγω της ελεύθερης φύσης της λακτόζης, δύναται για την παραγωγή υποκατάστατων γαλακτοκομικών προϊόντων κατάλληλα για κατανάλωση από άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη. Περιέχει ένα μείγμα αδιάλυτων και υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών, ενώ σε όξινο pH 4.5-4.8 οι υδατικά εκχυλίσιμες πρωτεΐνες γίνεται να διαχωριστούν σε κλάσματα ορού γάλακτος και σφαιρινών. Οι σφαιρίνες ταξινομούνται στις κατηγορίες 2S, 7S, 11S και 15S, βάση του συντελεστή καθίζησης. Το κλάσμα 7S αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 80% των πρωτεϊνών (Nishinari et al., 2014). Διαπιστώθηκε ότι τα πηκτώματα που παρήχθησαν σε pH 3 κλασμάτων πρωτεΐνης σόγιας πλούσια σε 7S εμφάνισαν υψηλότερη ανθεκτικότητα σε ρήξη και υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού από εκείνες που είναι πλούσιες σε 11S.

Συχνά, τα συμπυκνώματα και προϊόντα απομόνωσης πρωτεΐνης σόγιας, βρίσκουν εφαρμογές στην ανάπτυξη υποκατάστατων κρέατος π.χ. κιμάς σόγιας. Το αλεύρι σόγιας με περιεκτικότητα περίπου 50% σε πρωτεΐνες ορού (Xing et al., 2018) χρησιμοποιείται για την παραγωγή συμπυκνωμάτων μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως κλασμάτωσης. Τα προϊόντα συμπύκνωσης που εξάγονται με χρήση αλκοόλης ή όξινου διαλύτη, ενδέχεται να έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μέχρι και 70%. Αντίστοιχα τα προϊόντα απομόνωσης, που παράγονται με αλκαλική εκχύλιση, μπορούν να φτάσουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες έως 90% στην περίπτωση που γίνει καθίζηση σε όξινο περιβάλλον και στην συνέχεια εξουδετέρωση. (Altschul et al., 2013).

Οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών σόγιας, επηρεάζονται από τα περισσότερα στάδια επεξεργασίας, όπως την διαδικασία απομόνωσης, το προ-μαγείρεμα, τη θέρμανση, αλλά και την ανάμειξη με άλλες πρωτεΐνες ή και πολυσακχαρίτες. Οι διαδικασίες αυτές μπορούν να ακολουθηθούν για τη βελτίωση των ιδιοτήτων της πρωτεΐνης σόγιας.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα προϊόντα σόγιας υπόκεινται σε ζύμωση για την βελτίωση των οργανοληπτικών τους ιδιοτήτων. Η σύνθεση της σόγιας ευνοεί την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών. Το φαινόμενο αυτό εκμεταλλεύεται από τη βιομηχανία για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και θρεπτικών συστατικών της. (Filho, Busanello, Prudencio, & Garcia, 2018). Το διατροφικό προφίλ των προϊόντων σόγιας που έχει υποστεί ζύμωση μεταβλήθηκε σημαντικά λόγω μικροβιακής κι ενζυματικής διάσπασης μεγάλων μορίων όπως οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες καθώς και λιπίδια, σάκχαρα και λιπαρά οξέα κατά τη ζύμωση, βελτιώνοντας έτσι την πέψη και την απορρόφηση των προϊόντων σόγιας (Jayachandran & Xu, 2019).

Η ζύμωση, βοηθά και στην απομάκρυνση ορισμένων αντιθρεπτικών συστατικών, όπως ο αναστολέας της θριψίνης, το φυτικό οξύ και η ουρεάση, ενώ παράλληλα αυξάνει τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων μετάλλων. (Zheng et al., 2017). Από την άλλη πλευρά, η ζύμωση θεωρείται ότι έχει το μοναδικό πλεονέκτημα της βελτίωσης της γεύσης και της υφής των προϊόντων σόγιας αφαιρώντας τη ανεπιθύμητη γεύση των φασολιών και συμβάλλοντας έτσι και στην βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων προϊόντων (Zhu et al., 2020).



Πέραν των διαθέσιμων τεχνικών επεξεργασίας, η σόγια δεν μπορεί να προσομοιάσει πλήρως τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, οπότε η χρήση βελτιωτικών γεύσης, χρωστικών και συμπληρωματικών πηγών θρεπτικών συστατικών είναι απαραίτητη. (Sethi et al., 2016).

#### 2.4.7 Φυτικά έλαια

Τα φυτικά έλαια χρησιμοποιούνται για την αντικατάσταση των ζωικών λιπαρών κατά την παραγωγική διαδικασία αρκετών τροφίμων συμπεριλαμβανόμενου και του vegan γύρου. Το έλαιο ελαιοκράμβης είναι το δεύτερο σημαντικότερο εμπορικά έλαιο μετά το σογιέλαιο.

Τα φυτικά έλαια, συχνά μεταποιούνται με την χρήση τεσσάρων συνήθων μεθόδων επεξεργασίας, για την ενίσχυση των εμπορικών εφαρμογών τους. Συγκεκριμένα:

- Υδρογόνωση
- Διαστεροποίηση
- Κλασμάτωση
- Ανάμιξη

Η υδρογόνωση φυτικών ελαίων για τη λήψη ελαίων / λιπών με βελτιωμένη υφή και οξειδωτική σταθερότητα εφαρμόζεται εδώ και πολύ καιρό. Ένα μειονέκτημα της υδρογόνωσης είναι η ισομερίωση που λαμβάνει χώρα στους διπλούς δεσμούς των λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα η δομή τους να αλλάζει από cis σε trans. Τα trans λιπαρά οξέα έχουν αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία και η αυξημένη κατανάλωση τους έχει συσχετιστεί με διάφορες ασθένειες.

Η διαδικασία της διστεροποίησης αποτελεί καλή εναλλακτική της υδρογόνωσης καθώς γίνεται αναδιανομή των λιπαρών οξέων σε δομή τριακυλογλυκερόλης, ενώ δεν παρατηρείται κορεσμός ή ισομερίωση. Μειονέκτημα της διαδικασίας αυτής είναι οι απαιτήσεις σε ειδικό εξοπλισμό και το αυξημένο κόστος.

Η κλασμάτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν προκατεργασία πριν την υδρογόνωση, εστεροποίηση και ανάμιξη. Είναι η διαδικασία, κατά την οποία τα λίπη χωρίζονται σε δυο κλάσματα με διαφορετικές ιδιότητες τήξεως και υφή. Συχνά βρίσκει εφαρμογές στην επεξεργασία του φοινικέλαιου.

Η απλούστερη από όλες τις παραπάνω διαδικασίες είναι η ανάμιξη. Σκοπός της είναι η δημιουργία μείγματος το οποίο έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για την εκάστοτε χρήση του, καθώς σπάνια συναντώνται τέτοια έλαια στη φύση. Τα μη αναμεμιγμένα έλαια ενδέχεται να έχουν κακή οξειδωτική σταθερότητα, χαμηλή διαθρεπτική αξία ή ανεπιθύμητες φυσικοχημικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, η χρήση καθαρού σησαμέλαιου ή ελαιολάδου έχει κάποια μειονεκτήματα όπως είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ ( $\omega 3$  βασικό λιπαρό οξύ). Από την άλλη πλευρά, τα έλαια canola και σόγιας έχουν μέτρια περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ αλλά έχουν χαμηλή οξειδωτική σταθερότητα. Το φοινικέλαιο έχει υψηλή οξειδωτική σταθερότητα με χαμηλά επίπεδα βασικών λιπαρών οξέων και υψηλές ποσότητες κορεσμένων λιπαρών οξέων. Επομένως, η χρήση αναμεμιγμένου φυτικού ελαίου μπορεί να είναι ένας απλός τρόπος για την απόκτηση των επιθυμητών ιδιοτήτων στα τρόφιμα που χρησιμοποιείται όπως και οφέλη για την υγεία. Η ανάμιξη των φυτικών ελαίων πραγματοποιείται για την δημιουργία επεξεργασμένων τροφίμων και για την βελτίωση των ιδιοτήτων τους.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, οι βασικότεροι παράγοντες για την αξιολόγηση της διαθρεπτικής αξίας των ελαίων είναι η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ενώσεων, η αναλογία πολύ-, μόνο και ακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως και η αναλογία μεταξύ των εμπεριεχομένων λιπαρών οξέων.

Επειδή κανένα συγκεκριμένο έλαιο δεν έχει όλες τις διατροφικές απαιτήσεις και το ιδανικό προφίλ λιπαρών οξέων, η ανάμιξη φυτικών ελαίων είναι μια οικονομικά αποδοτική πρακτική για την τροποποίηση της σύνθεσης λιπαρών οξέων και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους καθώς και των παραγόμενων προϊόντων (Choudhary et al., 2015).

## 2.5 Χρωστικές και αρωματικές ύλες

Η αποδοχή των υποκατάστατων κρέατος από τον καταναλωτή, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την γεύση, αλλά πρώτα από την εμφάνισή τους. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του γύρου όπου διαθέτει συγκεκριμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Για την βελτίωση της εμφάνισης του χρώματος συνήθως χρησιμοποιούνται συστατικά με καφέ-μπέζ χρωματισμό ώστε να αποδώσουν το χρώμα του ψημένου κρέατος όπως η πρωτεΐνη σόγιας αλλά και η προσθήκη χρωστικών. Με αυτό τον τρόπο το χρώμα του μαγειρεμένου υποκατάστατο είναι όμοιο με το μαγειρεμένο κρέας. Η ανάμιξη των φυτικών πρωτεϊνών μπορεί να γίνει πριν από οποιαδήποτε επεξεργασία του προϊόντων ή στο τελικό στάδιο της διαμόρφωσής του. Η επιλογή της χρωστικής, όπως και το στάδιο κατά το οποίο θα προστεθεί εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επεξεργασία που πρόκειται να ακολουθήσει. Για παράδειγμα για ακατέργαστα υποκατάστατα κρέατος είναι επιθυμητές αρχικά κόκκινες αποχρώσεις. Όμως η δυσκολία στην τελευταία περίπτωση είναι ο προσδιορισμός της κατάλληλης απόχρωσης ώστε να παρουσιάσει υψηλή σταθερότητα κατά την αποθήκευση στην τιμή pH και κατά την επεξεργασία με θέρμανση.

Θερμικά σταθερά χρωματικά συστατικά, όπως χρώματα καραμέλας, βύνη ή annatto, κουρκουμάς, κύμινο, ερυθροσίνη και καροτενοειδή, όπως καροτένιο, κανταξανθίνη και λυκοπένιο (Malan et al., 2015) μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παροχή των επιθυμητών αποχρώσεων σε υποκατάστατα κρέατος. Αυτές οι χρωστικές συντίθενται χημικά ή προέρχονται από φυσικά συστατικά, με την δεύτερη κατηγορία να είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη, με την μορφή σκόνης. Ταυτόχρονα οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των χρωστικών της δεύτερης κατηγορίας τις καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικές για χρήση στα υποκατάστατα κρέατος.

Η επίτευξη των επιθυμητών χαρακτηριστικών στον τελικό προϊόν δεν είναι πάντα εφικτή, παρόλο που υπάρχει διαθέσιμη πληθώρα μεθόδων επεξεργασίας και χρωστικών. Συχνά συναντώνται διαφορές στο pH του προϊόντος με το pH στο οποίο η χρωστική δρα κατά τον επιθυμητό τρόπο. Συνήθως χρησιμοποιούνται μέσα οξίνισης όπως κιτρικό, οξικό ή και γαλακτικό οξύ, όπως και συνδυασμός αυτών, τα οποία προκαλούν μεταβολές στην δομή και κατ' επέκταση στις ιδιότητες των πρωτεϊνών και τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Εκτός αυτού, οι πρωτεΐνες έχουν ρυθμιστική ικανότητα με αποτέλεσμα να απαιτούν μεγάλες ποσότητες πρόσθετων ώστε να πραγματοποιηθούν μεταβολές στο pH. Παράλληλα, μαζί με τις χρωστικές μπορούν να προστεθούν και βοηθήματα κατακράτησης χρώματος όπως η μαλτοδεξτρίνη για τον έλεγχο της μετανάστευσης του χρώματος και της σταθερότητάς του.

Η επιλογή του αρώματος, όπως και με τις χρωστικές, εξαρτάται από την μέθοδο επεξεργασίας που πρόκειται να ακολουθήσει. Ξεκινώντας από την επιλογή των συστατικών φυτικών πρωτεϊνών, είναι γνωστό ότι τα συστατικά της σόγιας και των οσπρίων έχουν μη επιθυμητό γευστικό προφίλ που εμποδίζει την αποδοχή των προϊόντων (Roland et al., 2017). Ταυτόχρονα η παρουσία γλυκοζιτών όπως σαπωνίνες, φαινολικά, ισοφλαβόνες, κατεχίνες και φαινολικά οξέα προσδίδουν πικρές γεύσεις. Μία ακόμα δυσάρεστη γεύση που εντοπίζεται είναι τα χορτώδη οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που σχηματίζονται σαν προϊόντα οξείδωσης λιπιδίων (Duque-Estrada et al., 2020).

