



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Σόγια προϊόντα Σόγιας: Βιοδραστικά συστατικά, οφέλη – κίνδυνοι
για την υγεία και διατροφικές συστάσεις

Μαρινάκη Νικολέτα

ΑΜ: 1973



Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μέλος Τριμελούς Επιτροπής: Δρ. Σπυριδάκη Ασπασία (επιβλέπουσα)

Μέλος Τριμελούς Επιτροπής :Σφακιανάκη Ειρήνη

Μέλος Τριμελούς Επιτροπής : Τσικαλάκης Γεώργιος

ΣΗΤΕΙΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS

for the Undergraduate Degree

Soya & soya products: bioactive compounds benefits

«Nikoleta Marinaki»

YD:1973

Three-member Examination Committee

Member 1 Dr. Spyridaki Aspasia (supervisor)

Member 2 Sfakianaki Eirini

Member 3 Tsikalakis Georgios

SITIA SEPTEMBER 2021

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια Δρ. Ασπασία Σπυριδάκη της πτυχιακής μου εργασίας κυρίως γιατί με βοήθησε στην ολοκλήρωση της εργασίας μου όπου υπήρχε πλήρη καθοδήγηση και επίλυση διάφορων θεμάτων καθώς και πλήρης εμπιστοσύνης.

Επίσης, τους επιβλέποντες καθηγητές της επιτροπής την Σφακιανάκη Ειρήνη και τον Τσικαλάκη Γεώργιο όπου μου εκφράσαν τις ερωτήσεις τους καθώς και χρήσιμες συμβουλές για την βελτίωση μου .

Ακόμα , θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου - πολύ καλών μου φίλων όπου με στήριξαν τόσα χρόνια και με βοήθησαν προσφέροντας εμπιστοσύνη και αγάπη .

Τέλος , να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τα αδέρφια μου , οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους βοηθώντας το καλύτερο δυνατόν για την τελειοποίηση των σπουδών μου .

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2, 4, 6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από την ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο, καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Πίνακας Περιεχομένων

Κατάλογος Εικόνων	5
Κατάλογος Πινάκων	6
Περίληψη	7
Abstract	8
Εισαγωγή	9
1. Σόγια και προϊόντα σόγιας	11
1.1. Ταξινόμηση	11
1.1.1. Ψυχανθή	11
1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά σόγιας	12
1.2.1. Περιγραφή φυτού	13
1.2.2. Άνθηση	18
1.3. Προϊόντα σόγιας	22
1.3.1. Edamame	22
1.3.2. Φύτρα Σόγιας	23
1.3.3. Ξηροί καρποί σόγιας	23
1.3.4. Αλεύρι σόγιας	24
1.3.5. Λάδι σόγιας	24
1.3.6. Κρέας Σόγιας	25
1.3.7. Γάλα Σόγιας	25
1.3.8. Τυρί Σόγιας	26
1.3.9. Okara	27
1.3.10. Natto	28
1.3.11. Tempeh	28
1.3.12. Miso	29
1.3.13. Σάλτσα σόγιας	30
1.3.14. Απομόνωση πρωτεΐνης σόγιας	30

1.3.15. Φυτικό κρέας.....	32
1.3.16. Γιαούρτι σόγιας.....	32
2. Σύσταση σόγιας	33
2.1. Υδατάνθρακες.....	33
2.1.1. Βιολογική καλλιέργεια.....	33
2.1.2. Γενετικά τροποποιημένη.....	33
2.2. Λιπαρά	34
2.2.1. Γενετικά τροποποιημένη σόγια.....	34
2.2.2. Βιολογική καλλιέργεια συμβατικής σόγιας	34
2.3. Πρωτεΐνη.....	34
2.3.1. Μυκοπρωτεΐνες.....	35
2.3.2. Βιολογική καλλιέργεια.....	36
2.4. Θρεπτικά συστατικά	36
2.4.1. Βιολογική καλλιέργεια συμβατικής σόγιας	36
2.5. Παράγωγα σόγιας	36
2.5.1. Tempeh	36
2.5.2. Γάλα σόγιας	36
3. Βιοδραστικά συστατικά	41
3.1. Πολυφαινόλες	41
3.1.1. Φλαβονοειδή.....	41
3.2. Φλαβονόλες (flavan-3-ols).....	44
3.2.1. Γενιστεΐνη	45
3.2.2. Διαδεζεΐνη.....	46
3.2.3. Εκουόλη	46
3.2.4. Απομόνωση πρωτεΐνη σόγιας	46
3.3. Γενετικά τροποποιημένη σόγια.....	46
4. Οφέλη στην υγεία	47

4.1. Εισαγωγή	47
4.2. Χοληστερόλη αίματος.....	48
4.3. Καρκίνος του μαστού	50
4.4. Διαβήτης	51
4.5. Οστεοαρθρίτιδα	52
4.6. Καρκίνος της μήτρας	52
4.7. Καρκίνος του προστάτη.....	54
4.8. Εμμηνόπαυση.....	54
4.9. Νόσος του ήπατος.....	54
5. Επιβλαβείς ιδιότητες.....	55
5.1. Ισοφλαβόνες.....	55
5.1.1. Καρκίνος του ενδομητρίου	55
5.1.2. Καρκίνος του μαστού	56
5.1.3. Καρκίνος του μαστού	56
5.1.4. Γονιμότητα γυναικών.....	57
5.2. Φόρμουλα	57
5.2.1. Έμμηνος ρύση.....	57
5.2.2. Ανοσοποιητικό σύστημα.....	57
5.2.3. Παχυσαρκία	57
5.2.4. Νόσος του ήπατος.....	58
6. Διατροφικές συστάσεις.....	59
6.1. Πρωτεΐνες Σόγιας.....	59
Συμπεράσματα	60
Βιβλιογραφία	62
Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία	62
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Παγκόσμια κατανομή παραγωγής σόγιας. Πηγή: FAOSTAT (2014).....	10
Εικόνα 2. Ανατομία του φυτού της σόγιας.	18
Εικόνα 3. Άνθη σόγιας.....	19
Εικόνα 4. Καρπός σόγιας.....	20
Εικόνα 5. Ανατομία του σπόρου της σόγιας.....	21
Εικόνα 6. Προϊόν Edamame από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου Κρήτης.	22
Εικόνα 7. Φύτρα σόγιας.....	23
Εικόνα 8. Ξηροί καρποί σόγιας.	23
Εικόνα 9. Αλεύρι σόγιας.....	24
Εικόνα 10. Λάδι σόγιας.	24
Εικόνα 11. Κρέας σόγιας.	25
Εικόνα 12. Γάλα σόγιας από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.....	25
Εικόνα 13. Μαλακό τυρί Tofu από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.....	26
Εικόνα 14. Σκληρό tofu από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.	27
Εικόνα 15. Tempeh.	28
Εικόνα 16. Miso από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.	29
Εικόνα 17. Σάλτσα σόγιας από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.....	30
Εικόνα 18. Απομονωμένη πρωτεΐνη σόγιας από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου. ..	31
Εικόνα 19. Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε την μετατροπή του Daidzin στο τελικό προϊόν Equol (Mayo, B., Vázquez, L., & Flórez, A. B. 2019).....	44
Εικόνα 20. Χημική δομή μυρικετίνης.....	45
Εικόνα 21. Χημική δομή Κουερσετίνης.	45

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Μυκοπρωτεΐνη (Sadler, 2004).....	35
Πίνακας 2 . Θρεπτικά συστατικά σόγιας και προϊόντων σόγιας, Πίνακας τροφίμων με βάση το USDA και άρθρα.	38
Πίνακας 3 . Θρεπτικά συστατικά σόγιας και προϊόντων σόγιας, Πίνακας τροφίμων με βάση το USDA και άρθρα.	40
Πίνακας 4 . Ποσότητες ισοφλαβονών ανα προϊόν σόγιας.	43
Πίνακας 5. Μείωση τις χοληστερόλης σε άτομα παράγουν εκουόλης.....	50

Περίληψη

Η σόγια είναι ένα όσπριο και κατατάσσεται στην κατηγορία των ψυχανθών, γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων χρησιμοποιείται κυρίως για ζωοτροφές. Μπορεί να βρεθεί σε διάφορα άλλα προϊόντα πέρα της κλασσικής σόγιας: κάποια πιο γνωστά στον ευρωπαϊκό πολιτισμό και κάποια στις ασιατικές χώρες. Η σύστασή της είναι πλούσια σε πρωτεΐνη, σχεδόν κατά το ήμισυ, πλούσια σε υδατάνθρακες και ένα μεγάλο μέρος από φυτικές ίνες καθώς και ισοφλαβόνες που προστατεύουν από διάφορες μορφές καρκίνου που παρατηρήθηκε κυρίως στον ασιατικό πληθυσμό σε σχέση με τον δυτικό πολιτισμό. Αυτό οφείλεται στην χρόνια κατανάλωση των Ασιατών της σόγιας και την εύρεση διαφόρων γονιδίων που δεν υπάρχουν στους Ευρωπαίους. Η σόγια προσφέρει πολλές ευεργετικές ιδιότητες από την πρωτεΐνη στην μείωση εμφάνισης παθήσεων όπως των καρδιαγγειακών είναι ιδανική για δίαιτες διαβητικών λόγω χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και ινσουλιναμίας. Από πλευράς ισοφλαβονών που περιέχονται στην σόγια είναι η διαδεζεΐνη, γενιστεΐνη και γλυκετεΐνη που παράγουν το παράγωγο της εκουόλης που μοιάζει με μόριο των οιστρογόνων γι' αυτό και ονομάζεται φυτοοιστρογόνο. Η εκουόλη επειδή μοιάζει με μόρια οιστρογόνων και με επειδή είναι πιο αδύναμο μόριο συνδέεται πιο εύκολα με τα φυτοοιστρογόνα και μειώνει την εμφάνιση των καρκίνων που είναι βασισμένοι στα οιστρογόνα καθώς και σε άλλες μορφές καρκίνου. Όμως μπορεί να φέρει και αρνητικά αποτελέσματα καθώς είναι και ένα από τα πιο γνωστά αλλεργιογόνα τρόφιμα και επίσης μπορεί να προκαλέσει καρκίνο σύμφωνα με κάποιες έρευνες. Όπως και να μην δίνεται ως πρωταρχικό γάλα στα νεογνά λόγω μελλοντικών αλλεργιών. Η βέλτιστη προτεινόμενη κατανάλωση πρωτεΐνης σόγιας για τη μείωση εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων και για την μείωση της χοληστερόλης είναι τα 25 gr ανά ημέρα. Η σόγια χρειάζεται ακόμα αρκετά χρόνια για να βρεθούν οι πλήρεις μηχανισμοί που είναι ακόμα άγνωστοι καθώς και υπάρχουν και πολλές αντικρουόμενες μελέτες. Όμως σαν τρόφιμο είναι παρεξηγημένη καθώς θα μπορούσε να ενταχθεί και στην διατροφή ως ένα τρόφιμο που θα προσφέρει πολλές πρωτεΐνες ακόμα και σε φυτοφάγους.

Λέξεις κλειδιά: ψυχανθή, ισοφλαβόνες, πρωτεΐνη, καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτης, εκουόλη

Abstract

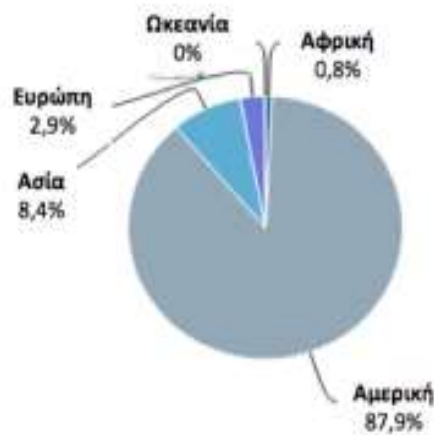
Soybean is a legume & belongs to the category of Fabaceae, known since ancient times used mainly for animal feed. It can be found in various other products besides classic soybeans; some better known in European culture & some in Asian countries. Its composition is rich in protein, almost 50%, rich in carbohydrates & fiber as well as isoflavones that protect against various forms of cancer observed mainly in the Asian population in relation to Western culture. This is due to the chronic consumption of Asian soybeans & the finding of various genes that do not exist in Europeans. Soy offers many beneficial properties because of the protein it provides in reducing the incidence of diseases such as cardiovascular. It is ideal for a diabetic diets due to low glycemic index & insulinemia. In terms of isoflavones, contained in soy are diadzein, genistein & glycerin which produce the estrogen derivative Equol that is similar to the estrogen molecule & is therefore called phytoestrogen. By resembling the estrogen molecule & being a weaker molecule, it binds more easily to phytoestrogens & reduces the incidence of estrogen-based cancers as well as other cancers. However, it can also have negative effects as it is one of the most well known allergenic foods & can also cause cancer according to some researchers. Therefore, it should not be given as a primary formula to infants due to future allergies. The optimal recommended intake of soy protein to reduce the incidence of cardiovascular disease & to reduce cholesterol is 25 g per day. Several years of research will be required to find the complete mechanisms that are still unknown & there are many conflicting studies. But as a food it is misunderstood as it could be included in the diet that will provide a lot of protein even to vegetarians.