Η εφαρμογή πρακτικών όπως η απομάκρυνση και απενεργοποίηση των λιποξυγεννασών ή ακόμα και η ζύμωση των συστατικών, όπως στην περίπτωση της σόγιας, θα απομακρύνουν τις ανεπιθύμητες ενώσεις. Με αυτό τον τρόπο θα επιτευχθεί η ουδέτερη γεύση του κρέατος και των προϊόντων του.

Στην περίπτωση παραγωγής υποκατάστατων προϊόντων κρέατος καθώς και στην παραγωγή υποκατάστατου vegan γύρου πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία μεγάλη ποικιλία μπαχαρικών. Ταυτόχρονα διερευνάται επίσης η χρήση πρόδρομων πτητικών συστατικών κατά την διάρκεια της παρασκευής του κρέατος. Βάση των παραπάνω, οι αρωματικές ύλες πρέπει να προσομοιάζουν αυτές που συναντώνται φυσικά στο κρέας. Συνήθως γίνεται χρήση αμινοξέων, βιταμινών, νουκλεοτιδίων, σιδηρούχων ενώσεων ή και αναγωγικών σακχάρων (Kerler et al., 2010). Η χρήση πρόσθετων που εμπεριέχουν αίμη φυτικής προέλευσης είναι μια πολλά υποσχόμενη νέα τάση.

Τα αμινοξέα και σάκχαρα, δύναται να καραμελοποιηθούν (αντίδραση Maillard), για να προσδώσουν νέες χαρακτηριστικές γεύσεις. Βρέθηκε επίσης πως η τροποποίηση της φυτικής πρωτεΐνης με την χρήση ενζυματικής υδρόλυσης για την ανάπτυξη των επιθυμητών αρωμάτων που μοιάζουν με κοτόπουλο και βόειο κρέας (Jaeger et al., 2010). Ενώσεις όπως φουράνια και θειοφαίνια που περιέχουν θείο είναι επίσης γνωστό ότι διαθέτουν ισχυρά αρώματα που μοιάζουν με κρέας με εξαιρετικά χαμηλό κατώφλι αντίληψης ενώ ενώσεις που περιέχουν θείο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδώσουν αρώματα ψητού κρέατος. Ανάλογα με τη φύση αυτών των ενώσεων, πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις μπορεί να εμφανιστούν, ενώ υπό επεξεργασία σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση τα πτητικά συστατικά απελευθερώνονται από το υλικό που οδηγεί σε αλλαγές στην αντίληψη της γεύσης.

Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης τα πρωτεϊνικά συστατικά που χρησιμοποιούνται κατά την εξώθηση. Οι αρωματικές ενώσεις, όπως οι αλδεΐδες, οι κετόνες και οι εστέρες, δεσμεύονται με πρωτεΐνες μέσω υδρόφοβων και ακόμη και μέσω ομοιοπολικής αλληλεπίδρασης με κυστεΐνες. Κατά την εξώθηση, παρατηρούνται αλλαγές στις πτητικές ουσίες γεύσης, που σχετίζονται με τη μικροδομή του υποκατάστατου κρέατος και την κατανομή του νερού και διαμόρφωση των πρωτεϊνών (Guo et al., 2020).

## Κεφάλαιο 3ο : Διατροφική αξία

### 3.1 Γενικά στοιχεία

Η παροχή εύκολα διαθέσιμων και φθηνών πόρων πρωτεϊνών στον υποσιτισμένο καταναλωτικό κόσμο, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για τους παραγωγούς, τους μεταποιητές και τους τεχνολόγους. Η δαπανηρή ζωική πρωτεΐνη μπορεί εύκολα να αντικατασταθεί από φυτική πρωτεΐνη. Οι φυτικές πρωτεΐνες έχουν χαμηλότερη τιμή από τις ζωικές πρωτεΐνες και κατά συνέπεια μπορεί να μειωθεί το κόστος των προϊόντων κρέατος.

Οι υψηλές τιμές κρέατος ωθούν τη βιομηχανία τροφίμων να παράξει πρωτεΐνες χωρίς κρέας. Ένας σημαντικός λόγος για την αυξημένη αποδοχή φυτικών πρωτεϊνών, όπως η υφή πρωτεΐνης σόγιας (TSP), είναι το χαμηλό κόστος τους (Singh et al., 2008). Επιπλέον, οι ζωικές πρωτεΐνες είναι σπάνιες σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες και ο υποσιτισμός πρωτεΐνης-ενέργειας είναι μεταξύ τα πιο σοβαρά προβλήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι αναπτυσσόμενες χώρες (Boye et al., 2010). Λόγω ζωικών ασθενειών, όπως η ασθένεια τρελών αγελάδων, η παγκόσμια έλλειψη ζωικής πρωτεΐνης, η έντονη ζήτηση για υγιεινά και ασφαλή τρόφιμα και για οικονομικούς λόγους, ασκεί πίεση για την άμεση κατανάλωση φυτικών πρωτεϊνών σε τρόφιμα.

### 3.2 Κολοκυθόσπορος

Με την παγκόσμια ζήτηση να αυξάνεται ο κολοκυθόσπορος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους σπόρους καθώς το ενδιαφέρον για τα λειτουργικά τρόφιμα έχει αυξηθεί ραγδαία.

Οι σπόροι της κολοκύθας έχουν πολύτιμα θρεπτικά συστατικά που συμβάλουν στην πρόληψη διάφορων ασθενειών. Η χημική σύσταση στο έλαιο του κολοκυθόσπορου απαρτίζεται κυρίως από το λινελαϊκό, ελαϊκό και στεατικό οξύ. Αύτα τα τρία λιπαρά οξέα αποτελούν το 95% του λιπιδικού προφίλ του σπόρου. Το λινελαϊκό και ελαϊκό οξύ λόγω του αυξημένου βαθμού ακορεστότητας προσφέρει πολύ σημαντικά οφέλη στην υγεία. Είναι σημαντικά για την αποφυγή καρδιαγγειακών νοσημάτων, φλεγμονών και αυτοάνοσων διαταραχών όπως ο καρκίνος. Το λινελαϊκό οξύ πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνεται από την διατροφή γιατί ο οργανισμός δεν μπορεί να το συνθέσει από μόνος του.

Ο σπόρος κολοκύθας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, περίπου 35%, και αυτό μεταφράζεται σε μια σημαντική και διαφορετική ποσότητα αμινοξέων (Jafari et al., 2012). Τα αμινοξέα παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο σαν δομικές μονάδες πρωτεϊνών όσο και στον μεταβολισμό. Η διατροφική παροχή επαρκούς ποσότητας και ποιότητας βασικών αμινοξέων είναι εξίσου σημαντική για τις φυσιολογικές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος

Μελέτες δείχνουν ότι τα προϊόντα απομόνωσης πρωτεΐνης από σπόρους κολοκύθας μοιάζουν με εκείνα της σόγιας με υψηλές τιμές βιοδιαθεσιμότητας αμινοξέων (Rezig et al., 2013). Η δομή της σφαιρίνης της πρωτεΐνης των σπόρων κολοκύθας είναι ανάλογη με αυτή των σπόρων οσπρίων. Αυτό αποτελεί σημαντική σημείωση διότι αυτή η διατροφική ομοιότητα αποτελεί σημαντικό συστατικό για την βελτίωση του υποσιτισμού σε πρωτεΐνες σε περιπτώσεις όπου δεν καταναλώνεται επαρκής ποσότητα πρωτεϊνών. Επιπλέον οι πρωτεΐνες σπόρων κολοκύθας έχουν πολλά υποσχόμενες αντιοξειδωτικές και χημικές ιδιότητες

Οι σπόροι κολοκύθας επίσης διαθέτουν σημαντική ποσότητα πολύτιμων μετάλλων. Μέταλλα όπως ο ψευδάργυρος το μαγγάνιο και ο σίδηρος δρουν ως αντιοξειδωτικοί παράγοντες και δεν επιτρέπουν την δημιουργία ελευθέρων ριζών. Στα πιο κλασικά αντιοξειδωτικά συστατικά ανήκουν και οι φαινολικές ενώσεις και τα φλαβονοειδή τα οποία είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού που υφίστανται το φυτό.

Χάρη στην παρουσία μιας λειτουργικής ομάδας υδροξυλίου που διαθέτει αντιοξειδωτικές ικανότητες μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης εκφυλιστικών ασθενειών που προκαλούνται από την οξείδωση. Μελέτες διαπίστωσαν ότι οι κυρίαρχες φαινολικές ενώσεις στους σπόρους κολοκύθας είναι τυροσόλη, βανιλίνη, ρ-υδροξυβενζοϊκό, καφεϊκό, φουρουλικό και βανιλικό οξύ. και μερικές μικρές ποσότητες λουτεολίνης, πρωτοκουχικών, trans-ρ-κουμαρικών και συριγγικών οξέων. Ωστόσο το άμεσο αντιοξειδωτικό δυναμικό θα μπορούσε να επηρεαστεί από την χαμηλή διαθεσιμότητά τους. Αυτά τα σύμπλοκα είναι λιγότερο αποτελεσματικά από τις μητρικές ενώσεις, λόγω του αποκλεισμού των φαινολικών υδροξυλομάδων που είναι υπεύθυνες για τον αντιοξειδωτικό ρόλο. Επιπλέον, η χαμηλότερη υδατική διαλυτότητα των φαινολικών συμβάλλει στην περιορισμένη βιοδιαθεσιμότητά τους (Iswaldi et al., 2013).

Οι σπόροι κολοκύθας είναι επίσης μια καλή πηγή βιταμίνης Ε. Διαχωρίζεται σε τέσσερα ισομερή όπου μόνο το ένα θεωρείται βιταμίνη Ε. Οι διαφορές αναμεσα στα ισομερή είναι στον αριθμό και την θέση που βρίσκεται η μεθυλική ομάδα. Η γ τοκοφερόλη αποτελεί το κύριο ισομερές και ακολουθείται από την α και δ τοκοφερόλη.

Οι τοκοφερόλες και οι τοκοτριενόλες στους σπόρους κολοκύθας είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά με την ικανότητα να απενεργοποιούν τις πολύ δραστικές ρίζες απελευθερώνοντας το ιόν H<sup>+</sup> από τον δακτύλιο του. Με αυτόν τον τρόπο, προστατεύουν τα λιπίδια των κυττάρων από υπεροξείδωση, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο οξειδωτικών απειλών. Ο μηχανισμός για τη δράση, ωστόσο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα επίπεδα τοκοφερόλης. Η γ τοκοφερόλη έχει αναφερθεί πρόσφατα ότι καταπολεμά αποτελεσματικά ισχυρά οξειδωτικά όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου το οποίο είναι η αιτία της καταστροφής πολλών κυττάρων στον ανθρώπινο οργανισμό. Πρόσφατα, μελέτες έχουν δείξει ότι οι τοκοτριενόλες έχουν σημαντικό αντιχοληστερολαιμικό δυναμικό - μοναδικό στις τοκοτριενόλες, για να μην αναφέρουμε τις νευροπροστατευτικές, καρδιοπροστατευτικές και αντικαρκινικές ιδιότητές τους (Bharti et al., 2013).

Οι τοκοτριενόλες μοιράζονται αρκετά λειτουργικά χαρακτηριστικά των απομονωμένων τοκοφερόλων in vitro και είναι μετρήσιμες στο πλάσμα στους ανθρώπους και τα ζώα αλλά μέχρι στιγμής υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες για τη βιοσυσώρευσή τους σε ανθρώπινους ιστούς.

### 3.2.1 Θετικές επιδράσεις στην υγεία

#### Αντικαρκινικές ιδιότητες

Πλέον ο καρκίνος αποτελεί μία από τις πιο συχνά εμφανιζόμενες παθήσεις που ευθύνεται για το 12% της παγκόσμιας θνησιμότητας. Ο καρκίνος προκύπτει λόγω της υπερβολικής αναπτυξής των κυττάρων τα οποία ήταν φυσιολογικά μέχρι την έναρξη της καρκινογένεσης και τον κυτταρικό θάνατο. Η ανισορροπία μεταξύ των ελεύθερων ριζών και της αντιοξειδωτικής άμυνας στα κύτταρα, υπέρ των πρώτων, μπορεί να οδηγήσει σε οξειδωτικό στρες, το οποίο μπορεί να καταλήξει στην ανάπτυξη καρκινικών ή καρκινικών κυττάρων (Li et al., 2020).

Οι Chari et al., (2018) διεξήγαγαν μια in vivo μελέτη για να παρατηρήσει το εκχύλισμα σπόρου κολοκύθας στον καρκίνο του παχέος εντέρου διαπίστωσε ότι η απόπτωση προκλήθηκε όταν τα κύτταρα υποβλήθηκαν σε αγωγή με εκχύλισμα 200 mg / kg. Η μελέτη έδειξε πως η ουσία διαθέτει κυτταροτοξικά αποτελέσματα για τα καρκινικά κύτταρα. Σε μια άλλη μελέτη, έχει αναφερθεί ότι υδρο-αλκοολικά εκχυλίσματα σπόρων κολοκύθας θα μπορούσαν να εμποδίσουν τον πολλαπλασιασμό κυτταρικών σειρών όγκου ανθρώπινου ηπατοκαρκινώματος (HepG2) και καρκινώματος κόλου (CT26) (Shokrzadeh et al., 2010).

Ενώ ορισμένοι ερευνητές πιστεύουν ότι το αντι-καρκινογόνο δυναμικό των σπόρων κολοκύθας προέρχεται από τις συγκεντρώσεις φλαβονοειδών και κορουβιτακίνης άλλοι υποστηρίζουν ότι το αντικαρκινογόνο αποτέλεσμα δεν οφείλεται στην κουκουρβιτακίνη - ένα από τα δραστικά συστατικά του εκχύλισματος σπόρων κολοκύθας. Τα αντικαρκινικά αποτελέσματα στις ενώσεις ποικίλλουν ανάλογα με τις πειραματικές συνθήκες κ.α.

#### Αντικαταθλιπτικές ιδιότητες

Οι σπόροι κολοκύθας διαθέτουν αντικαταθλιπτικό δυναμικό πράγμα που έχει αποδειχτεί σε διάφορες έρευνες. Οι Eby & Eby (2006) συνέδεσαν το αντικαταθλιπτικό αποτέλεσμα με την τρυπτοφάνη (ένα απαραίτητο αμινοξύ) και την 5-υδροξυτρυπτοφάνη (έναν ενδιάμεσο μεταβολίτη τρυπτοφάνης στο σχηματισμό της σεροτονίνης νευροδιαβιβαστών) , και οι δύο χορηγούνται ως θεραπεία για την κατάθλιψη.

#### Αντιδιαβητικά και υπογλυκαιμικές επιδράσεις

Σε μια κλινική μελέτη που περιλάμβανε τους επαγόμενους ήπιους και σοβαρά διαβητικούς αρουραίους Wistar, το εκχύλισμα σπόρων κολοκύθας (PSE) έδειξε ότι μειώνει τα αυξημένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα κατά 26,15% και 39,33%, αντίστοιχα, σε αποτελεσματική δόση 200 mg / kg σωματικού βάρους (BW). Επιπλέον, η μελέτη περιέγραψε ότι το εκχύλισμα σπόρου κολοκύθας προκαλεί την υπογλυκαιμική και αντιδιαβητική δράση μέσω διέγερσης της απελευθέρωσης ινσουλίνης από παγκρεατικά β-κύτταρα (Kushawaha et al., 2017).

Παρομοίως, σε μια τυχαίοποιημένη, τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο (placebo) μελέτη που περιλάμβανε ενήλικες με φυσιολογικά επίπεδα γλυκόζης που εφοδιάστηκαν με 65 g σπόρων κολοκύθας, έδειξαν καλύτερες τιμές στο μεταγευματική άνοδο της ινσουλίνης (Candido et al., 2018).

#### Αντιμικροβιακές ιδιότητες

Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει πως το εκχύλισμα σπόρων κολοκύθας έχει μία πολλά υποσχόμενη αντιμικροβιακή ιδιότητα. Το εκχύλισμα σπόρου έχει αποτελεσματική αντιβακτηριακή δράση κατά των *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus wernerii*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli*.

Επιπλέον, το *cucurmoschin*, ένα προϊόν απομόνωσης πρωτεΐνης σπόρου κολοκύθας, αναστέλλει την μυκητιακή ανάπτυξη των: *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella arachidicola* και *Mycosphaerella oxysporum*. Είναι πιθανό ότι η δραστικότητα αναστολής της μετάφρασης των αντιμυκητιακών πρωτεϊνών αντιπροσωπεύει, τουλάχιστον εν μέρει, την αντιμυκητιακή δράση τους (Wang et al., 2003).

Από τα ευρήματα, είναι προφανές ότι η πρωτεΐνη σπόρου κολοκύθας είναι φαινομενικά αποτελεσματική έναντι των δοκιμασμένων κατά gram θετικών βακτηρίων και έχει μικρότερη επίδραση έναντι των αρνητικών κατά gram βακτηρίων.

### 3.3 Λιναρόσπορος

Το κοινό λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) είναι ένα φυτό που καλλιεργείται σε περισσότερες από 50 χώρες για την λήψη των σπόρων του. Διαθέτει σημαντικές θρεπτικές ιδιότητες που οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, βασικά ακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως α-λινολενικό οξύ, αντιοξειδωτικά, μικροστοιχεία και λιγνάνες. Ο λιναρόσπορος μπορεί να είναι το τέλειο συμπλήρωμα της καθημερινής διατροφής, ειδικά σε χορτοφάγους, αυστηρούς χορτοφάγους και άλλα μοντέλα διατροφής που στερούνται ζωικής πρωτεΐνης και λιπαρών ψαριών (Kajla, Sharma, & Sood, 2015).

Μεταξύ των λειτουργικών τροφών, ο λιναρόσπορος έχει αναδειχθεί ως πιθανή λειτουργική τροφή ως καλή πηγή άλφα-λινολενικού οξέος, λιγνάνων, πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας, διαλυτών ινών και φαινολικών ενώσεων. Η χημική σύνθεση του λιναρόσπορου εξαρτάται από το περιβάλλον καλλιέργειας, τη γενετική και τις συνθήκες επεξεργασίας. Η περιεκτικότητα λιπιδίων στον λιναρόσπορο κυμαίνεται από 37 έως 45 g / 100 g. Οι κοτυλήδονες είναι οι κύριοι ιστοί αποθήκευσης ελαίου καθώς περιέχουν το 75% του ελαίου. Οι σπόροι περιέχουν 98% τριακυλογλυκερόλη, φωσφολιπίδια και 0,1% ελεύθερα λιπαρά οξέα.

Σχετικά με το κλάσμα πρωτεϊνών, ο λιναρόσπορος περιέχει κατά μέσο όρο περιέχει 21% πρωτεΐνη. Η πλειονότητα της πρωτεΐνης συγκεντρώνεται στους σπόρους. Τα κύρια κλάσματα πρωτεΐνης είναι η σφαιρίνη (26–58%) και η λευκωματίνη (20–42%). Η διατροφική αξία και το προφίλ αμινοξέων των λιναρόσπορων είναι συγκρίσιμο με αυτό των πρωτεϊνών σόγιας. Η πρωτεΐνη λιναρόσπορου είναι πλούσια σε αργινίνη, ασπαρτικό οξύ και γλουταμικό οξύ, ενώ η λυσίνη υπολείπεται. Η υψηλή περιεκτικότητα σε κυστεΐνη και μεθειονίνη βελτιώνει τα επίπεδα αντιοξειδωτικών, βοηθώντας έτσι στη μείωση του κινδύνου. Οι συνθήκες επεξεργασίας, αφυδάτωση και απολίπανση επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.

Ο λιναρόσπορος αποτελεί μία καλή πηγή φαινολικών ενώσεων. Αυτές οι φαινολικές ενώσεις είναι γνωστές για αντικαρκινικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αναλυτικότερα ο λιναρόσπορος αποτελεί πηγή τριών διαφορετικών φαινολικών ενώσεων : φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή και λιγνάνες.

Το άλφα-λινολενικό οξύ είναι το κύριο λειτουργικό συστατικό του λιναρόσπορου. Χρησιμεύει ως αποκλειστική πηγή ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στις χορτοφαγικές δίαιτες. Ο λιναρόσπορος είναι πλούσιος σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (73% του συνολικού λιπαρού οξέος) ενώ η περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα είναι μέτρια (18%) και η περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι χαμηλή (9%) (Dubois et al., 2007).

Είναι πλούσιο σε τόσο τα απαραίτητα λιπαρά οξέα - το άλφα-λινολενικό οξύ (ALA) όσο και το λινολενικό οξύ (LA). Τα λιπαρά οξέα ορίζονται ως απαραίτητα επειδή και τα δύο απαιτούνται από το σώμα, αλλά το σώμα δεν μπορεί να τα συνθέσει, επομένως πρέπει να παρέχονται στη διατροφή. Το ανθρώπινο σώμα στερείται των ενζύμων που απαιτούνται για τη σύνθεση αυτών των βασικών λιπαρών οξέων.

Το ωμέγα-3 λιπαρό οξύ είναι γνωστό ως βασικό λιπαρό οξύ επειδή οι άνθρωποι δεν μπορούν να εισάγουν διπλό δεσμό πέρα από τον ένατο άνθρακα από το καρβοξυλικό άκρο του λιπαρού οξέος. Το ALA χρησιμεύει ως πρόδρομος για τη σύνθεση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων – EPA και DHA.

Τα EPA και DHA μπορούν να μετατραπούν ενδογενώς σε διαφορετικούς μεταβολίτες γνωστούς ως ρεσβουλίνες, νευροπροστατίνες και προστατίνες. Οι ρεσβουλίνες δρουν ως ισχυρός αντιφλεγμονώδης μεσολαβητής. Συγκεκριμένα, λειτουργούν για να περιορίσουν την έκταση της φλεγμονής αναστέλλοντας τις δράσεις των προστανοειδών και επίσης βοηθώντας στον καθαρισμό της θέσης της φλεγμονής από προϊόντα διάσπασης της φλεγμονώδους διαδικασίας. Το DHA μετατρέπεται σε νευροπροστατίνες που εμφανίζουν νευροπροστατευτικά αποτελέσματα. Προκειμένου να διατηρηθεί η καλή υγεία, είναι επομένως σημαντικό και τα δύο λιπαρά οξέα να βρίσκονται σε ισορροπημένη αναλογία. Ο λιναρόσπορος περιέχει την υψηλότερη ποσότητα σε λινολεϊκό οξύ και ακολουθείται από την σόγια κι έλαιο μουστάρδας.

Ο λιναρόσπορος διαθέτει αντιοξειδωτικές και ηπατοπροστατευτικές ιδιότητες. Αρκετές μελέτες υποστήριξαν τα οφέλη μείωσης της χοληστερόλης έπειτα από την κατανάλωση ενός γεύματος που περιέχει λιναρόσπορο. Μια μελέτη σχετικά με υπερχοληστερολαιμικά πειραματόζωα ποντικών που τρέφονταν με δίαιτα συμπληρωμένη με λιναρόσπορο (15%) αποκάλυψε σημαντική μείωση της



χοληστερόλης LDL και της ολικής χοληστερόλης στον ορό και καμία αλλαγή στην HDL χοληστερόλη ενώ στα ίδια πειραματόζωα τα προϊόντα υπεροξειδωσης λιπιδίων εξουδετερώνονται από τις λιγνάνες του λιναρόσπορου. (Shakir and Madhusudhan, 2007).

Οι λιγνάνες του λιναρόσπορου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη διαφόρων τύπων καρκίνου. Οι λιγνάνες του λιναρόσπορου έχουν αντιοξειδωτική δράση που πιθανώς να είναι ο κύριος λόγος που ο λιναρόσπορος διαθέτει αντικαρκινική δράση. Διάφορες κλινικές μελέτες υποδηλώνουν ότι οι λιγνάνες προλαμβάνουν τον καρκίνο του μαστού εξισορροπώντας τους ορμονικούς μηχανισμούς. Οι λιγνάνες αναστέλλουν τη δράση της αρωματάσης στον λιπώδη ιστό με αποτέλεσμα την κυκλοφορία οιστρογόνων (Sturgeon et al., 2008).

### 3.4 Παντζάρι

Το παντζάρι (*Beta vulgaris* L.), κατάγεται από την Ασία και την Ευρώπη και κατατάσσεται στην οικογένεια των Τσενοπόδιων (*Chenopodiaceae*), μεταξύ περίπου άλλων 1400 ειδών, τα οποία χωρίζονται σε 105 γένη και τα είδη της οικογένειας των Δικτυλήδων. Τα παντζάρια είναι ένα ανθισμένο, αληθινό διετές ή, σπάνια πολυετές φυτό και έχει διάφορες ποικιλίες, με χρώματα που κυμαίνονται από κίτρινο έως κόκκινο.

Στο εμπόρειο συναντώνται συνήθως τρία είδη, τα *B. vulgaris*, *B. adanensis* και *B. Maritima*. Το είδος που είναι γνωστό ως “κοινό” παντζάρι είναι το *B. Vulgaris*. Τόσο η ρίζα, όσο και τα φύλλα είναι βρώσιμα.

Η ρίζα είναι σφαιρικού ή κωνικού σχήματος και αποχρώσεις από μωβ, μέχρι κόκκινο μέχρι και κίτρινο, αναλόγως την ποικιλία. Ομοίως και στα φύλλα παρατηρείται ποικιλομορφία αναλόγως την ποικιλία. Οι σπόροι είναι γνωστοί ως σπόροι πολλαπλών μικροβίων καθώς ένας σπόρος μπορεί να δημιουργήσει περισσότερα από ένα σπορόφυτα.

Το παντζάρι περιέχει καρροτενοειδή, νιτρικά άλατα, φλαβονοειδή, βιταμίνες, μέταλλα όπως κάλιο, νάτριο, φώσφορο, ασβέστιο, μαγνήσιο, χαλκό, σίδηρο, ψευδάργυρο, μαγγάνιο και υδατοδιαλυτές χρωστικές βεταλίνη όπως βετασιάνες (κόκκινο-βιολετί χρώμα) και βεταξανθίνες ( κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα), τα οποία έχουν πολλά οφέλη για τη διατροφή και την υγεία.