Keywords: legumes, isoflavones, protein, cardiovascular disease, diabetes, Equol,

Εισαγωγή

Η σόγια είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα φυτά. Είναι ετήσιο διπλοειδές φυτό και ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών φυτών, πιο συγκεκριμένα ανήκει στα ανοιξιάτικα ψυχανθή. Στη συνέχεια η ιστορία της χάνεται στα βάθη των αιώνων. Η σόγια κατάγεται από τις χώρες της Ανατολικής Ασίας όπως Κίνα, Κορέα και Ιαπωνία. Η πρώτη γραπτή πληροφορία για την σόγια εμφανίζεται σε χειρόγραφα έγγραφα κατά το έτος 2838 π. Χ. (Δαλιάνη, 1993).

Η σόγια συμπεριλαμβάνεται στα πέντε πιο ιερά φυτά της Κίνας μαζί με το σιτάρι, το ρύζι, το κεχρί και το σόργο. Τα φυτά αυτά ο αυτοκράτορας της Κίνας με τα ίδια του τα χέρια τα έσπερνε κατά τη γιορτή της σποράς (Δαλιάνη, 1993). Στην Κίνα ήταν διαδεδομένη η σόγια με το όνομα Shu (Qiu *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2008). Η εξάπλωση της σόγιας, πέρα από τα αρχικά κέντρα καλλιέργειάς της έγινε πολύ αργά. Από άρθρο σε άρθρο αλλάζει η περίοδος εξάπλωσης της σόγιας και στις υπόλοιπες ηπείρους. Η εισαγωγή της στην Ευρώπη έγινε τον 17^ο αιώνα, ενώ στις ΗΠΑ αρχές του 18^ο αιώνα (Qiu *et al.*, 2010). Πιο συγκεκριμένα, πρώτος ο Γερμανός Kampffer ο οποίος είχε επισκεφθεί την Ιαπωνία την περίοδο 1690 – 1692 έφερε τη σόγια στην Ευρώπη και της έδωσε το όνομα “Doudu Mone”. Το ενδιαφέρον στην Ευρώπη δεν ήταν μεγάλο μέχρι την εποχή που έγιναν οι πρώτες εμπορικές αποστολές το 1908 (Τόλης, 1991). Στις ΗΠΑ πρώτο καλλιεργήθηκε σποραδικά και πειραματικά μεταξύ των ετών 1804 – 1890. Στη δεκαετία 1920 – 1930 χρησιμοποιείται κυρίως για ζωοτροφή. Σήμερα η σόγια καλλιεργείται σχεδόν σε όλο τον κόσμο. Με βάση των δεδομένων του FAOSTAT 2014, οι μεγαλύτεροι παραγωγοί σόγιας αποτελούν κατά φθίνουσα σειρά, η Αμερική (ΗΠΑ), η Βραζιλία, η Αργεντινή, η Κίνα και η Ινδία, με το 87,9% της παγκόσμιας παραγωγής σόγιας να γίνεται στο σύνολο της Αμερικής (ΗΠΑ), το 8,4% στην Ασία, το 2,9% στην Ευρώπη και το 0,8% στην Αφρική (Διάγραμμα 1). Σε μια έρευνα του USDA το 2006 μόνο το 2% καταναλώνεται από τον άνθρωπο και το υπόλοιπο προορίζεται για ζωοτροφή (Barrett, 2006).



Εικόνα 1. Παγκόσμια κατανομή παραγωγής σόγιας. Πηγή: FAOSTAT (2014).

Στη χώρα μας οι προσπάθειες για καλλιέργεια σόγιας ξεκίνησαν τη δεκαετία του 1935 χωρίς όμως να αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα. Αυτό αποδίδεται στις μικρές στρεμματικές αποδόσεις, στις χαμηλές τιμές, στην έλλειψη υποδομών, στις μη κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες αλλά και στην χρήση μη αποδοτικών ποικιλιών (Τόλης, 1989). Μέχρι και σήμερα η καλλιέργεια της σόγιας δεν έχει διαδοθεί κατάλληλα και καλλιεργείται περιστασιακά. Κάθε χρόνο εισάγονται σημαντικές ποσότητες σόγιας από άλλες χώρες. Στο καλάμι Κορίνθου και στα ψαχνά Ευβοίας λειτουργούν μύλοι σόγιας που εισάγουν και επεξεργάζονται 300.000 τόνους καρπού σόγιας και 200.000 τόνους σογιάλευρου ετησίως, από τις ΗΠΑ και από χώρες της Νότιας Αμερικής όπως η Βραζιλία και η Αργεντινή. Η συνολική παραγωγή καρπού σόγιας παγκοσμίως υπολογίζεται στους 130 εκατομμύρια τόνους και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω καθώς αυξάνεται ραγδαία ο πληθυσμός της γης. Ταυτόχρονα οι απαιτήσεις του πληθυσμού όσον αφορά στη διατροφή του αναβαθμίζονται με αποτέλεσμα να περιλαμβάνονται περισσότερα λίπη, έλαια και πρωτεϊνούχες ουσίες οι οποίες προέρχονται από φυτικές ύλες όπως η σόγια και τα δημητριακά (Τόλης, 1998).

1. Σόγια και προϊόντα σόγιας

1.1. Ταξινόμηση

1.1.1. Ψυχανθή

Στην κατηγορία των ψυχανθών όπου ανήκει και η σόγια χωρίζονται σε ψυχανθή που προορίζονται για την διατροφή του ανθρώπου τα λεγόμενα όσπρια και σε εκείνα που η σπορά τους και η καλλιέργειά τους σκοπό έχει την ζωοτροφία. Λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες υδατάνθρακες καθώς και σε μικροθρεπτικά πλούσια σε ασβέστιο και σίδηρο. Τα ψυχανθή χωρίζονται σε χειμερινά και εαρινά (Βιτωράτος *et al.* 1999). Ο χαρακτηρισμός τους ως ανοιξιάτικα οφείλεται στην ιδιότητα που έχουν να μην αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, χωρών με παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες με την χώρα μας και επομένως για να αναπτυχθούν και να αποδώσουν, πρέπει να καλλιεργηθούν την άνοιξη. Ταυτόχρονα, καθώς όλα τους είναι ετήσια η διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου είναι τόση που να προλαβαίνουν να τον ολοκληρώσουν μέχρι το επόμενο φθινόπωρο (Δαλιάνη, 1993). Τα ψυχανθή είναι δικότυλα φυτά, διαφέρουν στον χρόνο ζωής τους υπάρχουν φυτά όπως και η σόγια που διαρκούν ένα έτος, άλλα είναι διετή φυτά και άλλα πολυετή. Τα κοινά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα ψυχανθή είναι πως ωριμάζουν μέσα σε λοβούς όπως και ότι έχουν συμβιωτικές δράσεις με τα αζωτοβακτήρια (Δήμας, 2006).

Το όνομα *Glycine* αρχικά παρουσιάστηκε από τον Λινναίο (Linnaeus), στην πρώτη έκδοση του *Genera Plantarum* και αυτό το γένος βασίστηκε στο *Arius* of Boerhaave. Το γένος *Glycine*, προερχόμενο από την ελληνική λέξη *glykis* που σημαίνει γλυκό και πιθανόν να αναφέρεται στην γλυκύτητα των εδώδιμων ριζών που παράγονται από το *Arius* (Henderson, 1881). Η καλλιεργούμενη σόγια, περιεγράφηκε από τον Λινναίο το 1753 ως *Phaseolus max* βασιζόμενος σε δείγματα που είχε και σαν *Dolichos Soja* και σε περιγραφές άλλων (Hymowitz & Newell, 1981). Αρκετά χρόνια αργότερα, συνειδητοποίησε ότι αυτές οι δύο περιγραφές, ήταν το ίδιο φυτό και μετά από επανεξέταση των δειγμάτων, ο Merrill (1917), πρότεινε την ονομασία *Glycine max*.

Το γένος *Glycine Willd* χωρίζεται σε δύο υπογένη:

- 1) Το *Glycine Willd* (πολυετές)
- 2) Το *Glycine soja* (Moench) f. L. Herm (ετήσιο)

Το υπογένος *Glycine* περιέχει 26 άγρια πολυετή είδη ενδογενή στην Αυστραλία, που διαφέρουν μορφολογικά, κυτταρολογικά και γονιδιωματικά και μπορεί να καλλιεργηθεί σε μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών (Chung & Singh, 2008). Τα είδη *Glycine canescens* F. L. Herm και *Glycine tomentella* Hayata έχουν βρεθεί στην Αυστραλία και στην Παπούα νέα Γουινέα (Hymowitz, 1995 ; Newell & Hymowitz, 1983). Επίσης το υπογένος *Soja*, περιλαμβάνει δύο είδη: α) την καλλιεργούμενη σόγια *Glycine max* (L) Merr και τον ετήσιο άγριο πρόγονό της *Glycine soja* (L) ή *Glycine ussuriensis* (Singh *et al.*, 2006). Η *Glycine soja* είναι το άγριο είδος από το οποίο προέρχεται η *Glycine max* και βρίσκεται στην Κίνα, στην Ιαπωνία, στην Κορέα, στη Ταιβάν και στη Ρωσία (Singh *et al.*, 2006). Η άγρια σόγια αναφερόταν ως *Glycine ussuriensis* μέχρι το 1979, όπου και αναφέρθηκε με την διεθνή λατινική ονομασία *Glycine soja* (Hymowitz & Newell, 1981).

Η άγρια σόγια υπήρξε η πηγή της μεγάλης προόδου στη βελτίωση των καλλιεργειών και βοήθησε στην έρευνα που σχετίζεται με την εξέλιξη της σόγιας. Το ιστορικό εξημέρωσης της σόγιας είναι πλέον ευρέως κατανοητό. Συνεχιζόμενη έρευνα και έλεγχος περισσότερων οικοτύπων για δυνητικά χρήσιμα γνωρίσματα στο *Glycine soja* θα βοηθήσει στην αποκάλυψη επιπλέον πολύτιμων γενετικών πηγών για τη γενετική βελτίωση των οσπρίων. Τέλος, πρέπει να προωθηθεί η διατήρηση των φυσικών πληθυσμών σόγιας για να εξασφαλιστεί η διατήρηση των προσαρμοσίμων άγριων χαρακτηριστικών που θα μπορούσαν αργότερα να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των καλλιεργειών. Η διεθνής συνεργασία είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση κατευθυνόμενης και εμπειριστατωμένης έρευνας του *Glycine soja* για την πλήρη αξιοποίηση αυτής της αναξιοποίητης γενετικής δεξαμενής.

1.2.Βοτανικά χαρακτηριστικά σόγιας

Η σόγια αποτελεί ετήσιο ποώδες φυτό και ευδοκίμει στα θερμά κλίματα με όρθια ανάπτυξη. Το ριζικό της σύστημα είναι εκτεταμένο και αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα καθώς όπως προ είπαμε ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών και

μπορεί να φτάσει ως και 1.5 μέτρο σε βάθος (Δαλιάνη, 1993). Ο πασσαλώδης τύπος των ριζών υπάρχει μια ρίζα και πάνω σε αυτή δημιουργούνται διακλαδώσεις με μικρότερες ρίζες της αρχικής (Βιτωράτος *et al.*, 1999). Επίσης η ρίζα της έχει πολλές και πλάγιες διακλαδώσεις των οποίων ο κύριος όγκος της συναντάται στα πρώτα 30 με 180 cm ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες του εδάφους. Στις περισσότερες ποικιλίες τα φυτά είναι καλυμμένα με πολλές τρίχες (Magness *et al.*, 1971).

Στις ποικιλίες της σόγιας εντοπίζονται τρεις τύποι: α) ο καθορισμένος τύπος, β) ο ημι – καθορισμένος τύπος και γ) ο ακαθόριστος τύπος (Bernard & Weiss, 1973) .

Ο καθορισμένος τύπος ανάπτυξης, χαρακτηρίζεται από τη διακοπή της βλαστικής δραστηριότητας του ακραίου οφθαλμού όταν δημιουργείται η ταξιανθία και στις μασχάλες των φύλλων και στα ακραία άνθη. Αυτός ο τύπος ανάπτυξης έχει συνήθως λιγότερα γόνατα / φυτό και έχει μικρότερο ύψος κατά την ωρίμανση (Whigham, 1983). Οι γενότυποι με ημι – καθορισμένη ανάπτυξη, έχουν αόριστα στελέχη και εμφανίζουν απότομη διακοπή της βλαστικής ανάπτυξης αμέσως μετά την ανθοφορία. Αυτός ο τύπος ανάπτυξης περιλαμβάνει πολλά χαρακτηριστικά ενδιάμεσα από τον καθορισμένο και τον αόριστο τύπο ανάπτυξης. Ο ακαθόριστος τύπος ανάπτυξης συνεχίζει την βλαστική δραστηριότητα καθ' όλη τη διάρκεια της άνθησης. Στην κορυφή των φυτών, η δομή των ανθέων και των φύλλων είναι μικρότερη και οι λοβοί είναι λιγότεροι σε αριθμό σε σύγκριση με τον καθορισμένο τύπο ανάπτυξης. Γενικά σε αυτόν τον τύπο ανάπτυξης τα φυτά είναι υψηλότερα, έχουν περισσότερες διακλαδώσεις ανά φυτό και τείνουν να πλαγιάζουν περισσότερο, όταν οι συνθήκες ευνοούν την ταχεία βλαστική ανάπτυξη (Whigham, 1983).

1.2.1. Περιγραφή φυτού

1.2.1.1. Ριζικό σύστημα

Η ρίζα της σόγιας που χαρακτηρίσαμε προηγουμένως ως πασσαλώδης με πολλές διακλαδώσεις, διεισδύει σε βάθος 150 cm με τον κύριο όγκο της να περιορίζεται στα ανώτερα 30 εκατοστά περίπου του εδάφους (Δαλιάνη, 1993). Αναλόγως την υγρασία του εδάφους θα επιμηκυνθεί αντίστοιχα και η ρίζα: εάν το χωράφι είναι ξηρό θα

επιμηκυνθεί η ρίζα χωρίς διακλαδώσεις έως ότου βρει τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται, εάν πάλι παρατηρείται ικανοποιητική ποσότητα υγρασίας θα παραμείνει σε υψηλά στρωματά η ρίζα με διακλαδώσεις (Δήμας, 2006). Διάφοροι ερευνητές έδειξαν ότι η καλλιεργούμενη σόγια που αναπτύσσεται στο χωράφι στερείται ευδιάκριτης πασσαλώδους ρίζας και το μεγαλύτερο τμήμα του ριζικού συστήματος αποτελείται από πλευρικές ρίζες οι οποίες εκφύονται στο ανώτερο τμήμα των 10 – 15 cm της πρωτογενούς ρίζας (Δαλιάνη, 1993). Οι πλευρικές ρίζες εκτείνονται σχεδόν οριζόντια για 40 – 50 cm και μετά κατευθύνονται απότομα προς τα κάτω και σε βάθος τουλάχιστον 180 cm, το δε μήκος του μπορεί να φτάσει τα 250 cm περίπου (Hicks, 1978).

Στην γενικότερη σύσταση των φυτών στην άκρη των ριζών εντοπίζεται ένα εξωτερικό περίβλημα που ονομάζεται καλύπτρα και υπάρχει για την προστασία των ριζών καθώς εισχωρούν εντός του εδάφους. Μετά το τέλος της καλύπτρας υπάρχει ένα κενό σημείο που παρατηρείται κυτταρική διαίρεση για την συνέχεια επιμήκυνσης των ριζών σποραδικά (Βιτωράτος *et al.*, 1999). Η οριζόντια και κατακόρυφη έκταση του ριζικού συστήματος εξαρτάται από τις συνθήκες καλλιέργειας. Οι συνθήκες ανταγωνισμού περιορίζουν την έκτασή του. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, η ρίζα αυξάνεται ταχύτερα από τον βλαστό και το βάθος της είναι σχεδόν διπλάσιο του ύψους του βλαστού μέχρι να αρχίσει η αναπαραγωγική περίοδος (Mayaki *et al.*, 1976). Μερικές φορές όμως η αύξησή της συνεχίζεται μέχρι την περίοδο γεμίσματος του σπόρου, οπότε ελαττώνεται και τελικά σταματά πριν την φυσιολογική ωρίμανση του σπόρου (Carison & Lersten, 1987).

Το άκρο της ρίζας αποτελείται από το προμερίστρωμα, το πρωτογενές μερίστρωμα και τον πρωτογενή μόνιμο ιστό. Οι μόνιμοι ιστοί τελικά αποτελούνται από ξύλο, φλοιώμα, περικόκλιο, ενδοδερμικά, φλοιό και επιδερμίδα. Η πρωτογενής ρίζα και πλευρικές ρίζες φέρουν μικρά ριζικά τριχίδια, τα οποία προέρχονται από διαφοροποίηση των επιδερμικών κυττάρων τους, βραχύβια και βγαίνουν από το ενεργό τμήμα αυτών, ακριβώς πέρα από το σημείο αύξησης. Αν και δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία η επιφάνεια του ριζικού συστήματος φυτών σόγιας καλλιεργούμενων στον αγρό υπό κανονικές συνθήκες είναι μεγαλύτερη από 1,2m² (Hicks, 1978). Τα ριζικά φυμάτια όπου είναι εμφανή σφαιροειδή εξογκώματα του φλοιού της ρίζας μπορούν να σχηματιστούν στις ρίζες μετά την παρουσία ριζικών τριχιδίων και προκαλούνται από το βακτήριο *Rhizobium japonicum*. Τα βακτήρια

είναι ραβδοειδή, αρνητικά κατά gram και έχουν την ικανότητα να διατρυπούν τις ρίζες και να δημιουργούν με αυτές συμβιωτική κατάσταση. Η δημιουργία και η πρόοδος φυματίων είναι μια συνεχής διαδικασία, καθώς η ρίζα αναπτύσσεται. Σε ένα ώριμο φυτό μπορεί να υπάρχουν μερικές εκατοντάδες φυμάτια όλων των ηλικιών, καταναμημένα σε όλα σχεδόν τα επίπεδα του ενός μέτρου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Τα πρώτα φυμάτια των ριζών είναι ορατά δέκα ημέρες μετά τη σπορά (Grubinger *et al.*, 1982).

Η διαμόρφωση φυματίων ξεκινάει όταν τα βακτήρια (ή ριζόβια) έρχονται σε επαφή με τα επιδερμικά κύτταρα. Η πρώτη ένδειξη μόλυνσης είναι η επιμήκυνση και το έντονο κουλούριασμα του άκρου των ριζικών τριχιδίων. Τα βακτήρια μετά την είσοδό τους στο κύτταρο ξενιστή, διαιρούνται γρήγορα επί δύο εβδομάδες. Επίσης και το κύτταρο ξενιστής διαιρείται και αυξάνεται σε μέγεθος. Η διαίρεση αυτή φέρει το αποτέλεσμα της γέμισης της κεντρικής περιοχής του φυματίου με βακτήρια, τα οποία στη φάση αυτή καλούνται βακτηριοειδή. Ο βακτηριοειδής ιστός έχει ροζ χρώμα, το οποίο οφείλεται στην ψυχανθοαιμογλοβίνη, μια ουσία που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων εβδομάδων. Αρχικά, την τρίτη εβδομάδα η διαίρεση των κυττάρων και των βακτηρίων σχεδόν σταματά, ενώ η ανάπτυξη του φυματίου συνεχίζεται και αρχίζει η δέσμευση αζώτου. Στη συνέχεια, την τέταρτη εβδομάδα μετά την μόλυνση, τα φυμάτια αποκτούν το μεγαλύτερο μέγεθος, όπου είναι σφαιροειδή και έχουν διάμετρο 3-6 χιλιοστά. Μερικές φορές το σχήμα των φυματίων είναι ακανόνιστο λόγω συνένωσης δύο ή περισσότερων μολυσματικών περιοχών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (Sprent, 1980). Το χρώμα των υγιών φυματίων όπως αναφέραμε προηγουμένως, είναι ροζ όπου οφείλεται στην ψυχανθοαιμογλοβίνη. Η δέσμευση αζώτου αρχίζει μετά την εμφάνιση της ψυχανθοαιμογλοβίνης και την παύση της διαίρεσης των βακτηρίων δηλαδή την 3^η εβδομάδα και συνεχίζεται μέχρι την 6^η ή την 7^η εβδομάδα οπότε αρχίζει η γήρανση του φυματίου (Bergersen, 1958).

1.2.1.2. Στέλεχος

Όπως αναφέραμε και στην αρχή του κεφαλαίου είναι ποώδες φυτό και διακρίνεται από το μη ξυλώδες, δηλαδή τρυφερό στέλεχος. Το στέλεχος έχει ως σκοπό την μεταφορά νερού και θρεπτικών συστατικών προς τα φύλλα. Στο σημείο που βγαίνουν

τα φύλλα ονομάζονται γόνατα και εκεί βρίσκονται και οι οφθαλμοί που χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τους ξυλοφόρους και τους ανθοφόρους. Οι ξυλοφόροι βοηθούν στην περαιτέρω ανάπτυξη του φυτού και οι ανθοφόροι προσφέρουν τα άνθη όπως αναφέρει και το όνομά τους (Βιτωράτος *et al.*, 1999). Το στέλεχος της σόγιας κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να φθάσει σε ύψος 150 εκατοστά. Είναι τριχωτό και διακλαδίζεται κυρίως στα κατώτερα γόνατα. Η διακλάδωση εξαρτάται από την ποικιλία και παράγοντες όπως η πυκνότητα σποράς. Συνήθως, σχηματίζονται 1-3 κλάδοι, οι οποίοι είναι σχεδόν κατακόρυφοι, κυκλικής διατομής και τριχωτοί. Το ώριμο στέλεχος αποτελείται από την επιδερμίδα, τον φλοιό, το περικύκλιο, την ευστήλη (ζώνη αγγειωδών δεσμίδων) και την εντεριώνη. Η επιδερμίδα έχει τους ίδιους τύπους κυττάρων και τριχίδια με τα φύλλα. Η κορυφή του στελέχους αποτελείται από τον χιτώνα με δύο στρώσεις κυττάρων και το πλήρωμα στο οποίο διακρίνονται τρεις ξεχωριστές ζώνες: η κεντρική αρχική ζώνη με μεγάλα κύτταρα, η περιφερειακή με μικρά κύτταρα και το πλευρικό μερίστρωμα κάτω από την αρχική ζώνη (Δαλιάνη, 1993).

1.2.1.3. Βλαστός

Ο κύριος βλαστός του φυτού είναι κυλινδρικός στο σχήμα και το ύψος του περίπου στα 75 εκατοστά αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου φτάνει έως και 150 εκατοστά. Συνήθως είναι χνουδωτός και το χρώμα του εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας του φυτού. Οι κόμβοι των κατώτερων σημείων ύστερα από το πέρασμα του καιρού γίνονται ξυλώδεις. Υπάρχουν τρεις τύποι βλαστού που βρίσκουμε ποικιλίες προς καλλιέργεια:

1. Περιορισμένη
2. Ημι-περιορισμένη και
3. Συνεχούς ανάπτυξης (οι οποίοι ελέγχονται από δυο θέσεις μεγαλογονιδίων).

Ο κύριος βλαστός παρουσιάζει πολλές διακλαδώσεις στους χαμηλότερους κόμβους αλλά οι καινούργιες ποικιλίες σόγιας έχουν κάτι λιγότερο από έξι πλάγιες. Στον κύριο βλαστό και στις διακλαδώσεις που δημιουργούνται τον ίδιο καιρό, υπάρχουν άνθη ταυτοχρόνως και έχουν πανομοιότυπο αριθμό λουλουδιών και λοβών. Μάλιστα, αρκετές φορές οι πλάγιοι βλαστοί λόγω του μεγάλου βάρους που έχουν οι λοβοί,

παίρνουν πλαγιαστή κατεύθυνση ή και σπάνε με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοση.

1.2.1.4. Φύλλα

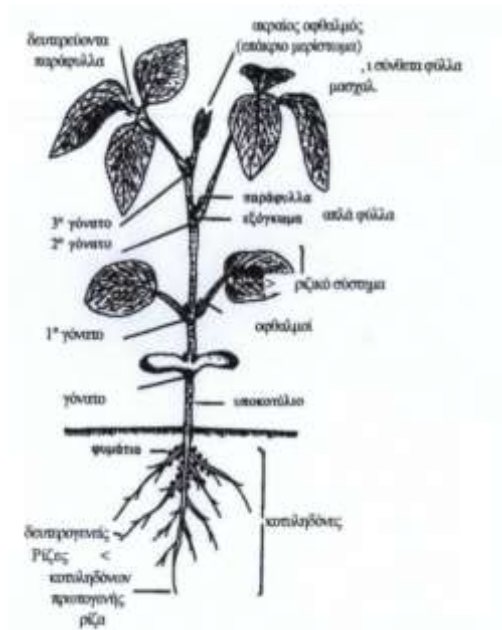
Η σόγια έχει τέσσερις τύπους φύλλων:

- I. Τις κοτυληδόνες
- II. Τα απλά φύλλα ή πρωτογενή
- III. Τα σύνθετα και
- IV. Τα πρόφυλλα

Οι κοτυληδόνες, είναι οι αποθήκες των θρεπτικών συστατικών μέχρι την εγκατάσταση του σποριόφυτου και τη δημιουργία των πρώτων πραγματικών φύλλων και εμφανίζονται την 3^η με 4^η ημέρα μετά την σπορά. Όταν τα θρεπτικά αποθέματα εξαντληθούν, κιτρινίζουν και πέφτουν (Hinson & Hartwig, 1977).