Όπως έχει αναφερθεί από πλήθος ερευνητών, τα παντζάρια είναι μια καλή πηγή φυτοχημικών ενώσεων, οι οποίες έχουν συσχετιστεί με ευεργετικές επιδράσεις για την υγεία. (Clifford et al., 2015. & Stevenson, 2015). Οι πολυφαινόλες, τα καρροτενοειδή και οι βιταμίνες των παντζαριών έχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και προστατευτικές για το ήπαρ δραστηριότητες (Slavon et al., 2013), όπως και επίσης έχουν αντιδιαβητικές ιδιότητες και μειώνουν την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων προσφέροντας παράλληλα θεραπευτικά οφέλη. Τα παραπάνω, προσδίδουν ευεργετικές ιδιότητες για την ανθρώπινη υγεία, καθιστώντας το παντζάρι ως μια υπερτροφή με ποικίλες εφαρμογές για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων.

Αναλυτικότερα, η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά των παντζαριών εξαρτάται από την ποικιλία καθώς και τις συνθήκες συγκομιδής.

Περιεκτικότητα θρεπτικών σε γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια για τη ρίζα των παντζαριών	
Υδατάνθρακες*	9,96
Πρωτεΐνες	1,68
Λιπαρά	0,18

Περιεκτικότητα θρεπτικών σε γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια για τα φύλλα των παντζαριών	
Υδατάνθρακες*	5,00 (εκ των οποίων άμυλο 4,50)



Πρωτεΐνες	14,8mg
-----------	--------

Τα παντζάρια είναι καλή πηγή αμινοξέων, καθώς περιέχουν τόσο τα απαραίτητα όσο και τα μη απαραίτητα αμινοξέα.

Προφίλ αμινοξέων σε γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια για τα παντζάρια	
Αλανίνη	0,060
Αργινίνη	0,042
Ασπαρτικό οξύ	0,116
Βαλίνη	0,056
Γλουταμικό οξύ	0,428
Γλυκίνη	0,031
Θρεονίνη	0,047
Κυστίνη	0,019
Μεθειονίνη	0,018
Ισολευκίνη	0,048
Ιστιδίνη	0,021
Λευκίνη	0,068
Λυσίνη	0,058
Προλίνη	0,042
Σερίνη	0,059
Τρυπτοφάνη	0,019
Τυροσίνη	0,038
Φαινυλαλανίνη	0,046

(Nemzer et al., 2011).

Προφίλ λιπαρών σε γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια για τα παντζάρια	
Κορεσμένα	0,027
Μονοακόρεστα	0,032
Πολυακόρεστα	0,060
Φυτοστερόλες	0,025

(Chhikara et al., 2019).

Τα μικροθρεπτικά που περιέχονται στο παντζάρι είναι οι βιταμίνες και τα μέταλλα. Μελέτες ανέφεραν πως τα πατζάρια περιέχουν διάφορους τύπους βιταμινών όπως βιταμίνη Α (2μg), θειαμίνη (0,31mg), ριβοφλαβίνη (0,27mg), νιασίνη (0,331mg), παντοθενικό οξύ (0,4545mg), βιταμίνη Β6 (0,067mg), ασκορβικό οξύ (3,6mg), φυλλικό οξύ (80μg) και μέταλλα όπως νάτριο (77mg), ασβέστιο (16mg), σίδηρος (0,79mg), φώσφορος (38mg), κάλιο (305mg), μαγνήσιο (23 mg) και ψευδάργυρου (0,35 mg) ανά 100 g βρώσιμης μερίδας.

Τα φύλλα των παντζαριών είναι πλούσια σε βιταμίνες και μέταλλα, τα οποία έχουν ευεργετικές ιδιότητες για το καρδιαγγειακό σύστημα. Επίσης έχει συσχετιστεί με αντικαρκινική δράση. Η μέση συγκέντρωση ανά 100 γραμμάρια προϊόντος είναι:

- Vit. A (3,93 mg)
- Vit K (280 mg)
- Ca (2220 mg)
- Fe (16,90 mg)
- Mn (350 mg)
- K (1400 mg)
- P (330 mg)

Τα φύλλα, επίσης περιέχουν β-καροτένιο και οξυγονωμένα παράγωγα του, γνωστά ως ξανθοφύλλες

Μια πρόσφατη μελέτη παρατήρησε επίσης την αποτελεσματικότητα της εκχύλισης πρωτεϊνών και τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των εκχυλισμάτων των παντζαριών (Chhikara et al., 2019).

Τα παντζάρια περιέχουν πολύ δραστικές χρωστικές ουσίες, βεταλίνη, ασκορβικό οξύ, καροτενοειδή και πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, σαπωνίνες και υψηλά επίπεδα νιτρικών. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις, έχουν βρεθεί βιολειτουργικά συστατικά, όπως η βεταΐνη, η γλυκίνη και το φυλλικό οξύ.

Η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικά οξέα στα παντζάρια έχει αναφερθεί ότι είναι 50-60μmol/g ξηρού βάρους ενώ ταυτόχρονα ο φλοιός των παντζαριών έχει υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων. Οι εξαιρετικά ασταθείς φαινολικές ενώσεις που απομονώθηκαν από τη φλούδα των κόκκινων παντζαριών ήταν 5,50,6,60-τετραϋδροξυ-3,30-διϊνδολύλιο. Ένα διμερές 5,6-διϋδροξυϊνδολοκαρβοξυλικού οξέος και βηταλαΐνες.

Φυτοχημικές ενώσεις σε mg ανά γραμμάριο εκχυλίσματος παντζαριού από τα φύλλα	
4-υδροξυβενζοϊκό οξύ	0,012
Ένυδρη κατεχίνη	0,047
Επικατεχίνη	0,032
Καφεϊκό οξύ	0,037
Ρουτίνη	0,00
χλωρογόνο οξύ	0,018

Φυτοχημικές ενώσεις σε mg ανά γραμμάριο εκχυλίσματος παντζαριού από τη ρίζα	
4-υδροξυβενζοϊκό οξύ	0,396
Ένυδρη κατεχίνη	0,372
Επικατεχίνη	0,857
Καφεϊκό οξύ	0,203
Ρουτίνη	1,096
χλωρογόνο οξύ	0,00

(Georgiev et al., 2010).

Πολλά οφέλη για την υγεία, έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση φλαβονοειδών (βιολειτουργικές ενώσεις με αντιοξειδωτικό δυναμικό). Οι κύριες κατηγορίες φλαβονοειδών στα παντζάρια είναι: βεταγκαρίνη, βεταβουλαρίνη, κοχλιοφιλίνη Α και διυδροϊσοραμμεντίνη. Δύο φλαβονόνες Έχουν απομονωθεί από φύλλα παντζαριού, η βεταγκαρίνη (5,2-διμεθοξυ-6,7-μεθυλενοδιοξυφλαβόνη) και η βηταβουλαρίνη (2'-υδροξυ-5-μεθοξυ-6,7-μεθυλενοδιοξυϊσοφλαβόνη). Επίσης, από τα παντζάρια έχουν απομονωθεί και οι 3,5-διυδροξυ-6,7-μεθυλενοδιοξυφλαβόνη, 5-υδροξυ-6,7-μεθυλενοδιοξυφλαβόνη, 2,5-διυδροξυ-6 και 7-μεθυλενοδιοξυϊσοφλαβόνη, οι οποίες κατατάσσονται επίσης στα φλαβονοειδή.

Τα καροτενοειδή που υπάρχουν στα παντζάρια δρουν ως αντιοξειδωτικά με αντικαρκινική και ανοσοενισχυτική δράση. Τα καροτενοειδή των πατζαριών είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά. Έχουν αναφερθεί ότι έχουν την ιδιότητα να αναστέλλουν τις μεταλλάξεις στα κύτταρα του οργανισμού και είναι υπεύθυνα για μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. Το περιεχόμενο των καροτενοειδών σε καροτίνη ανέρχεται στα 1,9mg/100g.

#### 3.4.1 Θετικές επιδράσεις στην υγεία

Τα παντζάρια αποτελούν πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών συστατικών. Ο χυμός παντζαριού (5,45 pH, 9 ° Brix) διαθέτει υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά (1169mg GAE / L), φλαβονοειδή συστατικά (925mg ισοδύναμο κατεχίνης / L) και χρωστικές (854mg / L).

Η βηταΐνη με την αγγλυκοβετανιδίνη έχει βρεθεί ότι έχουν μεγάλη αντιοξειδωτική δράση και βρέθηκε να είναι αποτελεσματική στην πρόληψη της οξειδωτικής τάγκισης των λιπιδίων. Τα βεταλένια διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα θεραπευτικών, αντικαρκινικών, ηπατο-προστατευτικών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων βοηθώντας έτσι στην φυσιολογική λειτουργία των κυτταρικών λειτουργιών. Τα φλαβονοειδή που υπάρχουν σε παντζάρια όπως η βιτεξίνη, η βιτοξίνη-2-Ο-ραμνοσίδη και η βιτοξίνη-2-Ο-ξυλοσίδη επέδειξαν εξαιρετική αντιπολλαπλασιαστική δράση σε καρκινικά κύτταρα ασκώντας έτσι αντικαρκινική δράση, μειώνοντας ελαφρώς την φλεγμονώδη απόκριση και ρυθμίζουν την ανοσοαπόκριση.

Τα νιτρικά άλατα που βρίσκονται στα παντζάρια έχουν την ικανότητα να μειώνουν την αρτηριακή πίεση, να προστατεύουν από βλάβη ισχαιμίας-επαισιμότητας και διαμόρφωση της λειτουργίας των μιτοχονδρίων. Επίσης, μειώνεται η κακή (LDL) χοληστερόλη, με αποτέλεσμα η αρτηριακή πίεση να επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα. Τα εκχυλίσματα παντζαριών έχουν δράση κατά της υπέρτασης και της υπογλυκαιμίας.

Η βηταΐνη, μειώνει τα επίπεδα συγκέντρωσης ομοκυστεΐνης στο αίμα, με αποτέλεσμα την αγγειακή ομοίωση, βοηθά στη διαδικασία πήξης του αίματος (θρομβώσεις), διασφαλίζει την καλή λειτουργία των αιμοπεταλίων και διασφαλίζει την σωστή αναλογία αγγειοσυσταλτικών και αγγειοδιασταλτικών παραγόντων στο αίμα. Έτσι, διασφαλίζεται η καλή λειτουργία των ενδοθηλιακών κυττάρων, προστατεύοντας τον οργανισμό από ασθένειες, όπως καρδιαγγειακές διαταραχές και η αθηροσκλήρωση. (Krajka-Kuzniak et al., 2012).

Έχει αποδειχθεί πως οι ουσίες του εκχυλίσματος παντζαριών βοηθούν στην προστασία της λεπτής επένδυσης των αιμοφόρων αγγείων, με αποτέλεσμα να μειώνονται να μειώνονται οι βλάβες στα κύτταρα από τα αντιγόνα. Έτσι, μειώνονται οι πιθανότητες για εμφάνιση φλεγμονής, συγκεκριμένα, των λοιμώξεων, ερυθμάτων, οιδημάτων, με την ταχύτερη επούλωση των τραυμάτων και ηπιότερο πυρετού.

Ταυτόχρονα τα παντζάρια βοηθούν στην σωστή λειτουργία του πεπτικού συστήματος.

Η δράση τους, οφείλεται στην αύξηση της έκφρασης της πρωτεΐνης Bcl-2, ενώ παράλληλα παρατηρείται μείωση της διασπασμένης κασπάσης 3 σε μεγάλο βαθμό. Το κόκκινο παντζάρι

παρέχει φυτοχημικά που διεγείρουν την αιματοποιητική λειτουργία, την λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, προστατεύει τα νεφρά καθώς και το ήπαρ (Miraj, 2016).

Ο χυμός παντζαριού, χάρη στην ενίσχυση της σύνθεσης του νιτρικού οξειδίου στον οργανισμό, προσφέρει σημαντικά οφέλη για την υγεία ανακουφίζοντας από πληγές και από έλκη. Επιπλέον, σχετίζεται με επιδράσεις στην παραγωγή σεξουαλικών ορμονών στον άνθρωπο, καθώς περιέχει αυξημένες ποσότητες βορίου. Συμπληρώματα διατροφής που περιέχουν χυμό παντζαριών, έχουν θετικές επιδράσεις στην καρδιαγγειακή υγεία και τις βιολογικές αποκρίσεις, βελτιώνοντας την φυσική κατάσταση (Wylie et al., 2013).

Ο χυμός παντζαριού αναφέρεται ότι βοηθά στον καθαρισμό του αίματος και αναγνωρίζεται ως ένας μεγάλος παράγοντας δημιουργίας αίματος που είναι πλούσιος σε περιεκτικότητα σε σίδηρο, αναγεννά και επαν-ενεργοποιεί τα ερυθρά αιμοσφαίρια και παρέχει φρέσκο οξυγόνο στο σώμα.