Απλά ή πρωτογενή φύλλα, η σόγια έχει μόνο ένα ζεύγος απλών φύλλων, τα οποία εκφύονται στο γόνατο αμέσως πάνω από τις κοτυληδόνες, αντίθετα το ένα με το άλλο και σε ορθή γωνία με το επίπεδο των κοτυληδόνων. Είναι τα πρώτα πραγματικά φύλλα του φυτού και αποτελούνται από ένα φυλλάριο. Είναι ωοειδή, η νεύρωσή τους είναι πτεροειδής και ο μίσχος (μήκους 1-2 εκατοστών) φέρει στη βάση του δυο παράφυλλα. Το γόνατο των απλών φύλλων αναφέρεται ως 1^ο γόνατο του κυρίου στελέχους.

Σύνθετα φύλλα: Όλα τα φύλλα του φυτού που σχηματίζονται μετά το απλό είναι τα σύνθετα. Εκφύονται στο στέλεχος και οι διακλαδώσεις αυτού ένα σε κάθε γόνατο, και είναι διαταγμένα κατ' εναλλαγή πάνω στο στέλεχος σε δυο αντίθετες σειρές. Αποτελούνται από τρία φυλλάρια (τρίφυλλα), δυο στα πλάγια και ένα στο μέσον (Εικόνα 2). Τα φυλλάρια έχουν χείλη πλήρη με σχήμα επίμηκες έως ωοειδές, λογχοειδές με στρογγυλεμένη βάση και οξεία κορυφή, μήκος 4-20 εκατοστών και πλάτος 3-10 εκατοστών. Στη βάση των πλαγίων φυλλαρίων υπάρχει ένα δευτερεύον παράφυλλο ενώ στη βάση του μεσαίου υπάρχουν δύο μικρά δευτερεύοντα παράφυλλα. Ο μίσχος των φύλλων είναι τριχωτός, με αυλάκια στην πάνω επιφάνεια και με ζεύγος παράφυλλων στη βάση του (Δαλιάνη, 1993).



Εικόνα 2. Ανατομία του φυτού της σόγιας.

Πρόφυλλα: Είναι μικρά φυλλάρια, σπανίως ξεπερνούν το 1 χιλιοστό του μήκους και συνήθως βρίσκονται στο κάτω μέρος του φυτού. Τα φυλλάρια έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο και είναι τριχωτά. Κατά την ωρίμανσή τους γίνονται κίτρινα. Στις περισσότερες ποικιλίες της σόγιας μόλις ωριμάσουν οι λοβοί, ρίχνουν τα φύλλα τους. Τέλος, τα ώριμα φύλλα αποτελούνται από την επιδερμίδα, το μεσόφυλλο και το σύστημα αγγείων (Carison & Lersten, 1987).

1.2.2. Άνθηση

1.2.2.1. Άνθη

Τα άνθη αποτελούνται από τον κάλυκα με τα σέπαλα και την στεφάνη με τα πέταλα, ο κάλυκας με την στεφάνη σκοπό έχουν την προστασία και ανάδειξη του άνθους καθώς είναι τα εξωτερικά μέρη του άνθους ή όπως αλλιώς ονομάζονται περιάνθιο. Οι στεφάνες με ενωμένα συμφυή πέταλα ονομάζονται συμπέταλα. Αφού καλύψαμε το εξωτερικό μέρος του ανθού ας αναφερθούμε και στο εσωτερικό που περιέχεται το ανδρείο με τους στήμονες καθώς και τον ύπερο με τα καρπόφυλλα (Κολλαρός, 2013).

Μετά τη βλαστική περίοδο, ξεκινάει η αναπαραγωγική περίοδος του φυτού όπου είναι η άνθηση. Η άνθηση ξεκινάει στο 4^ο ή 5^ο γόνατο στα φυτά *μη-καθορισμένου τύπου*, εξελίσσεται προς τα πάνω και οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί εξελίσσονται σε ανθοταξίες. Ενώ στα φυτά *καθορισμένου τύπου* η άνθηση ξεκινάει στο 8^ο ή 10^ο γόνατο και εξελίσσεται προς τα πάνω και προς τα κάτω. Η περίοδος της ανθήσεως είναι σχετικά μεγάλη, επηρεάζεται από την εποχή σποράς και μπορεί να διαρκέσει από 3 έως και 6 εβδομάδες. Η έναρξη της άνθησης ελέγχεται από τη φωτοπερίοδο, τη θερμοκρασία και το γενότυπο. Το βασικό χαρακτηριστικό της άνθησης είναι η διάρκεια της νύχτας και οι περισσότερες ποικιλίες αρχίζουν να ανθίζουν μόλις η ημέρα αρχίζει να μικραίνει. Τα φυτά της σόγιας χαρακτηρίζονται ως φυτά μικρής διάρκειας ημέρας (Δαλιάνη, 1993).

Η ανθοταξία της σόγιας είναι βότρυς και εκφύεται από την μασχάλη των φύλλων. Η άνθηση και ο σχηματισμός λοβών σ' αυτή αρχίζει από τη βάση της. Ο αριθμός των ανθέων κάθε ανθοταξίας διαφέρει μεταξύ ποικιλιών και τοποθεσιών και επηρεάζεται από την θερμοκρασία και την υγρασία κατά την περίοδο της άνθησης (Δαλιάνη, 1993).

Γενικά, οι ανθοταξίες μπορεί να περιέχουν 2-35 άνθη καθώς η πτώση των ανθέων που παρατηρείται σε μεγάλο ποσοστό (75% του συνόλου) πέφτουν στο έδαφος. Μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο από τον σχηματισμό του οφθαλμού μέχρι και την ανάπτυξη του σπόρου (Hicks, 1978). Τέλος, τα πρώιμα και όψιμα άνθη πέφτουν συχνότερα και η αιτία είναι άγνωστη. Περισσότερα άνθη πέφτουν κατά τη διάρκεια περιόδων μεγάλης ζέστης καθώς και μεγάλης ξηρασίας παρά όταν υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες.

Τα άνθη της σόγιας είναι πολύ μικρά 6 έως 7 χιλιοστά μήκος και έχουν χρώμα πορφυρό ή λευκό. Ο κάλυκας τους είναι αρκετά τριχωτός και στη βάση του απαντάται ένα ζεύγος μικρών βρακτίων.



Εικόνα 3. Άνθη σόγιας.

1.2.2.2. Λοβοί

Ο αριθμός λοβών σε μια απλή ανθοταξία κυμαίνεται από 2 έως 20 ή και περισσότεροι. Συνήθως κάθε φυτό παράγει μέχρι και 400 λοβούς. Ο λοβός της σόγιας αποτελείται από δυο καρπόφυλλα, τα οποία ενώνονται με κοιλιακή και ραχιαία ραφή. Είναι τριχωτός και φέρεται σε βραχύ ποδίσκο. Επίσης είναι ευθύς ή ελαφρός κυρτωμένος καθώς το μήκος του κυμαίνεται από 2 με 7 εκατοστά ή και περισσότερο σε μερικές ποικιλίες. Το πλάτος του λοβού συνήθως είναι 1 εκατοστό περίπου και περιέχει 1 με 6 σπόρους. Στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες μπορεί να περιέχει 2 ή 3 σπόρους. Οι σπόροι της σόγιας παρουσιάζουν αρκετές διαφορές όσον αφορά το σχήμα, το χρώμα και το μέγεθος (όπως αναφέραμε παραπάνω). Το χρώμα των λοβών ποικίλλει από ανοιχτό κίτρινο έως κιτρινογκρίζο, καστανό ή μαύρο. Ο χρωματισμός τους εξαρτάται από την παρουσία ή όχι χρωστικών ανθοκυανίνης (Δαλιάνη, 1993).

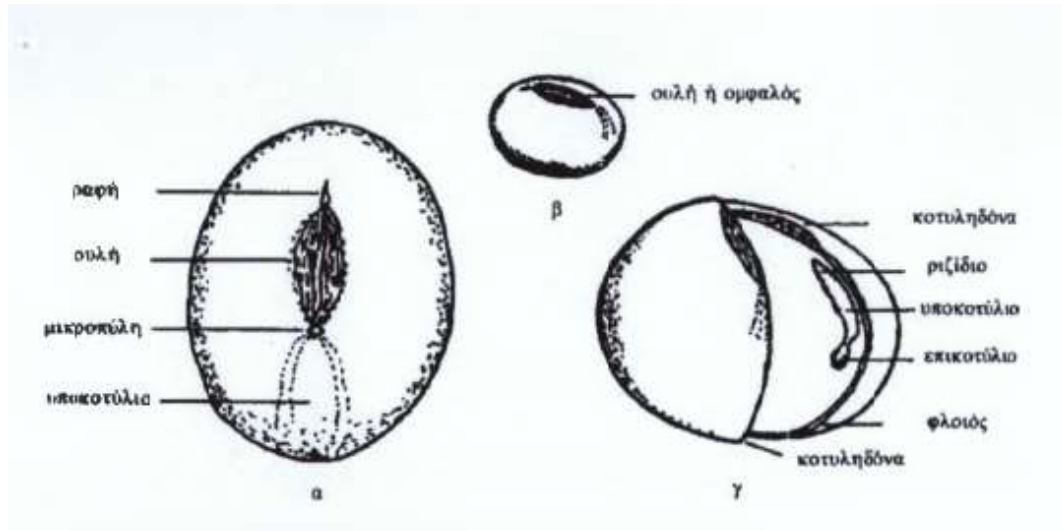


Εικόνα 4. Καρπός σόγιας.

1.2.2.3. Σπόρος

Ο σπόρος (ή σπέρμα) της σόγιας αποτελείται από τρία μέρη (Εικόνα 4):

1. Το φλοιό ή περίβλημα του σπόρου
2. Τις κοτυληδόνες και
3. Τον άξονα του εμβρύου



Εικόνα 5. Ανατομία του σπόρου της σόγιας.

Ο φλοιός περιλαμβάνει το έμβρυο και φέρει στην εξωτερική επιφάνεια την ουλή (ή ομφαλό ή μάτι), η οποία έχει σχήμα ωσειδές και εμφανίζεται όταν ο σπόρος αποσπάται από την σπερματική βλάστηση. Στη μια άκρη της ουλής βρίσκεται μια μικρή οπή όπου ονομάζεται μικρό - πύλη και σχηματίζεται κατά την ανάπτυξη του σπόρου ενώ στην άλλη βρίσκεται η ραφή όπου είναι μια μικρή χαραγή στο άκρο της ουλής. Ο σχηματισμός διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία καθώς μπορεί να είναι σφαιρικός ή αυγοειδής. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 50 – 300 γραμμάρια.

Ο φλοιός συντίθεται από τρία μέρη:

- α. Την επιδερμίδα με πασσαλώδη κύτταρα
- β. Την υποδερμίδα με σκληροποιημένα κύτταρα και με αρκετό μεσοκυττάριο χώρο και
- γ. Τον εσωτερικό παρεγχυματικό ιστό

Οι κοτυληδόνες είναι μεγάλες και σαρκώδεις και περιέχουν σχεδόν όλο το λάδι και τις πρωτεΐνες που βρέθηκαν στην σόγια. Επίσης, είναι τα πρώτα σαρκώδη φύλλα του

φυτού μετά το φύτευμα, καθώς καλούνται και φύλλα του σπόρου ή εμβρυακά φύλλα, επειδή βρίσκονται στον σπόρο και περιβάλλουν τον εμβρυακό άξονα (Carlson & Lersten, 1987).

1.3. Προϊόντα σόγιας

Τα προϊόντα σόγιας είναι αρκετά όπως το σογιέλαιο, το αλεύρι σόγιας, το γάλα σόγιας και παράγωγα γάλακτος όπως το τυρί (tofu). Στις ασιατικές χώρες ένα μεγάλο μέρος πλέον της παραγόμενης σόγιας προορίζεται για αξιοποίηση της πρωτεΐνης σόγιας και δεύτερη σε σειρά εκμετάλλευσης της σόγιας έρχεται το σογιέλαιο. Σύμφωνα με μετρήσεις του USDA είναι το δεύτερο παραγόμενο έλαιο μετά το φοινικέλαιο της χρονιάς 2012 με 2013 (USDA, 2013).

Τα προϊόντα σόγιας μπορούν να χωριστούν σε 2 κατηγορίες: Τα παραδοσιακά τρόφιμα που παρασκευάζονται μέσω ζύμωσης σόγιας με κόκκους. Τέτοια προϊόντα είναι miso και tempeh ή με διαχωρισμό υγρών και στερεών η παρασκευή τους γίνεται μέσω πουρέ μαγειρεμένης σόγιας όπως το tofu, η άλλη κατηγορία είναι τα προϊόντα δεύτερης γενιάς καθώς με την χρήση εκχυλισμάτων και γίνεται για απομόνωση συστατικών σόγιας όπως η πρωτεΐνη σόγιας και το αλεύρι σόγιας (Barrett, 2006).