Η συχνή κατανάλωση παντζαριών, έχει συσχετιστεί με διάφορα οφέλη, καθώς περιέχουν μικροθρεπτικά και μακροθρεπτικά συστατικά. Το φολικό οξύ έχει συσχετιστεί με αντικαρκινικές ιδιότητες. Επίσης έχει παρατηρηθεί πως σε συνδιασμό με την βιταμίνη Β, συμβάλλει στην εύρυθμη λειτουργία του νευρικού συστήματος και την μείωση του οξειδωτικού στρες. (Szekely et al., 2016).

### 3.5 Όσπρια

#### 3.5.1 Ρεβίθια

Το ρεβίθι καταναλώνεται κυρίως για τους ξηρούς σπόρους του λόγω της υψηλής θρεπτικής του αξίας, κυρίως της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Είναι επίσης μια καλή πηγή υδατανθράκων, φυτικών ινών, ανόργανων συστατικών, βιταμινών και πολλών βιοδραστικών συστατικών και είναι επίσης γνωστό ως το κρέας του φτωχού.

Τα όσπρια είναι γνωστά για την υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τα ρεβίθια είναι μια από τις πιο οικονομικές πηγές πρωτεΐνης, εύκολα προσβάσιμη από τους καταναλωτές που δεν έχουν τη δυνατότητα να καταναλώσουν πρωτεϊνούχες τροφές υψηλότερης αξίας, τις οικονομικά αδύναμες οικογένειες και τους χορτοφάγους. Η πρωτεΐνη ρεβιθίου έχει υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα πρωτεϊνών και το μεγαλύτερο μερίδιό της συνεισφέρει οι σφαιρίνες (Yust et al., 2003).

Οι σπόροι ρεβίθια έχουν ανεπάρκεια σε μεθειονίνη και κυστεΐνη (αμινοξέα που περιέχουν θείο) και είναι πλούσιοι σε λυσίνη και αργινίνη, ενώ αυτό είναι το αντίθετο των δημητριακών, τα οποία είναι πλούσια σεθειούχα αμινοξέα και η λυσίνη είναι το περιοριστικό αμινοξύ (Rachwa- Rosiak, Nebesny & Budryn, 2015).

Ο λόγος απόδοσης πρωτεΐνης (PER), η βιολογική αξία (BV), η καθαρή χρήση πρωτεϊνών (NPU) και η ολική ικανότητα πέψης (TD) για τους ωμούς σπόρους ρεβιθίου κυμαίνονται από 1,2 έως 2,8, 0,520-0,850, 0,556-0,920 και 0,760-0,928, αντίστοιχα. Το ασπαραγικό οξύ, το γλουταμικό οξύ και η αργινίνη βρέθηκαν να είναι τα πιο άφθονα αμινοξέα στα προϊόντα απομόνωσης πρωτεΐνης.

Αντιοξειδωτική δράση και ανασταλτικές ιδιότητες ACE (ένζυμο μετατροπής αγγειοτασίνης-I) αναφέρθηκαν για τα υδρόλυση πρωτεΐνης ρεβίθια που παράγονται χρησιμοποιώντας το ένζυμο πεψίνη (Sanchez-Chino et al., 2019). Η αναστολή του ACE βρέθηκε ότι βοηθά στη μείωση της συχνότητας της υπέρτασης αποτρέποντας την υδρόλυση της αγγειοτενσίνης I σε αγγειοτενσίνη II, η οποία συνδέεται με τους κυτταρικούς υποδοχείς που σηματοδοτούν αγγειοσυστολή και συνεπώς οδηγεί σε αυξημένη αρτηριακή πίεση.

Έχουν αναφερθεί διάφορες βιολειτουργικές ιδιότητες των πεπτιδίων από ρεβίθια, όπως αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιυπερτασικές, αντι-καρκινικές, αντιμυκητιακές, αντιδιαβητικές, αντιυπογλυκαιμικές και υποχοληστερολαιμικές ιδιότητες (Milan-Noris et al., 2018).

Οι υδατάνθρακες αποτελούν περίπου 60-65% στους σπόρους ρεβίθια. Τα όσπρια περιέχουν ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες σε σύγκριση με τα δημητριακά.

Τα ρεβίθια είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών, φυτικών ινών μετάλλων και βιταμινών. ναι μια καλή πηγή σιδήρου, ψευδαργύρου, μαγνησίου και ασβεστίου, παρέχοντας μέση ποσότητα 5,0 mg, 4,1 mg, 138 mg και 160 mg ανά 100 g ωμών σπόρων ρεβιθιού, αντίστοιχα. Οι καθημερινές διατροφικές απαιτήσεις σιδήρου και ψευδαργύρου μπορούν να καλυφθούν καταναλώνοντας 100 g ρεβίθια και 200 g ρεβίθια μπορούν να καλύψουν την ημερήσια απαίτηση μαγνησίου. Περιέχει σημαντικές ποσότητες βιταμίνης E (τοκοφερόλη) και βιταμίνης B9 (φολικό οξύ), όπως 11,2 και 206,5 mg / 100 g σε τύπο Desi και 12,9 και 299,0 mg / g σε ρεβίθια τύπου Kabuli (Ciftci et al., 2010). Τα ρεβίθια περιέχουν επίσης μικρές ποσότητες βιταμινών συμπλέγματος B, κυρίως βιταμίνη B2 (ριβοφλαβίνη), B5 (παντοθενικό οξύ) και B6 (πυριδοξίνη), όπως 0,21, 1,01 και 0,30 mg / 100 g αντίστοιχα σε τύπο Desi και 0,26, 1,02 και 0,38 mg / 100 g σε τύπο Kabuli (Lebiedzińska & Szefer, 2006).

Αρκετά οφέλη για την υγεία του ρεβιθιού αποδίδονται στην παρουσία βιολειτουργικών συστατικών σε αυτό. Τα κύρια φυτοχημικά στο ρεβίθι περιλαμβάνουν φλαβονοειδή, καροτενοειδή, φαινολικά οξέα, στιλβένια και λιγνάνες (Xu & Chang, 2007). Αυτές οι αντιοξειδωτικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για την παροχή του συστήματος προστασίας έναντι της βλάβης που προκαλείται από αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS) (υπεροξειδίο, υπεροξειδίο υδρογόνου και ρίζες υδροξυλίου) σε ζώντα είδη που σχηματίζονται ως αποτέλεσμα διαδοχικών αναγωγών μοριακού οξυγόνου με μονήρη ηλεκτρόνια.

Τα φυτοχημικά που υπάρχουν στα ρεβίθια είναι φαινολικές ενώσεις, συγκεκριμένα ισοφλαβονοειδή και 5-δεοξυϊσο φλαβονοειδή και έχουν σημαντικό ρόλο στην παροχή αμυντικής δράσης κατά των παθογόνων και επίσης βοηθούν στη στερέωση του αζώτου ενεργώντας ως χημικά σήματα. Η πλειονότητα των φλαβονοειδών και φαινολικών που υπάρχουν στο ρεβίθια συγκεντρώνεται κυρίως στο επίπεδο του σπόρου. Το χλωρογενικό οξύ και η κουερσετίνη βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με άλλα φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή. Οι σπόροι ρεβιθιών είναι μία πλούσια πηγή καροτενοειδών, κυρίως ξανθοφύλλων, κρυπτοξανθίνης και βήτα-καροτίνης. Τα καροτενοειδή έχουν μεγάλη σημασία καθώς αυξάνουν τη βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου στο ανθρώπινο σώμα ενεργώντας ως προαγωγείς απορρόφησης σιδήρου (Welch, 2002). Η κανθαξανθίνη βρέθηκε να έχει αντικαρκινικές και αντικαρκινικές ιδιότητες (Palozza et al., 1998).

### 3.6 Σόγια

Η σόγια είναι ένα από τα πιο σημαντικά γεωργικά προϊόντα λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε πρωτεΐνες που είναι περίπου 35-40%. Η σόγια είναι η κυρίαρχη καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων παγκοσμίως και η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή φυτικού ελαίου, μετά το φοινικέλαιο. Το υψηλό επίπεδο πρωτεϊνών της σόγιας και η καλά ισορροπημένη σύνθεση αμινοξέων το καθιστούν μια σημαντική πηγή φυτικών πρωτεϊνών, με μεγάλη δυνατότητα αντικατάστασης πρωτεϊνών κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων στην καθημερινή μας διατροφή.

Το προϊόν απομόνωσης πρωτεΐνης σόγιας που παράγεται με εκχύλιση με αλκάλια και ισοηλεκτρική καταβύθιση είναι η πιο εκλεπτυσμένη μορφή πρωτεΐνης σόγιας με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλότερη από 90%. Η υφή πρωτεΐνης σόγιας παράγεται με εξώθηση για να μοιάζει με την υφή των κομματιών κρέατος. Η κύρια λειτουργία της πρωτεΐνης σόγιας με υφή είναι η εν μέρει ή ολική αντικατάσταση ζωικών πρωτεϊνών σε διάφορα προϊόντα διατροφής και χρησιμοποιείται ως πηγή πρωτεΐνης σε εναλλακτικές πηγές κρέατος. Το αλεύρι σόγιας, το συμπύκνωμα πρωτεΐνης σόγιας, το

προϊόν απομόνωσης πρωτεΐνης σόγιας και οι σπόροι, χρησιμοποιούνται κυρίως ως συστατικά σε τυποποιημένα τρόφιμα για τις λειτουργικές τους ιδιότητες, όπως η σύνδεση νερού και λίπους, γαλακτωματοποίηση, αφρισμός και ζελατινοποίηση.

Τα προϊόντα πρωτεΐνης σόγιας χρησιμοποιούνται για την αντικατάσταση ζωικών πρωτεϊνών. Η πρωτεΐνη σόγιας χρησιμοποιείται επίσης ως πηγή πρωτεΐνης σε βρεφικά παρασκευάσματα. Το γάλα σόγιας χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του αγελαδινού γάλακτος από αυστηρούς χορτοφάγους και άτομα με δυσανεξία στην λακτόζη. Το Tofu, το οποίο είναι ένα παραδοσιακό προϊόν διατροφής πρωτεΐνης σόγιας που προέρχεται από την Ασία, είναι ένα τυρόπηγμα πρωτεΐνης που παρασκευάζεται με καθίζηση της πρωτεΐνης από το γάλα σόγιας. Μπορεί επίσης να παράγεται από συστατικά πρωτεΐνης σόγιας.

Θεωρήθηκε ότι οι ανατολικοί άνθρωποι που καταναλώνουν περισσότερα προϊόντα σόγιας είναι λιγότερο ευαίσθητοι στον καρκίνο του μαστού από τους δυτικούς (Jayachandran & Xu, 2019). Η τακτική κατανάλωση τροφίμων με βάση τη σόγια μπορεί επίσης να ασκήσει και άλλα ευεργετικά αποτελέσματα, όπως την καταπολέμηση της παχυσαρκίας, την πρόληψη των καρδιακών παθήσεων, τον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης και την υγεία των οστών (He & Chen, 2013) Αυτά τα χαρακτηριστικά που προάγουν την υγεία είναι γνωστό ότι σχετίζονται με βιοδραστικά συστατικά (ειδικά ισοφλαβόνες σόγιας) που συμβάλλουν στη συνολική διατροφική και λειτουργική αξία των τροφίμων με βάση τη σόγια (Rinaldoni, Palatnik, Zaritzky & Campderros, 2014).

Ο ρόλος της σόγιας στην πρόληψη του διαβήτη και τον έλεγχο του γλυκαιμικού δείκτη είναι γνωστός εδώ και δεκαετίες, τόσο στα ζώα όσο και στον άνθρωπο από σχετικές επιδημιολογικές μελέτες. Στην πραγματικότητα, οι αγλυκόνες ισοφλαβόνες έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την ομοιοστάση της γλυκόζης μειώνοντας τη δραστηριότητα των εντερικών α-γλυκοσιδάσης και των πρωτεϊνών τυροσίνης κινάσης αλλά αυξάνοντας την πρόσληψη γλυκόζης και αναστέλλοντας την έκφραση των μεταγραφικών παραγόντων λιπογένεσης (Maleki et al., 2019).

Προϊόντα όπου χρησιμοποιείται ζυμωμένη σόγια έχει αναφερθεί πως παρουσιάζουν αντικαρκινικά αποτελέσματα έναντι διαφόρων καρκινικών κυττάρων. Πρόσφατα, μια μετα-ανάλυση έδειξε ότι η κατανάλωση διαφορετικών τύπων σόγιας (ολόκληρες τροφές σόγιας ή απομονωμένα συστατικά σόγιας) μπορεί να προκαλέσει ποικίλες επιπτώσεις στη θνησιμότητα ορισμένων καρκίνων, συμπεριλαμβανομένων των καρκίνων του μαστού, του γαστρικού, του πνεύμονα και του παχέος εντέρου. Συγκεκριμένα, η λήψη μόνο ισοφλαβόνων σόγιας ή προϊόντων σόγιας που έχουν υποστεί ζύμωση έδειξε σημαντική αντίθετη σχέση με τη θνησιμότητα του καρκίνου του μαστού (Nachvak et al., 2019). Ένας πιθανός λόγος που ευθύνεται για την προστατευτική δράση των ισοφλαβόνων σόγιας έναντι της ανάπτυξης καρκίνου του μαστού μπορεί να αποδοθεί στην ορμονική τους δράση στη μείωση των κυκλοφορούντων επιπέδων μη συζευγμένων οιστρογόνων.

Οι ισοφλαβόνες σόγιας σε βιοδραστική μορφή αγλυκόνης, ειδικά η γειστεΐνη, είναι γνωστό ότι είναι ικανές να ανταγωνίζονται με ενδογενή οιστρογόνα για σύνδεση με τους υποδοχείς οιστρογόνων (ER) που διαφορετικά θα παρατείνουν την έκθεση των κυττάρων σε οιστρογόνα, γεγονός που θα μπορούσε να αυξήσει τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού (Gilbert & Liu, 2013).

Οι αγλυκόνες ισοφλαβόνες προτάθηκαν επίσης να αναστέλλουν συγκεκριμένη ενζυμική δραστηριότητα, γεγονός που οδήγησε έτσι στον μειωμένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του προστάτη (Jayachandran & Xu, 2019).

Η σόγια αποτελεί μία αρκετά καλή πηγή φυτοχημικών όπως ισοφλαβόνες, φαινόλες, φλαβονοειδή, τοκοφερόλες και φυτοστερόλες, οι οποίες επομένως διαθέτουν πιθανή αντιοξειδωτική δράση (Rinaldoni et al., 2014).

Αναφέρθηκε ότι οι τοκοφερόλες θα μπορούσαν να ασκήσουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση *in vivo* αναστέλλοντας τις κυτταρικές μεμβράνες και τις βλάβες του DNA που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες (Peh et al., 2016). Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι φυτοστερόλες όπως η β-σιτοστερόλη ασκούν αντιοξειδωτική δράση αποτρέποντας την υπεροξειδωση των λιπιδίων των μεμβρανών των αιμοπεταλίων *in vitro* (Xu et al., 2015). Ορισμένα αμινοξέα, όπως τυροσίνη, μεθειονίνη, ιστιδίνη και λυσίνη, θεωρείται επίσης ότι έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες να αυξάνονται έπειτα από την ζύμωση της σόγιας.

Τα στοιχεία από επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ευεργετική επίδραση των διατροφικών ισοφλαβόνων σόγιας, ειδικά της genistein και της daidzein, κατά της φλεγμονώδους αντίδρασης μειώνοντας τα επίπεδα των φλεγμονωδών κυτοκινών στο πλάσμα συμπεριλαμβανομένων των TNF-α και πυρηνικού παράγοντα-κάπα βήτα (NF-κβ) σε γυναίκες με σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (Jalili et al., 2019). Αυξημένο περιεχόμενο και βιοδιαθεσιμότητα των γλυκονών ισοφλαβόνης έχει καταδειχθεί καλά σε πολλά προϊόντα σόγιας που έχουν υποστεί ζύμωση, τα οποία μπορεί να συμβάλουν στην πιθανή αντιφλεγμονώδη δράση.

Παράλληλα προϊόντα που περιέχουν σόγια διαθέτουν και προστατευτικές ιδιότητες απέναντι στις καρδιαγγειακές παθήσεις. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης προϊόντων ζύμωσης σόγιας με μειωμένο κίνδυνο αθηροσκλήρωσης, πράγμα που οφείλεται στο περιεχόμενο της σόγιας σε αγλυκόνες ισοφλαβόνες οι οποίες προλαμβάνουν την αθηροσκλήρωση αναστέλλοντας τις μεσολαβούμενες από τις αιμοπετάλια αιμοπεταλικές θρομβοξάνες A2 Το TxA2 είναι ένας προ-αθηρογόνος μεταβολίτης του αραχιδονικού οξέος (Ewe & Yeo, 2015).

Έτσι λοιπόν η κατανάλωση προϊόντων σόγιας, και ιδιαίτερα ζυμωμένων προϊόντων σόγιας, που περιέχονται στον vegan γύρο σχετίζεται με σημαντικά οφέλη στην υγεία, προσδίδοντας έτσι στον vegan γύρο μοναδικές θρεπτικές ιδιότητες λόγω των βιολειτουργικών συστατικών κι ενώσεων που προσδίδει στο παραγόμενο προϊόν.

### 3.7 Φυτικά έλαια

Τα φυτικά έλαια όπως δηλώνει και το όνομά τους αποτελούνται κατά κύριο λόγο από λιπαρά οξέα στα οποία είναι διαλυμένα διάφορα συστατικά. Τα φυτικά έλαια αποτελούν σημαντικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής και για τον λόγο αυτό καταναλώνονται ευρέως.

Τα ωμέγα 3 και ωμέγα 6 λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα λιπαρά οξέα που απαιτούνται στη διατροφή μας για την πρόληψη ή τη θεραπεία ορισμένων ασθενειών. Τα ωμέγα 3 λιπαρά οξέα έχουν σημαντικό ρόλο στην φυσιολογική ανάπτυξη και την πρόληψη του καρκίνου, των καρδιαγγειακών παθήσεων και στη βελτίωση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος. Αν και οι δύο αυτές ομάδες βασικών λιπαρών οξέων μπορούν να αναπτύξουν μόρια σηματοδότησης εικοσανοειδών (θρομβοξάνες, προστακυκλίνες, προσταγλανδίνες και λευκοτριένια), τα ω-6 εικοσανοειδή χωρίς ωμέγα 3 είναι γενικά προ-φλεγμονώδη και μπορεί να οδηγήσουν στην εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων, αρθρίτιδας και να προκαλέσουν υψηλή αρτηριακή πίεση. Έτσι, η ισορροπία των ωμέγα 3 λιπαρών οξέων στη διατροφή μπορεί να ελέγξει τις λειτουργίες τους.

Τα φυτικά έλαια αποτελούν πηγή λιπαρών οξέων (κορεσμένων, μονοακόρεστων ή πολυακόρεστων) που παίζουν σημαντικό ρόλο στον κυτταρικό μεταβολισμό καθώς αποθηκεύουν ενέργεια και την παρέχουν όποτε χρειάζεται. Ταυτόχρονα τα λιπαρά οξέα φαίνεται πως παίζουν σημαντικό ρόλο στην κυτταρική διαίρεση και ανάπτυξη. Αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών, των ορμονών, των νευροδιαβιβαστών κ.λπ. Η πρόσληψη διαφορετικών λιπαρών οξέων έχει άμεση επίδραση στην ανθρώπινη υγεία. Για παράδειγμα, η αυξημένη πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών

οξέων έχει συνδεθεί με καρδιαγγειακές παθήσεις. Επομένως θεωρείται επιθυμητό να καταναλώνονται σε χαμηλές ποσότητες.

Ορισμένα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας, όπως πολυακόρεστα λιπαρά οξέα όπως το αραχιδονικό οξύ (ARA, 20: 4), εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA; 20: 5) και δοκοσαεξανοϊκό οξύ (DHA; 22: 6) και αποτελούν σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής.

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας έχουν πολύπλοκους ρόλους στην ανθρώπινη διατροφή. Με βάση τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού, τα PUFA είναι δύο τύπων: ωμέγα-3 και ωμέγα-6 λιπαρά οξέα. Από PUFA, το λινολενικό οξύ (LA; 18: 2) είναι ένα σημαντικό ωμέγα-6 λιπαρό οξύ ενώ το α-λινολενικό οξύ (ALA; 18: 3), είναι ένα σημαντικό ωμέγα-3 λιπαρό οξύ. Αυτά τα λιπαρά οξέα συντίθενται από ανώτερα φυτά. Το ελαϊκό οξύ μετατρέπεται σε LA με Δ12-δεσατουράση και LA, μετά μετατρέπεται σε ALA με Δ15-δεσατουράση. Ωστόσο, το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να συνθέσει αυτά τα λιπαρά οξέα de novo. Έτσι, αυτά είναι απαραίτητα λιπαρά οξέα που πρέπει να λαμβάνονται από την διατροφή, καθιστώντας έτσι τα φυτικά έλαια πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων (Rogalski and Carrer, 2011).

Στο ανθρώπινο σώμα, τα LA και ALA μπορούν να μεταβολιστούν περαιτέρω για να σχηματίσουν λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανθρώπινη ανάπτυξη. Το λινελαϊκό οξύ μετατρέπεται σε αραχιδονικό οξύ (ARA, 20: 4) και α-λινολενικό οξύ σε εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA, 20: 5) και docosahexaenoic acid (DHA, 22: 6). Ωστόσο αυτά τα λιπαρά οξέα δεν μπορούν να συντεθούν αποτελεσματικά από το ανθρώπινο οργανισμό και πρέπει να λαμβάνονται δια μέσω της τροφής.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το PUFA ή πιο συγκεκριμένα τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα βρίσκουν μεγαλύτερη σημασία ως συμπλήρωμα διατροφής για τον άνθρωπο. Τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα έχουν αποδειχθεί ότι μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων ή εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Ολοένα και περισσότερες ενδείξεις δείχνουν πως τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα παίζουν επίσης χρήσιμο ρόλο στη θεραπεία παθήσεων όπως η κατάθλιψη. Το DHA έχει αποδειχθεί πως βελτιώνει την ευαισθησία και τον όγκο των εγκεφαλικών κυττάρων απέναντι στα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για αντικαρκινική θεραπεία (Wang et al., 2011).

Τα λιπαρά οξέα είναι πολύ κρίσιμα για την ανάπτυξη του αμφιβληστροειδούς και του νευρικού συστήματος και για τη συνολική ανάπτυξη των εμβρύων. Τα ωμέγα-6 λιπαρά οξέα όπως το γ-λινολενικό οξύ και το διμομο-γ-λινολενικό οξύ (DGLA) έχουν δείξει αντικαρκινική δράση και έχουν ανασταλτική επίδραση στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων (Xu and Qian, 2014).

Λόγω των οφελών για την υγεία τους, συνιστάται η λήψη ωμέγα-3 FA ως τακτικό συμπλήρωμα διατροφής. Κατά μέσο όρο, ένας ενήλικας πρέπει να καταναλώνει 250-2000 mg ημερησίως EPA + DHA.

Όμως για να αποκτηθούν τα οφέλη από τα PUFA θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η πρόσληψη των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων σε σχέση με την κατανάλωση ωμέγα-6 λιπαρών οξέων. Αυτό συμβαίνει επειδή η μετατροπή του ALA σε EPA και DHA εξαρτάται επίσης από την ποσότητα πρόσληψης λινελαϊκού οξέος. Έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της αναλογίας πρόσληψης λινελαϊκού οξέος προς α-λινολενικού οξέος μειώνει ανταγωνιστικά τη μετατροπή του ALA σε λιπαρό οξύ ωμέγα-3 μακρύτερης αλυσίδας. Υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ ωμέγα-6 και ωμέγα-3 λιπαρών οξέων για αποκορεσμό από την ίδια Δ6-δεσατουράση, δηλαδή LA προς GLA και ALA σε SDA. Μια αναλογία 2: 1 έως 6: 1 των ωμέγα-6 και ωμέγα-3 λιπαρών οξέων θεωρείται καλή και συνιστάται, βελτιώνοντας ενδεχομένως την καρδιαγγειακή υγεία, το άσθμα κ.λπ. (Riediger et al., 2009).



### 3.8 Φυτικές πρωτεΐνες

Στις φυτικές πρωτεΐνες κατατάσσονται οι πρωτεΐνες που προέρχονται από φυτικές πηγές. Κατά κύριο λόγο συναντώνται στους κόκκους και τους σπόρους των φυτών, στους οποίους γίνεται η αποθήκευση του αζώτου. Στα πλαίσια της αυστηρά χορτοφαγικής διατροφής οι φυτικές πρωτεΐνες λειτουργούν σαν υποκατάστατο των ζωικών πηγών.

Η πρόσληψη πρωτεϊνών καθαρά από φυτικές πηγές δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού σε αμινοξέα για μια πλήρη και ισορροπημένη διατροφή, καθώς έχουν χαμηλή περιεκτικότητα ή στερούνται πλήρως αμινοξέα όπως: Βαλίνη, Ισολευκίνη, Λυσίνη, Μεθειονίνη και Τρυπτοφάνη. Προκειμένου να αντικατασταθούν πλήρως οι μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης που βρίσκονται στο κρέας, ένα προϊόν από πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης, θα ήταν σκόπιμο να εμπεριέχει πρώτες ύλες από πολλαπλές πηγές, με συμπληρωματική σύνθεση αμινοξέων, ώστε να παρέχονται στον οργανισμό όλα τα εξωγενή αμινοξέα χρησιμοποιώντας την αρχή της συμπληρωματικότητας. Η παραπάνω πρακτική εφαρμόζεται και στο vegan γύρο, καθώς η περιεκτικότητα σε επαρκή εξωγενή αμινοξέα είναι κρίσιμης σημασίας.

Τα συστατικά που συνδυάζονται, έχουν διαφορές στην περιεκτικότητά τους σε αμινοξέα, ώστε να οδηγήσουν σε ένα σύστημα τροφίμου με ένα πλήρες προφίλ. Οι διαφορές μεταξύ των αμινοξέων στα διάφορα συστατικά, οφείλονται στην ποικιλία των φυτών που χρησιμοποιούνται, στις διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας, καθώς και στην γενετική ποικιλομορφία.