1.3.1. Edamame

Ο ανώριμος καρπός σόγιας, με την αγγλική ονομασία edamame ή edamamine, σερβίρεται σε διάφορα κινέζικα ή ασιατικά εστιατόρια ως συστατικό σαλάτας.



Εικόνα 6. Προϊόν Edamame από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου Κρήτης.

1.3.2. Φύτρα Σόγιας

Το προϊόν αυτό καταναλώνεται κυρίως στην Ασία αλλά είναι πλουσιότερο σε πρωτεΐνη καθώς και σε πολλές βιταμίνες σε σχέση με τον καρπό σόγιας (USDA 2013).



Εικόνα 7. Φύτρα σόγιας.

1.3.3. Ξηροί καρποί σόγιας

Οι ξηροί καρποί έχουν αρχίσει να γίνονται ένα από τα πιο δημοφιλή σνακ στον δυτικό κόσμο. Για να καταναλωθούν πρέπει να έχουν τηγανιστεί ή να έχουν ψηθεί στον φούρνο.



Εικόνα 8. Ξηροί καρποί σόγιας.

1.3.4. Αλεύρι σόγιας

Αφού ωριμάσει ο καρπός, φουρνίζεται και έπειτα αλέθεται σε λεπτό αλεύρι. Μπορεί να βρεθεί πλούσιο σε λιπαρά καθώς έχοντας απομακρύνει τις λιπαρές ουσίες συνήθως το αλεύρι σόγιας χρησιμοποιείται για τον εμπλουτισμό ενός τροφίμου πρωτεϊνικά όπως σε ζυμαρικά καθώς και σε είδη αρτοποιίας.



Εικόνα 9. Αλεύρι σόγιας.

1.3.5. Λάδι σόγιας

Το λάδι σόγιας είναι το δεύτερο σε παραγωγή λάδι από λαχανικά παγκοσμίως μετά το φοινικέλαιο. Μόνο την περίοδο 2012-13 το παραγόμενο έλαιο που παράχθηκε από την σόγια παγκοσμίως έφτασε το 27% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ το αντίστοιχο του φοινικέλαιου το 35% της συνολικής παραγωγής λαδιού παγκοσμίως (USDA, 2013).



Εικόνα 10. Λάδι σόγιας.

1.3.6. Κρέας Σόγιας

Με την εξαγωγή του ελαίου το υπόλοιπο μέρος χρησιμοποιείται ως κρέας σόγιας και είναι υψηλό σε πρωτεΐνη 40%.



Εικόνα 11. Κρέας σόγιας.

1.3.7. Γάλα Σόγιας

Το γάλα σόγιας είναι από τα πιο παλιά παράγωγα της σόγιας, και οι πρώτες αναφορές για την παρασκευή του ανάγονται στο 82 π.Χ.. Το προϊόν αυτό θεωρείται μία καλή εναλλακτική στο γάλα αγελάδος, καθώς είναι ελεύθερο λακτόζης (σημαντικό για άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη) καθώς και χοληστερόλης, ενώ σε επίπεδο πρωτεΐνης και λίπους είναι παρόμοια με το γάλα αγελάδος (He & Chen, 2013).



Εικόνα 12. Γάλα σόγιας από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.

1.3.8. Τυρί Σόγιας

Το τυρί σόγιας είναι γνωστό και με την αγγλική ονομασία tofu, παρασκευάζεται από την πρωτεΐνη σόγιας μαζί με μεταλλικά άλατα και οξύ. Το προϊόν αυτό μοιάζει με το cottage cheese. Όσο πιο σκληρό είναι το tofu, τόσο πιο πολύ έχει συμπιεστεί. Τα tofu κατατάσσονται αναλόγως σε επίπεδα σκληρότητας σε μαλακό, μέτριο και σκληρό, ενώ ακόμα μπορεί να έχουν εισαχθεί διάφορες γεύσεις ώστε να προσφέρουν ένα μεγαλύτερο εύρος ποικιλίας γεύσης.

Στην Κίνα την περίοδο που δεν υπήρχε σε αφθονία το κρέας, το tofu ήταν η κύρια πηγή πρωτεΐνης καθώς και ασβεστίου καθώς εγκλώβιζαν το ασβέστιο στο tofu.

Επειδή δεν έχει εδραιώσει προστασία ονόματος προϊόντος (Π. Ο. Π.) το tofu, πολλοί παραγωγοί διανέμουν στο εμπόριο το tofu με διαφορετικές ποσότητες πρωτεΐνης (Shigeki *et al.*, 2008).



Εικόνα 13. Μαλακό τυρί Tofu από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.



Εικόνα 14. Σκληρό tofu από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.

1.3.9. Okara

Από την παραγωγή του γάλακτος σόγιας μένει ένα στερεό. Αυτό είναι το Okara, το οποίο αποτελείται ως επί το πλείστον από υγρασία από 80% και μικρά ποσοστά πρωτεϊνών 3,2% και λίπους 1,7% (USDA, 2013). Το προϊόν αυτό είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες και έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερη ποσότητα πλέον ακόμα και ως σνακ. Χρησιμοποιείται στην ασιατική κουζίνα όπως και σαν ζωοτροφή.

1.3.10.Natto

Το συγκεκριμένο προϊόν προκύπτει από την ζύμωση της σόγιας από τον μικροοργανισμό *Bacillus subtilis natto* (Shigeki *et al.*, 2008). Μοιάζει σαν τυρί αλλά λόγω της γλοιώδους υφής και άλλων χαρακτηριστικών δεν προτιμάται από πολλούς ανθρώπους. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει και χρησιμοποιείται από κάποιες περιοχές της Αμερικής λόγω των θρεπτικών συστατικών του (He & Chen, 2013).

1.3.11.Tempeh

Είναι μια ζύμωση που γίνεται με μισοψημένους σπόρους σόγιας μαζί με την παρουσία ενός είδους μούχλας ονομαζόμενη *Rhizopus* και χρησιμοποιείται κυρίως στην Ινδονησία (Shurtleff & Aoyagi, 1985.). Η σύνδεση της μούχλας *Rhizopus* μαζί με την σόγια δημιουργεί μια φέτα (μπλόκ) ζυμωμένης σόγιας.



Εικόνα 15. Tempeh.

1.3.12.Miso

Το Miso είναι αρκετά διαδεδομένο στην Ιαπωνία και γίνεται με την ζύμωση ρυζιού και σόγιας μαζί με την βοήθεια ζυμομυκήτων και βακτηριδίων. Αυτό το τοπικό προϊόν για να φτάσει στην κατάλληλη φάση προς κατανάλωση, χρειάζεται να γίνουν δυο ζυμώσεις του ρυζιού. Στη συνέχεια προστίθεται μαγειρεμένη σόγια μαζί με μούχλα ζύμη και βακτήρια προσφέροντας στο προϊόν μια παράξενη γεύση.



Εικόνα 16. Miso από τοπικό κατάστημα του Ρεθύμνου.

1.3.13.Σάλτσα σόγιας

Είναι παρόμοιο με την παραγωγή του miso με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται σιτάρι αντί για ρύζι και διάφορους μικροοργανισμούς *Aspergillus*, βακτήρια γαλακτικού οξέος και ζυμομυκήτων (Sugiyama, 1984). Σε σύγχρονα εργαστήρια η σάλτσα σόγιας γίνεται μέσω υδρόλυσης (He & Chen, 2013).



Εικόνα 17. Σάλτσα σόγιας από τοπικό κατάστημα Ρεθύμνου.

του

1.3.14.Απομόνωση πρωτεΐνης σόγιας

Απομονώνεται η πρωτεΐνη από προϊόντα σόγιας για την εισαγωγή της σε προϊόντα του εμπορίου όπως ενεργειακά ποτά, δημητριακά πρωινού και άλλα για να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση των οργανοληπτικών συστατικών του τροφίμου

1.3.15.Φυτικό κρέας

Η σόγια καθώς προείπαμε είναι υψηλή πρωτεϊνικά και με την βοήθεια της μεταποίησης προϊόντων μαζί με άλλες φυτικές πρωτεΐνες μπορούν να μας δώσουν τρόφιμα που να μοιάζουν σε χρώμα και σε σύσταση με το κρέας μέσω ξήρανσης, ψύξης ή κατάψυξης αυξάνοντας τις υγιεινές επιλογές γύρω από τα λαχανικά. Τέτοιας επιλογής τέτοια τρόφιμα μπορεί να είναι κεφτέδες από λαχανικά ή ακόμα και λουκάνικα (He & Chen, 2013).

1.3.16.Γιαούρτι σόγιας

Το γιαούρτι σόγιας για να δημιουργηθεί χρειάζεται ως υπόστρωμα το γάλα σόγιας· φτιάχνεται με τον ίδιο τρόπο που φτιάχνεται και το παραδοσιακό γιαούρτι.

2. Σύσταση σόγιας

Η σόγια ως προς την σύστασή της μπορεί να διαφέρει σε πολλούς τομείς όπως για τον λόγο της καλλιέργειας της από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, καθώς και από την τοποθεσία που καλλιεργείται (Orf *et al.*, 2013).

Σε ξηρό βάρος η σόγια έχει 8, 5% υγρασία, 36, 5% πρωτεΐνες, 19, 9% λίπη και 9, 3% διαιτητικές ίνες (USDA, 2013).

Η σόγια με το να είναι υψηλή πρωτεϊνικά όπως και το να αποτελείται ως επί το πλείστον από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μπορεί να χρησιμοποιείται ο σογιόκαρπος και τα προϊόντα της για αξιοποίηση αυτών των συστατικών.

Η σόγια πλέον σε ένα μεγάλο ποσοστό <50% χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως γενετικά τροποποιημένη ώστε να μπορεί καλλιεργείται σε μεγάλες ποσότητες ανθεκτικό σε ζιζανιοκτόνα όπως η γλυφοσάτη ή άλλα, οπότε παρακάτω θα αναλύσουμε και στα θρεπτικά συστατικά που μπορεί να διαφέρει σε σχέση με μία συμβατική και με μία βιολογική καλλιέργεια (Bøhn *et al.*, 2014).

2.1.Υδατάνθρακες

2.1.1. Βιολογική καλλιέργεια

Οι απλοί υδατάνθρακες που περιέχονται σε μία βιολογική καλλιέργεια είναι μεγαλύτερη σε ποσότητα σε σχέση είτε με την συμβατική καλλιέργεια είτε με την γενετικά τροποποιημένη, όμως το αρνητικό ταυτόχρονα είναι πως περιέχει τις λιγότερες φυτικές ίνες (Bøhn *et al.*, 2014).

2.1.2. Γενετικά τροποποιημένη

Σε αντίθεση η γενετικά τροποποιημένη ποικιλία σόγιας περιέχει τους λιγότερους απλούς υδατάνθρακες σε σχέση με την βιολογική και την συμβατική καλλιέργεια (Bøhn *et al.*, 2014).

2.2.Λιπαρά

Η σόγια αποτελείται στο σύνολό της το 15,6% από κορεσμένα λιπαρά οξέα από 22,8% μονο-ακόρεστα λιπαρά οξέα και το 57,7% από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (USDA, 2013). Πέρα των λιπαρών οξέων που περιέχονται, συνυπάρχουν και ω-3 λιπαρά οξέα όπως το λινολενικό οξύ που δεν μπορεί να το παράγει ο άνθρωπος (Zambiasi *et al.*, 2007).

2.2.1. Γενετικά τροποποιημένη σόγια

Σε εκτάσεις που χρησιμοποιείται η γενετικά τροποποιημένη σόγια ανθεκτική σε γλυφοσάτη και ψεκάστηκαν με ζιζανιοκτόνο που περιέχει γλυφοσάτη, τροποποίησε μειώνοντας τα επίπεδα α-λινολενικού οξέος καθώς και σιδήρου ενώ αυξήθηκαν τα επίπεδα ελαϊκού οξέος. Αυτό καθιστά ένα λιγότερο υγιές τρόφιμο ως προς τα λιπαρά οξέα που αποτελείται (Bøhn *et al.*, 2014).

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στην παρασκευή γάλακτος από προϊόντα σόγιας βοήθησε τα βρέφη που έχουν γαλακτοζαιμία και δεν μπορούν να διασπάσουν την λακτόζη. Έτσι σε τέτοιες περιπτώσεις δίνονται φόρμουλες με σόγια για να καλύψουν τις θρεπτικές ανάγκες του βρέφους μην προσφέροντας κάποια ευεργετική δράση (Barrett, 2006).

2.2.2. Βιολογική καλλιέργεια συμβατικής σόγιας

Σε βιολογική καλλιέργεια συμβατικής σόγιας υπήρξε διαφοροποίηση στα ω-6 λιπαρά οξέα που περιέχονταν σε μικρότερο ποσοστό στην βιολογική καλλιέργεια, κάτι που δεν επηρέασε τα ω-3 και τα ω-9 παράλληλα (Bøhn *et al.*, 2014).