Αμινοξέα όπως η Βαλίνη και η Λευκίνη, συναντώνται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στις πρωτεΐνες ελαιούχων σπόρων, συγκριτικά με αμινοξέα που εμπεριέχουν θείο, όπως η Κυστεΐνη, η Μεθειονίνη και η υδρόφοβη Τρυπτοφάνη. Εξαιρέση αποτελούν οι πρωτεΐνες σπόρων τσία και σπόρων σουσαμιού, που είναι πλούσιες σε μεθειονίνη με συγκεντρώσεις 9% και 8% αντίστοιχα. Το κρέας από κοτόπουλο έχει περιεκτικότητα σε μεθειονίνη 9%

Η Λευκίνη και η Βαλίνη είναι τα αμινοξέα που υπάρχουν στις υψηλότερες συγκεντρώσεις στις πρωτεΐνες ελαιούχων σπόρων, ενώ τα αμινοξέα που περιέχουν θείο, μεθειονίνη και κυστεΐνη και υδρόφοβη τρυπτοφάνη υπάρχουν στις χαμηλότερες ποσότητες. Ωστόσο, υπάρχουν εξαιρέσεις για τις πρωτεΐνες σπόρων τσία (9%) και σπόρων σουσαμιού (8%) που είναι σχετικά πλούσιες στο αμινοξύ μεθειονίνη. Αυτές οι τιμές είναι σε επίπεδο συγκρίσιμο με την περιεκτικότητα του κοτόπουλου σε μεθειονίνη (9%).

Σε γενικές γραμμές οι ελαιούχοι σπόροι που χρησιμοποιούνται στον vegan γύρο έχουν σχετικά καλά ισορροπημένο προφίλ όμως η περιεκτικότητά σε αμινοξέα μπορεί μεταβληθεί κατά την επεξεργασία τους π.χ. κατά τις διαδικασίες της εκχύλισης και θερμικής επεξεργασίας (Aider & Barbana, 2011). Για τον λόγο αυτό στην σύσταση του vegan γύρου προστίθενται μία πηγή πρωτεΐνης πλούσιας σε αμινοξέα που περιέχουν θείου ώστε να βελτιωθεί η θρεπτική του αξία αντικαθιστώντας έτσι το κρέας.

### Συμπεράσματα

Η δημιουργία υποκατάστατων κρέατος που μιμούνται το κρέας τόσο διατροφικά όσο και στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά τα τελευταία χρόνια αποτελεί μία ολοένα και αυξανόμενη τάση. Στα πλαίσια αυτά έχει αναπτυχθεί και το προϊόν vegan γύρος όπου αποτελεί υποκατάστατο του ζωικού γύρου.

Για την παρασκευή υποκατάστατων κρέατος χρησιμοποιούνται φυτικές πρωτεΐνες οι οποίες λαμβάνονται από φυτικές πηγές μέσω επεξεργασίας με τεχνικές όπως η εκχύλιση, εξάτμιση και

ανάμιξη. Ωστόσο για την μίμηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του κρέατος απαιτείται επεξεργασία των λαμβανόμενων πρωτεϊνών καθώς και η εφαρμογή πρόσθετων μπαχαρικών.

Οι μη βέλτιστες ιδιότητες συστατικών μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι τα συστατικά που χρησιμοποιούνται σε υποκατάστατα κρέατος δεν διαθέτουν τα βέλτιστα χαρακτηριστικά. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχει περιθώριο βελτίωσης των συστατικών για την παραγωγή υποκατάστατων κρέατος υψηλής ποιότητας. Ταυτόχρονα τα φυτικά υποκατάστατα κρέατος προσφέρουν ιδιαίτερα σημαντικά οφέλη για την υγεία. Τα φυτικά προϊόντα περιέχουν μία μεγάλη ποικιλία θρεπτικών συστατικών και βιολειτουργικών συστατικών όπως φαινολικά συστατικά και αντιοξειδωτικά προσφέροντας σημαντικά οφέλη για την υγεία.

## Βιβλιογραφία

Aider, M. and Barbana, C., 2011. Canola proteins: composition, extraction, functional properties, bioactivity, applications as a food ingredient and allergenicity—a practical and critical review. *Trends in food science & technology*, 22(1), pp.21-39.

Altschul, A.M. and Wilcke, H.L. eds., 2013. *New Protein Foods: Seed Storage Proteins (Vol. 5)*. Academic press.

Apostolidis, C. and McLeay, F., 2016. Should we stop meating like this? Reducing meat consumption through substitution. *Food policy*, 65, pp.74-89.

Aryee, A.N.A., Agyei, D. and Udenigwe, C.C., 2018. Impact of processing on the chemistry and functionality of food proteins. In *Proteins in food processing* (pp. 27-45). Woodhead Publishing.

Avilés-Gaxiola, S., Chuck-Hernández, C., del Refugio Rocha-Pizaña, M., García-Lara, S., López-Castillo, L.M. and Serna-Saldívar, S.O., 2018. Effect of thermal processing and reducing agents on trypsin inhibitor activity and functional properties of soybean and chickpea protein concentrates. *Lwt*, 98, pp.629-634.

Aydemir, L.Y. and Yemencioğlu, A., 2013. Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), pp.686-694.

Berghout, J.A.M., Boom, R.M. and Van der Goot, A.J., 2015. Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 43, pp.465-472.

Berkow, S.E. and Barnard, N., 2006. Vegetarian diets and weight status. *Nutrition reviews*, 64(4), pp.175-188.

Bessada, S.M., Barreira, J.C. and Oliveira, M.B.P., 2019. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 93, pp.53-68.

Bharti, S.K., Kumar, A., Sharma, N.K., Prakash, O., Jaiswal, S.K., Krishnan, S., Gupta, A.K. and Kumar, A., 2013. Tocopherol from seeds of Cucurbita pepo against diabetes: Validation by in vivo experiments supported by computational docking. *Journal of the Formosan Medical Association*, 112(11), pp.676-690.

Boye, J.I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E. and Rajamohamed, S.H., 2010. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates

processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, 43(2), pp.537-546.

Bureau, S., Ruiz, D., Reich, M., Gouble, B., Bertrand, D., Audergon, J.M. and Renard, C.M., 2009. Rapid and non-destructive analysis of apricot fruit quality using FT-near-infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 113(4), pp.1323-1328.

Bühler, J.M., Dekkers, B.L., Bruins, M.E. and Van Der Goot, A.J., 2020. Modifying faba bean protein concentrate using dry heat to increase water holding capacity. *Foods*, 9(8), p.1077.

Cândido, F.G., de Oliveira, F.C., Lima, M.F.C., Pinto, C.A., da Silva, L.L., Martino, H.S., Dos Santos, M.H. and Rita de Cássia, G.A., 2018. Addition of pooled pumpkin seed to mixed meals reduced postprandial glycemia: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Nutrition research*, 56, pp.90-97.

Candy, S., Turner, G., Larsen, K., Wingrove, K., Steenkamp, J., Friel, S. and Lawrence, M., 2019. Modelling the food availability and environmental impacts of a shift towards consumption of healthy dietary patterns in Australia. *Sustainability*, 11(24), p.7124.

Castañé, S. and Antón, A., 2017. Assessment of the nutritional quality and environmental impact of two food diets: A Mediterranean and a vegan diet. *Journal of Cleaner Production*, 167, pp.929-937.

Chao, D., Jung, S. and Aluko, R.E., 2018. Physicochemical and functional properties of high pressure-treated isolated pea protein. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, pp.179-185.

Chao, D. and Aluko, R.E., 2018. Modification of the structural, emulsifying, and foaming properties of an isolated pea protein by thermal pretreatment. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), pp.357-366.

Chari, K.Y., Polu, P.R. and Shenoy, R.R., 2018. An appraisal of pumpkin seed extract in 1, 2-dimethylhydrazine induced colon cancer in wistar rats. *Journal of toxicology*, 2018.

Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y. and Panghal, A., 2019. Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food chemistry*, 272, pp.192-200.

Choudhary, M., Grover, K. and Kaur, G., 2015. Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food chemistry*, 173, pp.770-777.

Çiftçi, H., Özkaya, A., Çevrimli, B.S. and Bakoğlu, A., 2010. Levels of fat-soluble vitamins in some foods.

Clifford, T., Howatson, G., West, D.J. and Stevenson, E.J., 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), pp.2801-2822.

Cohen, C., 1986. The case for the use of animals in biomedical research.

Cramer, H., Kessler, C.S., Sundberg, T., Leach, M.J., Schumann, D., Adams, J. and Lauche, R., 2017. Characteristics of Americans choosing vegetarian and vegan diets for health reasons. *Journal of nutrition education and behavior*, 49(7), pp.561-567.

Cummings, S., Parham, E.S. and Strain, G.W., 2002. Position of the American dietetic: association weight management. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(8), pp.1145-1155.

Day, L., 2013. Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), pp.25-42.

- Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J. and Parmentier, M., 2007. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(7), pp.710-732.
- Duque-Estrada, P., Kyriakopoulou, K., de Groot, W., van der Goot, A.J. and Berton-Carabin, C.C., 2020. Oxidative stability of soy proteins: From ground soybeans to structured products. *Food chemistry*, 318, p.126499.
- Eby, G.A. and Eby, K.L., 2006. Rapid recovery from major depression using magnesium treatment. *Medical hypotheses*, 67(2), pp.362-370.
- Estévez, M. and Luna, C., 2017. Dietary protein oxidation: a silent threat to human health?. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(17), pp.3781-3793.
- Ewe, J.A. and Yeo, S.K., 2015. Fermented soymilk as a nutraceutical. In *Beneficial Microorganisms in Food and Nutraceuticals* (pp. 133-159). Springer, Cham.
- Fabian, C. and Ju, Y.H., 2011. A review on rice bran protein: its properties and extraction methods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(9), pp.816-827.
- Friedewald, V.E., Boden, W.E., Stone, G.W., Yancy, C.W. and Roberts, W.C., 2011. The editor's roundtable: role of percutaneous coronary intervention and drug-eluting stents in patients with stable coronary heart disease. *American Journal of Cardiology*, 108(10), pp.1417-1425.
- Georgiev, V.G., Weber, J., Kneschke, E.M., Denev, P.N., Bley, T. and Pavlov, A.I., 2010. Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. Detroit dark red. *Plant foods for human nutrition*, 65(2), pp.105-111.
- Gilbert, E.R. and Liu, D., 2013. Anti-diabetic functions of soy isoflavone genistein: mechanisms underlying its effects on pancreatic  $\beta$ -cell function. *Food & function*, 4(2), pp.200-212.
- Gumus, C.E., Decker, E.A. and McClements, D.J., 2017. Formation and stability of  $\omega$ -3 oil emulsion-based delivery systems using plant proteins as emulsifiers: Lentil, pea, and faba bean proteins. *Food Biophysics*, 12(2), pp.186-197.
- Guo, Z., Teng, F., Huang, Z., Lv, B., Lv, X., Babich, O., Yu, W., Li, Y., Wang, Z. and Jiang, L., 2020. Effects of material characteristics on the structural characteristics and flavor substances retention of meat analogs. *Food Hydrocolloids*, 105, p.105752.
- He, F.J. and Chen, J.Q., 2013. Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms. *Food Science and Human Wellness*, 2(3-4), pp.146-161.
- Hever, J., 2016. Plant-based diets: A physician's guide. *The permanente journal*, 20(3).
- Hoyos, R. and Dávila-Ortiz, G., 2019. Protective effect of chickpea protein hydrolysates on colon carcinogenesis associated with a hypercaloric diet. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(2), pp.162-170.
- Iswaldi, I., Gómez-Caravaca, A.M., Lozano-Sánchez, J., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A. and Fernández-Gutiérrez, A., 2013. Profiling of phenolic and other polar compounds in zucchini (*Cucurbita pepo* L.) by reverse-phase high-performance liquid chromatography coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Research International*, 50(1), pp.77-84.