2.3.Πρωτεΐνη

Η σόγια είναι ένα από τα λίγα φυτικά τρόφιμα που περιέχει και τα οχτώ απαραίτητα αμινοξέα (Barrett, 2006).

2.3.1. Μυκοπρωτεΐνες

Η μυκοπρωτεΐνη είναι ένα υποκατάστατο κρέατος, το οποίο παράγεται μέσω ζύμωσης από το μύκητα *Fusarium venenatum*. Η σόγια αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα υποστρώματα ζύμωσης για την παραγωγή μυκοπρωτεΐνης.

Τα διατροφικά χαρακτηριστικά της μυκοπρωτεΐνης έχουν βρεθεί ότι προσφέρουν έναν μοναδικό συνδυασμό οφελών για την υγεία. Η μυκοπρωτεΐνη περιέχει και τα εννέα απαραίτητα αμινοξέα και έτσι είναι πηγή πρωτεΐνης πρώτης κατηγορίας, συγκρίσιμη με πρωτεΐνες από ζωικές πηγές όπως το κρέας και τα ψάρια (Fellows, 2017). Ωστόσο, σε αντίθεση με τις πρωτεΐνες του κρέατος, η μυκοπρωτεΐνη δεν έχει χοληστερόλη, είναι χαμηλή σε λιπαρά και κορεσμένα λιπαρά και δεν περιέχει τρανς λιπαρά (Fellows, 2017). Επιπροσθέτως, το 25% του ξηρού βάρους της αποτελείται από φυτικές ίνες, κυρίως χιτίνη και β-1-3 και 1-6 γλυκάνες (Fellows, 2017). Μελέτες έχουν δείξει ότι η μυκοπρωτεΐνη συμβάλλει στη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα και μπορεί ακόμη και να μειώσει τα επίπεδα της LDL χοληστερόλης (Fellows, 2017).

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η παραγωγή ενός προϊόντος με υφή κρέατος, με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά.

Πιο συγκεκριμένα, η μυκοπρωτεΐνη περιέχει ανά 100 γρ τα εξής:

Μυκοπρωτεΐνη ανά 100 γρ	
Ενέργεια	85 kcal
Πρωτεΐνη	11γρ
Λίπος	3γρ
Κορεσμένο λίπος	0,7 γρ
Διαιτητικές ίνες	6 γρ

Πίνακας 1 Μυκοπρωτεΐνη (Sadler, 2004).

2.3.2. Βιολογική καλλιέργεια

Σε μία μελέτη που σύγκρινε τη συμβατική καλλιέργεια με τη γενετικά τροποποιημένη καλλιέργεια καθώς και τη βιολογική, βρέθηκε ότι η βιολογική περιείχε τις περισσότερες πρωτεΐνες καθώς και υψηλότερη ποσότητα απαραίτητων αμινοξέων (Bøhn *et al.*, 2014).

2.4.Θρεπτικά συστατικά

2.4.1. Βιολογική καλλιέργεια συμβατής σόγιας

Σε σχέση με άλλα θρεπτικά συστατικά σε σύγκριση με τη συμβατή καλλιέργεια η πιο αισθητή διαφορά στα θρεπτικά συστατικά είναι αυξημένα στα επίπεδα του ψευδαργύρου σε σχέση με άλλα θρεπτικά συστατικά που έχει μικρο-αλλαγές (Bøhn *et al.*, 2014).

2.5.Παράγωγα σόγιας

2.5.1. Tempeh

Μέσω ορισμένων συν - ζυμώσεων από βακτήρια που βρίσκονται στην Ινδονησία, το tempeh είναι πλούσιο σε Βιταμίνη B12 που σε χορτοφαγική διαίτα είναι δυσεύρετη (Liem *et al.*, 1977).

2.5.2. Γάλα σόγιας

Γενικώς όπως βλέπουμε και από τους πίνακες 1 & 2, η βιταμίνη B12 απουσιάζει καθώς είναι μία βιταμίνη που περιέχεται μονάχα σε ζωικά τρόφιμα κάτι που την καθιστά επικίνδυνη σε άτομα χορτοφάγα, οπότε μία πηγή πρόσληψης για την κάλυψη

ενός μέρους της ποσότητας του RDA της βιταμίνης B12 μπορεί να γίνει μέσω του γάλακτος σόγιας καθώς είναι εμπλουτισμένο και δεν αλλοιώνει την διατροφή τους καθώς συνεχίζουν να μην καταναλώνουν κρέας (Montgomery, 2003).

Οι παρακάτω πίνακες (Πίνακες 2, 3) αναφέρουν αναλυτικά τη σύσταση των σημαντικότερων προϊόντων σόγιας.

Ποσότητα ανά 100 γρ.τροφίμου							
	Γάλα σόγιας	Σπόρος σόγιας	Edamame	Φύτρα Σόγιας	Σόγια μαγειρεμ ένη	Miso	Soynuts
Κωδικός τροφίμου – Βιβλιογραφία	11320000	41107000	41420020	(Ebert,A. W., Chang,C.H .et al., 2017)	16109	16112	16110
Ενέργεια	43kcal	171 kcal	121 kcal	kcal	171 Kcal	198 kcal	469kcal
Πρωτεΐνες	2,6 γρ	18,1 γρ	11,91 γρ	11,58γρ	18.21γρ	12,79 γρ	38.55γρ
Λιπαρά	1,47 γρ	8,92 γρ	5,2 γρ	Γρ	8.97γρ	6,01γρ	25.4γρ
Εκ των οποίων κορεσμένα	0,205 γρ	1,92 γρ	0,62 γρ	Γρ	1.297 Γρ	1,025γρ	3.674γρ
Εκ των οποίων μονοακόρεστα	0,382γρ	1,97 γρ	1,282 γρ	Γρ	1.981 Γρ	1,118γρ	5.61 γρ
Εκ των οποίων πολυακόρεστα	0,852γρ	5,035γρ	2,156 γρ	Γρ	5.046 Γρ	2,884γρ	14.339 γρ
Υδατάνθρακες	4,92γρ	8,31 γρ	8,91 γρ	Γρ	8,36 γρ	25,37γρ	30.22γρ
Εκ των οποίων διαιτητικές ίνες	0,2γρ	6 γρ	5,2 γρ	Γρ	6Γρ	5,4γρ	17.7γρ
Εκ των οποίων σάκχαρα	3,65 γρ	2,98 γρ	2,18 γρ	γρ	3γρ	6,2 γρ	4.2 γρ
Ασβέστιο	123 mg	102 mg	63 mg	62,2 mg	102 mg	57 mg	138mg
Σίδηρος	0,42 mg	5,11mg	2.27 mg	1,87 mg	5,14 mg	2,49 mg	3.9mg
Μαγνήσιο	15 mg	86 mg	64 mg	mg	86 mg	48 mg	145 mg
Φώσφορος	43 mg	244 mg	169 mg	mg	245 mg	159 mg	363mg
Κάλιο	122 mg	512 mg	436 mg	mg	515 mg	210mg	1470mg
Νάτριο	47 mg	225 mg	6 mg	mg	1 mg	3728mg	163mg
	Γάλα σόγιας	Σπόρος σόγιας	Edamame	Φύτρα Σόγιας	Σόγια μαγειρεμ ένη	Miso	Soynuts
Ψευδάργυρος	0,26 mg	1,14 mg	1,37 mg	1,31mg	1,15 mg	2.56 mg	3.14mg

Χαλκός	0,165 mg	0,405 mg	0,345mg	mg	0,407 mg	0.12 mg	0.828mg
Σελήνιο	2,3 µg	7,3 µg	0,8 µg	µg	7,3 µg	7 µg	19.1 µg
Βιταμίνη C	0 mg	1,7 mg	6,1 mg	11,63mg	1,7 mg	0 mg	2.2 mg
Θειαμίνη	0,029 mg	0,154 mg	0,2 mg	mg	0,155mg	0.098 mg	0.1Mg
Ριβοφλαβίνη	0.184 mg	0,283 mg	0,115 mg	mg	0,285 mg	0.233 mg	0.145mg
Νιασίνη	0.485 mg	0,397 mg	0,915 mg	mg	0,399 mg	0.906 mg	1.41 mg
B-6	0.031 mg	0,233 mg	0,1 mg	mg	0.234 mg	0.199 Mg	0.208 mg
Φολικό (σύνολο)	9 µg	54 µg	311 µg	µg	417 µg	0 Mg	211µg
Φολικό	0 mg	0 µg	0 µg	µg	0µg	0 µg	0 µg
Φιλικό οξύ	9 mg	54 µg	311µg	Mg	54 mg	0 µg	211µg
Βιταμίνη B-12	0,85µg	0 µg	0 µg	µg	0 µg	0.08 µg	0 µg
Εμπολουτισμένο με B-12	0.85 µg	0 µg	0 µg	µg	0 Mg	0 Mg	0 µg
Βιταμίνη A (Ρετινόλη)	55 µg	0 µg	15 µg	µg	0 µg	4 µg	10 µg
Βιταμίνη E	0.11mg	0,35µg	0.68 µg	µg	0,35 µg	0.01 µg	0.91 µg
Βιταμίνη D (D ₂ -D ₃)	1.1µg	0 µg	0 µg	µg	0 µg	0 µg	0 µg
Λουτεΐνη – Ζεαξανθίνη	0 µg	0 µg	1619 µg	µg	0 µg	0 µg	0 Mg
Βιταμίνη K	µg	µg	26,7 µg	µg	19.2 µg	29.3 µg	50.4 µg
Καροτενοειδή άλφα	mcg	mcg	mcg	mcg	0 mcg	0 mcg	mcg
Καροτενοειδή Βήτα	mcg	mcg	mcg	mcg	5 mcg	52 mcg	120 mcg

Πίνακας 2. Θρεπτικά συστατικά σόγιας και προϊόντων σόγιας, Πίνακας τροφίμων με βάση το USDA και άρθρα.

Ποσότητες ανά 100 γρ τροφίμου								
	Natto	Αλεύρι σόγιας	Πρωτεΐνη Σόγιας	Σάλτσα	Λάδι σόγιας	Okara	Tempeh	Γιαούρτι σόγιας
Κωδικός τροφίμου – Βιβλιογραφία	16113	16115	16122	16123	4044	16130	16114	784310
Ενέργεια	211 kcal	434 kcal	335 kcal	53 kcal	884 kcal	75 kcal	192 kcal	94 kcal
Πρωτεΐνες	19.4 γρ	37,81 γρ	88,32 γρ	8.14 Γρ	0 γρ	3.52 γρ	20.29 γρ	3,5 γρ

Λιπαρά	11γρ	20,65γρ	3,39 γρ	0,57 Γρ	100 γρ	1.73 γρ	10.8 γρ	1,8 γρ
Εκ των οποίων κορεσμένα	1.591γρ	2,998γρ	0,622 γρ	0.073 γρ	15,65 γρ	0.193 γρ	2.593 γρ	0,259 γρ
Εκ των οποίων μονοακόρεστα	2.43γρ	4,561 γρ	0,645 γρ	0.088 Γρ	22,783 γρ	0.295 γρ	3.205γρ	0,4 γρ
Εκ των οποίων πολυακόρεστα	6.21γρ	11,657 γρ	1,648 γρ	0.283 Γρ	57,73 γρ	0.755 γρ	4.3 γρ	1,017 γρ
Υδατάνθρακες	12,68γρ	31,92γρ	0 γρ	4,93 γρ	0 γρ	12.23 γρ	7.64 γρ	15,96 γρ
Εκ των οποίων διαιτητικές ίνες	5,4γρ	9,6 γρ	0 Γρ	0,8 γρ	0 γρ	γρ	γρ	0,2 γρ
Εκ των οποίων σάκχαρα	4,89γρ	7,5 γρ	0 γρ	0,4γρ	0 γρ	γρ	γρ	1,24 γρ
Ασβέστιο	217mg	206 mg	178 mg	33 mg	0 mg	80 mg	111 mg	118 mg
Σίδηρος	8,6mg	6,37mg	14,5 mg	1,45 mg	0,05 mg	1.3 mg	2,7 mg	1,06 mg
Μαγνήσιο	115mg	429 mg	39 mg	74 mg	0 mg	26 mg	81 mg	40 mg
Φώσφορος	174mg	494 mg	776 mg	166 mg	0 mg	60 mg	266 mg	38 mg
Κάλιο	729mg	2515 mg	81 mg	345 mg	0 mg	213 mg	412 mg	47 mg
Νάτριο	7mg	13 mg	1005 mg	5493 mg	0 mg	9 mg	9 mg	35 mg
Ψευδάργυρος	3,03mg	3,92mg	4,03 mg	0,87mg	0,01 mg	0.56 mg	1,14 mg	0,31 mg
Χαλκός	0,667mg	2,92mg	1,559 mg	0,043 mg	0 mg	0.2 mg	0,56 mg	0,075 mg
Σελήνιο	8,8 μg	7,5 μg	0,8 μg	0,5 μg	0 μg	10.6 μg	0 μg	13 μg
Βιταμίνη C	13 mg	0 mg	0 mg	0 mg	0 mg	0 mg	0 mg	2,5 mg
Θειαμίνη	0,16 mg	0,458 mg	0,176 mg	0,033 mg	0 mg	0.02 mg	0,078 mg	0,06 mg
Ριβοφλαβίνη	0,19mg	1,16 mg	0,1 mg	0,165 mg	0 mg	0.02 mg	0,358 mg	0,02 mg
Νιασίνη	0 mg	4,32 mg	1,438 mg	2,186 mg	0 mg	0.1 mg	2,64 mg	0,24 mg
B-6	0,13 mg	0,461 mg	0,1 mg	0,145 mg	0 mg	0.115 mg	0,215mg	0,02 mg
Φολικό (σύνολο)	8 μg	345 μg	176 μg	14 μg	0 μg	26 μg	24 μg	6 μg
Φολικό	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg
Φιλικό οξύ	8 μg	345 μg	176 μg	14 μg	0 μg	26 μg	24 μg	6 μg

Βιταμίνη Β-12	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0,08 μg	0 μg
Εμπολουτισμένο με Β-12	0 μg	0 μg	0 μg	0 mg	0 μg	0 μg	μg	0 μg
Βιταμίνη Α (Ρετινόλη)	0 μg	6 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	2 μg
Βιταμίνη Ε	0,01 mg	1,95 mg	0 mg	0 mg	8,18 mg	mg	mg	0,31 mg
Βιταμίνη D (D ₂ -D ₃)	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg
Λουτεΐνη – Ζεαξανθίνη	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	0 μg	μg	μg	0 μg
Βιταμίνη Κ	23,1 μg	70 μg	0 μg	0 μg	183,9 μg	μg	μg	3,5 μg
Καροτενοειδή άλφα	0 Mcg	0 mcg	0 mcg	0 mcg	0 mcg	mcg	mcg	0 mcg
Καροτενοειδή Βήτα	0 Mcg	72mcg	0 mcg	0 mcg	0 mcg	mcg	mcg	20 mcg

Πίνακας 3. Θρεπτικά συστατικά σόγιας και προϊόντων σόγιας, Πίνακας τροφίμων με βάση το USDA και άρθρα.

3. Βιοδραστικά συστατικά

3.1. Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες αποτελούνται από δυο υποκατηγορίες όπως θα τις αναλύσουμε παρακάτω αναλόγως με τις αντίστοιχες χημικές ουσίες που περιέχονται στην σόγια.

3.1.1. Φλαβονοειδή

Οι φλαβόνες που βρίσκονται στο φυτό της σόγιας έχουν κύρια δράση για το φυτό για τον σχηματισμό οξειδίων στις ρίζες για σταθεροποίηση αζώτου (Winkel-Shirley, 2001).

3.1.1.1. Ισοφλαβόνες

Οι ισοφλαβόνες σόγιας χωρίζονται στους συζυγείς γλυκοζίτες, όπως γενιστίνη (genistin), διαζίνη (diadzin), γλυκετίνη (glycetin), και τους μη συζυγείς γλυκοζίτες διαδεζεΐνης (diadzin), γενιστεΐνη (genistein,) γλυκετεΐνης (glycetein) (Kaufman *et al.*, 1997).

Τα τρία μόρια ισοφλαβόνης που, έχουν ένα σύμπλοκο ζάχαρης και επηρεάζουν την πέψη τους (Barrett, 2006).

Οι ισοφλαβόνες συναντώνται στα τρόφιμα ως σύμπλοκα γλυκοσίδης όπως η γενιστίνη, διδαζίνη και η γλυκετίνη, αλλιώς βρίσκονται και σε μορφή συμπλόκων αγλυκόνης όπως η γενιστεΐνη, διαδεζεΐνη και γλυκετεΐνη. Η αναλογία αυτών των συμπλόκων βρίσκονται σε ποσοστά 40% 50% 10%. Παρόλο που οι ισοφλαβόνες υπάρχουν σε όλα τα όσπρια, βρίσκονται σε μεγαλύτερο επίπεδο από όλα τα υπόλοιπα (Murphy *et al.*, 1999). Η σύνδεσή τους με σάκχαρα δημιουργεί τα αντίστοιχα μόρια που αναφέραμε, δηλαδή την γενιστεΐνη, διαδεζεΐνη και γλυκετεΐνη.

3.1.1.2. Ποσότητα ισοφλαβονών στην σόγια και σε προϊόντα σόγιας

Η σόγια αναλόγως με τα εδάφη που καλλιεργείται, διαφέρει και εξίσου στην ποσότητα των ισοφλαβονών. Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ώριμους σπόρους σόγιας βρέθηκαν στις περιοχές της Κορέας και της Αμερικής με 178 mg και 159 mg, 98 mg αντίστοιχα (Bhagwat, 2008). Ένας άλλος λόγος διαφοράς στις ισοφλαβόνες είναι ο τρόπος επεξεργασίας της τροφής (Barrett, 2006). Βέβαια η ποσότητα ισοφλαβονών καθώς και η ποσοτική αντιστοιχία διαφέρει στα διάφορα προϊόντα σόγιας και των μορίων που αποτελούνται αναφερόμενοι πάντα στους λόγους διαδεξείνης, γενεστεΐνης, γλυκιτεΐνης όπως θα δούμε στον παρακάτω πίνακα.

Τρόφιμο	διαδεξείνης	Γενιστεΐνη	Γλυκιτεΐνης	Σύνολο	Επικατεχίνες	Καεμφερόλη
<i>Σόγια (ωμή)</i>					37,41	
<i>Τυρί σόγιας (αγνώστους ειδους τυριού)</i>	5,79	11,14		25,72		1,19
<i>Αλεύρι σόγιας (Υψηλά λιπαρό)</i>	72,92	98,77	16,12	178,10		
<i>Ξηροί καρποί σόγιας</i>	62,14	75,78	13,33	148,50		
<i>Γάλα σόγιας άπαχο</i>	0,30	0,41		0,71		
<i>Tempeh</i>	22.66	36.15	3.82	60.61		

Γιαούρτι Σόγιας	5,70	9,40	1,20	16,30		
Okara	3,62	4,47	1,30	9,39		
Μπιφτέκι Σόγιας	2,36	5,01	0,55	6,39		
Tofu	15,59	16,01	2,77	33,91		

Πίνακας 4. Ποσότητες ισοφλαβονών ανά προϊόν σόγιας.

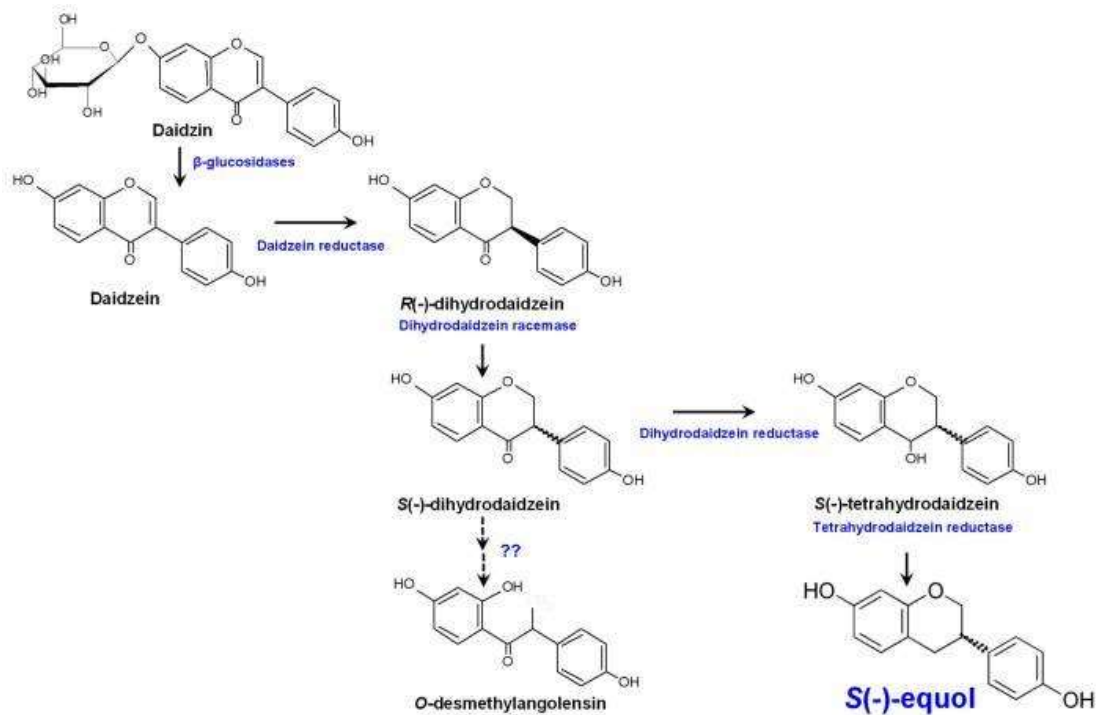
3.1.1.3. Μεταβολισμός ισοφλαβονών

Μόλις φτάσει στο στομάχι το τρόφιμο που περιέχει την γενιστεΐνη, απελευθερώνει το μόριο γλυκόζης και μετατρέπεται σε genistin (γενιστίνη) και ένα μέρος απορροφάται (Barrett, 2006).

Μόνο το 30-50% του γενικού πληθυσμού μπορεί να μεταβολίσει την διαδεζεΐνη σε εκουόλη μέσω των εντερικών βακτηρίων. Η αύξηση των ποσοστών μετατροπής της διαδεζεΐνης σε εκουόλη μπορεί να επιτευχθεί σύμφωνα με μία έρευνα μέσω της αύξησης της κατανάλωσης φυκιών.

Οι ισοφλαβόνες και πιο συγκεκριμένα η γενιστεΐνη και η daidzin μέσω ορισμένων ενζύμων στο παχύ έντερο μετατρέπονται στον μεταβολίτη equol και μπορεί να ενωθεί στους οιστρογονικούς υποδοχείς καθώς προσφέρουν και αντιοξειδωτική δράση. Ο μεταβολίτης Equol έχει μικρή συσχέτιση με την οιστραδιόλη, όμως λόγω της μεγάλης ποσότητας στα προϊόντα σόγιας είναι αρκετά ώστε να ανταγωνίζεται του (He & Chen, 2013).

Η equol που παράγεται στο κάθε άτομο διαφέρει κατά την μικροχλωρίδα που έχει το αντίστοιχο άτομο καθώς και από το αν έχει λάβει πρόσφατα αντιβιοτικό, καθώς και από τον χρόνο που χρειάζεται να παραμείνει στον εντερικό αυλό.

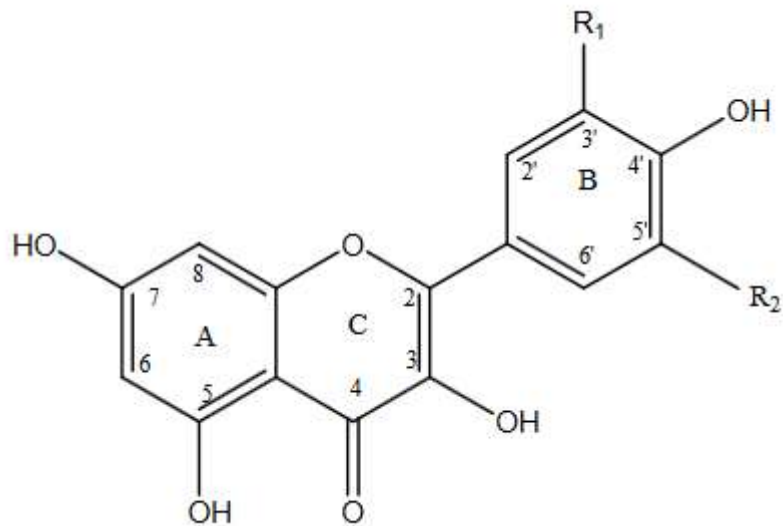


Εικόνα 19. Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε την μετατροπή του Daidzin στο τελικό προϊόν Equol (Mayo, B., Vázquez, L., & Flórez, A. B. 2019).