- Jafari, M., Goli, S.A.H. and Rahimmalek, M., 2012. The chemical composition of the seeds of Iranian pumpkin cultivars and physicochemical characteristics of the oil extract. *European journal of lipid science and technology*, 114(2), pp.161-167.
- Jafari, S.M., Doost, A.S., Nasrabadi, M.N., Boostani, S. and Van der Meeren, P., 2020. Phytoparticles for the stabilization of Pickering emulsions in the formulation of novel food colloidal dispersions. *Trends in Food Science & Technology*, 98, pp.117-128.
- Jalili, M., Vahedi, H., Poustchi, H. and Hekmatdoost, A., 2019. Soy isoflavones and cholecalciferol reduce inflammation, and gut permeability, without any effect on antioxidant capacity in irritable bowel syndrome: A randomized clinical trial. *Clinical nutrition ESPEN*, 34, pp.50-54.
- Jaeger, H., Janositz, A. and Knorr, D., 2010. The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. *Pathologie Biologie*, 58(3), pp.207-213.
- Jayachandran, M. and Xu, B., 2019. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food chemistry*, 271, pp.362-371.
- Kajla, P., Sharma, A. and Sood, D.R., 2015. Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of food science and technology*, 52(4), pp.1857-1871.
- Kaushik, P., Dowling, K., McKnight, S., Barrow, C.J., Wang, B. and Adhikari, B., 2016. Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate. *Food chemistry*, 197, pp.212-220.
- Kerler, J., Winkel, C., Davidek, T. and Blank, I., 2010. Basic chemistry and process conditions for reaction flavours with particular focus on Maillard-type reactions. *Food flavour technology*, 2.
- Koeberl, M., Clarke, D. and Lopata, A.L., 2014. Next generation of food allergen quantification using mass spectrometric systems. *Journal of proteome research*, 13(8), pp.3499-3509.
- Kornet, C., Venema, P., Nijse, J., van der Linden, E., van der Goot, A.J. and Meinders, M., 2020. Yellow pea aqueous fractionation increases the specific volume fraction and viscosity of its dispersions. *Food Hydrocolloids*, 99, p.105332.
- Korthals, M. and Komduur, R., 2010. Uncertainties of nutrigenomics and their ethical meaning. *Journal of agricultural and environmental ethics*, 23(5), pp.435-454.
- Krajka-Kuźniak, V., Szafer, H., Ignatowicz, E., Adamska, T. and Baer-Dubowska, W., 2012. Beetroot juice protects against N-nitrosodiethylamine-induced liver injury in rats. *Food and chemical toxicology*, 50(6), pp.2027-2033.
- Kushawaha, D.K., Yadav, M., Chatterji, S., Srivastava, A.K. and Watal, G., 2017. Evidence based study of antidiabetic potential of *C. maxima* seeds—In vivo. *Journal of traditional and complementary medicine*, 7(4), pp.466-470.
- Langton, M., Ehsanzamir, S., Karkehabadi, S., Feng, X., Johansson, M. and Johansson, D.P., 2020. Gelation of faba bean proteins—Effect of extraction method, pH and NaCl. *Food Hydrocolloids*, 103, p.105622.
- Lafarga, T., 2018. Potential Applications of Plant-Derived Proteins in the Food Industry. *Novel Proteins for Food. Pharmaceuticals and Agriculture*, pp.117-137.

- Lea, E. and Worsley, A., 2003. Benefits and barriers to the consumption of a vegetarian diet in Australia. *Public health nutrition*, 6(5), pp.505-511.
- Lebiedzińska, A. and Szefer, P., 2006. Vitamins B in grain and cereal–grain food, soy-products and seeds. *Food Chemistry*, 95(1), pp.116-122.
- Li, J.J., Zhong, X.J., Wang, X., Yang, X.M., Yue, J.Y., Zhang, X., Liu, J.C., Wang, K.Q. and Shang, X.Y., 2020. Polyhydroxylated sterols from *Monascus purpureus*-fermented rice. *Steroids*, 154, p.108546.
- Lin, D., Lu, W., Kelly, A.L., Zhang, L., Zheng, B. and Miao, S., 2017. Interactions of vegetable proteins with other polymers: Structure-function relationships and applications in the food industry. *Trends in food science & technology*, 68, pp.130-144.
- Malav, O.P., Talukder, S., Gokulakrishnan, P. and Chand, S., 2015. Meat analog: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(9), pp.1241-1245.
- Maleki, Z., Jazayeri, S., Eslami, O., Shidfar, F., Hosseini, A.F., Agah, S. and Norouzi, H., 2019. Effect of soy milk consumption on glycemic status, blood pressure, fibrinogen and malondialdehyde in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 44, pp.44-50.
- Meyer, T.E., Kovács, S.J., Ehsani, A.A., Klein, S., Holloszy, J.O. and Fontana, L., 2006. Long-term caloric restriction ameliorates the decline in diastolic function in humans. *Journal of the American College of Cardiology*, 47(2), pp.398-402.
- Milán-Noris, A.K., Gutiérrez-Urbe, J.A., Santacruz, A., Serna-Saldívar, S.O. and Martínez-Villaluenga, C., 2018. Peptides and isoflavones in gastrointestinal digests contribute to the anti-inflammatory potential of cooked or germinated desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food chemistry*, 268, pp.66-76.
- Miraj, S., 2016. Chemistry and pharmacological effect of *Beta vulgaris*: A systematic review. *Der Pharmacia Lettre*, 8(19), pp.404-409.
- Mohanam, A., Nickerson, M.T. and Ghosh, S., 2020. Utilization of pulse protein-xanthan gum complexes for foam stabilization: The effect of protein concentrate and isolate at various pH. *Food chemistry*, 316, p.126282.
- Nachvak, S.M., Moradi, S., Anjom-Shoae, J., Rahmani, J., Nasiri, M., Maleki, V. and Sadeghi, O., 2019. Soy, Soy Isoflavones, and Protein Intake in Relation to Mortality from All Causes, Cancers, and Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Dose–Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 119(9), pp.1483-1500.
- Neacsu, M., Fyfe, C., Horgan, G. and Johnstone, A.M., 2014. Appetite control and biomarkers of satiety with vegetarian (soy) and meat-based high-protein diets for weight loss in obese men: a randomized crossover trial. *The American journal of clinical nutrition*, 100(2), pp.548-558.
- Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S. and Phillips, G.O., 2014. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food hydrocolloids*, 39, pp.301-318.
- Osborne, T.B., 1908. Our present knowledge of plant proteins. *Science*, 28(718), pp.417-427.
- Palozza, P., Maggiano, N., Calviello, G., Lanza, P., Piccioni, E., Ranelletti, F.O. and Bartoli, G.M., 1998. Canthaxanthin induces apoptosis in human cancer cell lines. *Carcinogenesis*, 19(2), pp.373-376.

- Peh, H.Y., Tan, W.D., Liao, W. and Wong, W.F., 2016. Vitamin E therapy beyond cancer: Tocopherol versus tocotrienol. *Pharmacology & Therapeutics*, 162, pp.152-169.
- Pojić, M., Mišan, A. and Tiwari, B., 2018. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science & Technology*, 75, pp.93-104.
- Pomerleau, J., McKee, M., Lobstein, T. and Knai, C., 2003. The burden of disease attributable to nutrition in Europe. *Public health nutrition*, 6(5), pp.453-461.
- Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E. and Budryn, G., 2015. Chickpeas—composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(8), pp.1137-1145.
- Ramos, O.L., Pereira, R.N., Martins, A., Rodrigues, R., Fucinos, C., Teixeira, J.A., Pastrana, L., Malcata, F.X. and Vicente, A.A., 2017. Design of whey protein nanostructures for incorporation and release of nutraceutical compounds in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(7), pp.1377-1393.
- Rezig, L., Chibani, F., Chouaibi, M., Dalgarrondo, M., Hessini, K., Guéguen, J. and Hamdi, S., 2013. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed proteins: sequential extraction processing and fraction characterization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(32), pp.7715-7721.
- Riediger, N.D., Azordegan, N., Harris-Janz, S., Ma, D.W., Suh, M. and Moghadasian, M.H., 2009. 'Designer oils' low in n-6: n-3 fatty acid ratio beneficially modifies cardiovascular risks in mice. *European journal of nutrition*, 48(5), pp.307-314.
- Rinaldoni, A.N., Palatnik, D.R., Zaritzky, N. and Campderros, M.E., 2014. Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates. *LWT-Food science and Technology*, 55(1), pp.139-147.
- Rogalski, M. and Carrer, H., 2011. Engineering plastid fatty acid biosynthesis to improve food quality and biofuel production in higher plants. *Plant biotechnology journal*, 9(5), pp.554-564.
- Roland, W.S., Pouvreau, L., Curran, J., van de Velde, F. and de Kok, P.M., 2017. Flavor aspects of pulse ingredients. *Cereal Chemistry*, 94(1), pp.58-65.
- Sánchez-Chino, X.M., Jiménez Martínez, C., León-Espinosa, E.B., Garduño-Siciliano, L., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E., Vásquez-Garzón, V.R., Baltiérrez-
- Sethi, S., Tyagi, S.K. and Anurag, R.K., 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*, 53(9), pp.3408-3423.
- Shakir, K.F. and Madhusudhan, B., 2007. Hypocholesterolemic and hepatoprotective effects of flaxseed chutney: evidence from animal studies. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 22(1), p.117.
- Shevkani, K., Singh, N., Chen, Y., Kaur, A. and Yu, L., 2019. Pulse proteins: Secondary structure, functionality and applications. *Journal of food science and technology*, 56(6), pp.2787-2798.
- Shokrzadeh, M., Azadbakht, M., Ahangar, N., Hashemi, A. and Saravi, S.S., 2010. Cytotoxicity of hydro-alcoholic extracts of *Cucurbita pepo* and *Solanum nigrum* on HepG2 and CT26 cancer cell lines. *Pharmacognosy magazine*, 6(23), p.176.

- Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S.N. and Bawa, A.S., 2008. Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 7(1), pp.14-28.
- Slavov, A., Karagyozev, V., Denev, P., Kratchanova, M. and Kratchanov, C., 2013. Antioxidant activity of red beet juices obtained after microwave and thermal pretreatments. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(2), pp.139-147.
- Sturgeon, S.R., Heersink, J.L., Volpe, S.L., Bertone-Johnson, E.R., Puleo, E., Stanczyk, F.Z., Sabelawski, S., Wähälä, K., Kurzer, M.S. and Bigelow, C., 2008. Effect of dietary flaxseed on serum levels of estrogens and androgens in postmenopausal women. *Nutrition and cancer*, 60(5), pp.612-618.
- Székely, D., Illés, B., Stéger-Máté, M. and Monspart-Sényi, J., 2016. Effect of drying methods for inner parameters of red beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 9(1), pp.60-68.
- Tooley, M., 1972. Abortion and infanticide. *Philosophy & Public Affairs*, pp.37-65.
- Yust, M.M., Pedroche, J., Giron-Calle, J., Alaiz, M., Millán, F. and Vioque, J., 2003. Production of ace inhibitory peptides by digestion of chickpea legumin with alcalase. *Food Chemistry*, 81(3), pp.363-369.
- Vanhonacker, F., Van Loo, E.J., Gellynck, X. and Verbeke, W., 2013. Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices. *Appetite*, 62, pp.7-16.
- Warnakulasuriya, S.N. and Nickerson, M.T., 2018. Review on plant protein–polysaccharide complex coacervation, and the functionality and applicability of formed complexes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(15), pp.5559-5571.
- Wang, H.X. and Ng, T.B., 2003. Isolation of cucurmoschin, a novel antifungal peptide abundant in arginine, glutamate and glycine residues from black pumpkin seeds. *Peptides*, 24(7), pp.969-972.
- Wang, F., Bhat, K., Doucette, M., Zhou, S., Gu, Y., Law, B., Liu, X., T Wong, E., X Kang, J., Hsieh, T.C. and Y Qian, S., 2011. Docosahexaenoic acid (DHA) sensitizes brain tumor cells to etoposide-induced apoptosis. *Current molecular medicine*, 11(6), pp.503-511.
- Weinrich, R., 2019. Opportunities for the adoption of health-based sustainable dietary patterns: A review on consumer research of meat substitutes. *Sustainability*, 11(15), p.4028.
- Welch, R.M., 2002. Breeding strategies for biofortified staple plant foods to reduce micronutrient malnutrition globally. *The Journal of nutrition*, 132(3), pp.495S-499S.
- Winston, J.C., 2009. Health effects of vegan diets. *Am J Clin Nutr*, 89, pp.1627S-1633S.
- Lea, E. and Worsley, A., 2003. The factors associated with the belief that vegetarian diets provide health benefits. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 12(3), pp.296-303.
- Wylie, L.J., Kelly, J., Bailey, S.J., Blackwell, J.R., Skiba, P.F., Winyard, P.G., Jeukendrup, A.E., Vanhatalo, A. and Jones, A.M., 2013. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology*, 115(3), pp.325-336.
- Xing, Q., de Wit, M., Kyriakopoulou, K., Boom, R.M. and Schutyser, M.A., 2018. Protein enrichment of defatted soybean flour by fine milling and electrostatic separation. *Innovative food science & emerging technologies*, 50, pp.42-49.



- Xu, B.J. and Chang, S.K.C., 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of food science*, 72(2), pp.S159-S166.
- Xu, Y. and Qian, S.Y., 2014. Anti-cancer activities of  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids. *Biomedical journal*, 37(3), p.112.
- Xu, L., Du, B. and Xu, B., 2015. A systematic, comparative study on the beneficial health components and antioxidant activities of commercially fermented soy products marketed in China. *Food Chemistry*, 174, pp.202-213.
- Zhao, H., Shen, C., Wu, Z., Zhang, Z. and Xu, C., 2020. Comparison of wheat, soybean, rice, and pea protein properties for effective applications in food products. *Journal of food biochemistry*, 44(4), p.e13157.
- Zheng, L., Li, D., Li, Z.L., Kang, L.N., Jiang, Y.Y., Liu, X.Y., Chi, Y.P., Li, Y.Q. and Wang, J.H., 2017. Effects of *Bacillus* fermentation on the protein microstructure and anti-nutritional factors of soybean meal. *Letters in applied microbiology*, 65(6), pp.520-526.
- Zhu, Y.Y., Thakur, K., Feng, J.Y., Cai, J.S., Zhang, J.G., Hu, F., Russo, P., Spano, G. and Wei, Z.J., 2020. Riboflavin-overproducing lactobacilli for the enrichment of fermented soymilk: insights into improved nutritional and functional attributes. *Applied microbiology and biotechnology*, 104, pp.5759-5772.