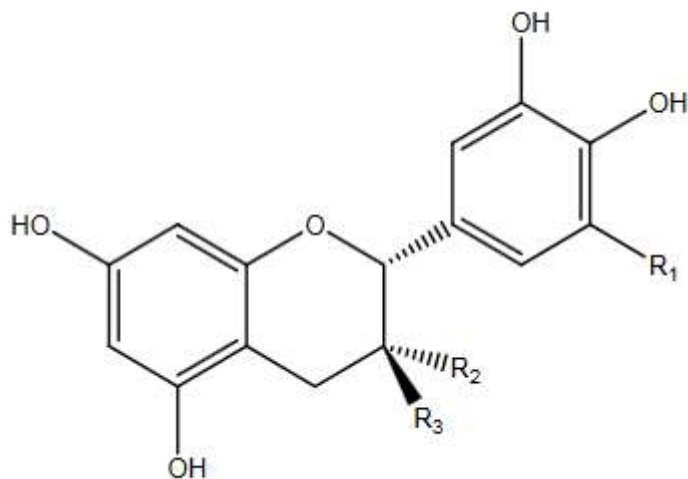
3.2. Φλαβονόλες (flavan-3-ols)

Οι φλαβονόλες αποτελούνται από διάφορα μόρια, τα πιο γνωστά από τα οποία είναι οι κατεχίνες και οι επικατεχίνες. Η χημική του δομή είναι η εξής και αναλόγως από τα μόρια που προσδένονται στα άκρα R1 R2 R3 έχει το αντίστοιχο όνομα. Στην σόγια περιέχεται επικατεχίνη. Για τα στοιχεία που θα αναφερθούν παρακάτω πρέπει πρώτα να υπάρχει καλή μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου καθώς υδρολύονται για να φέρουν ορισμένες από τις οιστρογονικές δράσεις που επιθυμούνται στον άνθρωπο. Αυτή η ενέργεια έγινε κατανοητή όταν χορηγήθηκε διαίτα σόγιας και δεν υπήρχε αυτή η μετατροπή πριν το πέρας του 4ου μήνα.

Οι φλαβονόλες αποτελούνται από τα μόρια ισοχρομετίνη (Isorhamnetin), καεμφερόλη (Kaempferol), μυρικετίνη (Myricetin) και την κερκετίνη (Quercetin). Αλλάζει η δομή πρόσδεσης των R1 και R2. Στο tofu υπάρχει Καεμφερόλη 1, 19mg στα 100 γραμμάρια.



Εικόνα 20. Χημική δομή μυρικετίνης.



Εικόνα 21. Χημική δομή Κερκετίνης.

3.2.1. Γενιστεΐνη

Η γενιστεΐνη είναι όμοια με την ενδογενή μορφή της οιστραδιόλης (17β-estradiol, E₂), η μορφή της ενδογενούς οιστραδιόλης ρυθμίζει διάφορα κύτταρα.

3.2.2. Διαδεξείνη

Η διαδεξείνη από την στιγμή που θα βρεθεί στο στομάχι, θα αποδεσμεύσει το μόριο σακχάρου και θα μετατραπεί στην diadzin (διαδζίνη). Ένα μέρος του θα ενωθεί με το γλυκουρονικό οξύ ή με το θειικό άλας και ενώνεται είτε στο έντερο είτε στο ήπαρ, ακόμα μπορεί να μετατραπεί σε equol έχοντας μεγαλύτερη οιστρογονική δράση σε σχέση με την διαδεξείνη (Barrett, 2006).

3.2.3. Εκουόλη

Η equol όμως για να μετατραπεί σε αυτήν τη μορφή της πρέπει να περιέχεται στο ανθρώπινο μικροβίωμα ένα πλήθος μικροοργανισμών, γι' αυτό και παρατηρούμε την μετατροπή της εκουόλης μόνο στο 30-40% του πληθυσμού (Magee, 2011).

Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζουν ένα πλήθος μικροβιακών οργανισμών όμως ακόμα πιο σημαντικό ρόλο για να παρέχεις στον οργανισμό σου αυτά τα βακτήρια είναι το είδος της διατροφής που ακολουθείς, καθώς ένα υψηλό διαιτολόγιο σε υδατάνθρακα και χαμηλό σε λίπος (Magee, 2011).

3.2.4. Απομόνωση πρωτεΐνη σόγιας

Οι ισοφλαβόνες με το να βρίσκονται εγκλωβισμένες στην πρωτεΐνη του τροφίμου κατά την εξαγωγή τους για εμπλουτισμό προϊόντων με πρωτεΐνη σόγιας δεν φέρουν μαζί τους μεγάλη ποσότητα ισοφλαβονών λόγω εξαγωγής της πρωτεΐνης μέσω της αλκοόλης (Sacks *et al.*, 2006).

3.3. Γενετικά τροποποιημένη σόγια

Παλαιότερες μελέτες καθώς και πιο πρόσφατες υποστηρίζουν πως η τροποποίηση της σόγιας μπορεί να επίφερε αύξηση της συγκέντρωσης σε ισοφλαβόνες σε σχέση με την συμβατική σόγια (Bohn *et al.*, 2014).

4. Οφέλη στην υγεία

4.1.Εισαγωγή

Η σόγια αποτελεί όσπριο υψηλής διατροφικής αξίας (Messina., 2016). Τα μοναδικά συστατικά της προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα για την υγεία. Το λίπος της σόγιας είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (46% με 62%) και ως εκ τούτου καθίσταται ως ένα έλαιο που μπορεί να προστατέψει από τις καρδιαγγειακές νόσους, καθώς ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ορίζει την μειωμένη πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών οξέων ημερησίως σε κάτω από το 10% των συνολικών θερμίδων την ημέρα. Ακόμα η παρουσία των ω-3 στην διατροφή του ανθρώπου μπορεί να μειώσει τους θανάτους από καρδιαγγειακές παθήσεις. Η σόγια αποτελεί πλούσια πηγή πρωτεΐνης υψηλής βιολογικής αξίας. Επίσης, σημαντικά βιοδραστικά συστατικά της σόγιας είναι οι ισοφλαβόνες, οι οποίες έχουν πολλές θετικές δράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό όπως ότι είναι αντικαρκινικά, αντιμικροβιακά, διεγείρουν το ανοσοποιητικό σύστημα (Shu *et al.*, 2001). Επιπλέον, οι ισοφλαβόνες συνεισφέρουν στη μείωση του βάρους. Σε πειραματόζωα που τους δόθηκε διατροφή με κυρίως πρωτεΐνη σόγιας από αλεύρι, υπήρξε μια μείωση του βάρους που οφείλεται στα επίπεδα των ισοφλαβονών (Reis *et al.*, 2015).

Τα ζυμούμενα προϊόντα σόγιας παρέχουν προβιοτικά με πολλά οφέλη στην υγεία. Συγκεκριμένα, οι Ασιάτες θεωρείται ότι έχουν αναπτύξει διαφορετική μικροχλωρίδα λόγω γενετικών βάσεων με αποτέλεσμα να απορροφούν θρεπτικά συστατικά δεδομένου ότι η σόγια προέρχεται από εκεί πάνω από 5 αιώνες. Έρευνα που έγινε σε γυναίκες ασιατικής και αμερικανικής καταγωγής έδειξε ότι οι γυναίκες που γεννήθηκαν στην Αμερική, καταλάωναν σημαντικά μικρότερη ποσότητα tofu και υπήρχε μεγαλύτερος κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του μαστού. Αμέσως μετά την παρέμβαση των ερευνητών στο δείγμα, τρώγοντας την ποσότητα tofu που καταλάωναν και στις χώρες της Ασίας από τις οποίες προέρχονταν, ο δείκτης για εμφάνιση καρκίνου του μαστού μειώθηκε και αυτό συμβαίνει λόγω των ισοφλαβονών (He *et al.*, 2013). Σύμφωνα με ιαπωνικές μελέτες άτομα που καταναλώνουν σόγια ή παράγωγα σόγιας με ταυτόχρονη κατανάλωση φυκίων αυξάνουν τους απαιτούμενους μικροοργανισμούς στο παχύ έντερο με συνέπεια τη μεγαλύτερη παραγωγή του. Αυτό μπορεί να έχει μια μεγαλύτερη προστατευτική δράση στις Ασιάτισσες γυναίκες σε

σχέση με τις Καυκάσιες λόγω της συγκεκριμένης διατροφής καθώς και στα ποσοστά μεταβολισμού. Σε αυτό ευθύνεται και το γενετικό προφίλ καθώς καταναλώνουν τουλάχιστον 5000 χρόνια διάφορα είδη σόγιας και εξάγουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά (He *et al.*, 2013). Τέλος, λόγω του αυξημένου ποσού φυτικών ινών στις μυκοπρωτεΐνες, η σόγια καθίσταται ένα τρόφιμο που πιθανόν μπορεί να αυξήσει τον κορεσμό λόγω του ότι οι φυτικές ίνες καθυστερούν την εντερική μετακίνηση της τροφής στο έντερο λόγω των ιξωδών ινών. Στη συνέχεια με την σειρά τους όλα τα θρεπτικά συστατικά έχουν μεγαλύτερο χρόνο απορρόφησης και στέλνεται το μήνυμα στον εγκέφαλο για τον κορεσμό. Από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει σε διαφορετικά τρόφιμα με την ίδια ποσότητα σε φυτικές ίνες, το καλύτερο αποτέλεσμα έφερε η μυκοπρωτεΐνη. Οι ίνες που υπάρχουν στην μυκοπρωτεΐνη φέρουν ισχυρά αποτελέσματα στον κορεσμό. Αυτό δεν σημαίνει όμως πως και η κατανάλωση σόγιας που περιέχει μυκοπρωτεΐνες, θα φέρει απαραίτητα μικρότερο ενεργειακό φορτίο στο βραδινό γεύμα (Denny *et al.*, 2008).

4.2.Χοληστερόλη αίματος

Οι κύριοι παράγοντες μείωσης της χοληστερόλης είναι οι ποσότητες φυτοοιστρογόνων και οι πιθανοί τρόποι δράσεις είναι οι εξής:

- Οι οιστρογονικές δράσεις που μειώνουν την LDL και αυξάνουν την HDL
- Οι μεγάλες απεκκρίσεις χολικού οξέος που μειώνουν την χοληστερόλη στο αίμα
- Η αλλαγή της μεταβολής της χοληστερόλης στο ήπαρ
- Η αύξηση των υποδοχέων LDL (Sadler, 2004)

Μέσα από έρευνες και μετα-αναλύσεις μελετών για να φτάσει στο επιθυμητό συμπέρασμα ο FAO σχετικά με την θετική επίδραση τις πρωτεΐνης και των καρδιαγγειακών νοσημάτων σημαντικό εύρημα ήταν πως αναλόγως με την τιμή της χοληστερόλης υπήρχε και διαφορετική μείωση. Συγκεκριμένα τα άτομα που κατανάλωναν πρωτεΐνες σόγιας και ήταν υπερχοληστερομικοί με τιμές μεγαλύτερες των 335mg/dL, υπήρχε δράση μείωσης έως και 20%. Στους μέτρια υπερχοληστερομικούς με τιμές 259-333 mg/dL η μείωση ανερχόταν στο 7%, ενώ σε μικρότερα επίπεδα δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική μείωση.

Σύμφωνα με τα διατροφικά συστατικά της μυκοπρωτεΐνης που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο και μέσα από έρευνες που έχουν γίνει, φαίνεται να υπάρχει μια διαφορά σε σχέση με την κατανάλωση ζωικής πρωτεΐνης και της μυκοπρωτεΐνης καθώς και στην ζωική πρωτεΐνη μειώθηκε η HDL και αυξήθηκε η LDL. Δεν φάνηκε όμως να επηρεάζεται η ολική χοληστερόλη σε αντίθεση με τα άτομα που καταναλώναν μυκοπρωτεΐνη μειώθηκε η LDL και αυξήθηκε (Sadler, 2004).

Ακόμα οι φυτικές ίνες από τις οποίες αποτελείται η μυκοπρωτεΐνη είναι το μεγαλύτερο μέρος από β-γλυκάνες (65%) και χιτίνη (35%). Οι β γλυκάνες χωρίζονται σε τρεις μορφές β1-3 β1-4 και β1-6, η μορφή της γλυκάνης β1-4 σχετίζεται με το φαινόμενο μείωσης των λιπιδίων και το συγκεκριμένο έχει εγκριθεί από τον FDA για την βρώμη (Sadler, 2004).

Οι ισοφλαβόνες μπορούν να δράσουν στα καρδιαγγειακά μειώνοντας τα επίπεδα στις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας στα άτομα με ήδη αυξημένες τιμές χοληστερόλης.

Η Αμερικάνικη Ένωση καρδιάς σύμφωνα με τις έρευνες που έχουν γίνει την δεκαετία (1996-2006) αποδίδει την μείωση της LDL χοληστερόλης στην πρωτεΐνη σε σχέση με την ισοφλαβόνη όταν αντικατασταθεί με ζωική πρωτεΐνη.

Σε γενικές γραμμές τρόφιμα όπως το μπιφτέκι σόγιας, tofu μέσω μίας σωστής διατροφής μπορεί να προστατεύει από τα καρδιαγγειακά νοσήματα.

Ενώ αρχικά θεωρούσαν πως η σόγια με βάση τις πρωτεΐνες της μπορεί να έχει προστατευτική δράση, αυτό αναιρέθηκε στη συνέχεια και με το πέρασμα των ετών και με δεδομένα από νέες μελέτες, δεν βρέθηκαν διαφορές σε άτομα - στόχους και σε άτομα με εικονικό φάρμακο. Ωστόσο αναδρομικά φάνηκε διαφορά στα άτομα που παράγουν το παράγωγο της εκουόλης σε όλες τις μορφές της χοληστερόλης όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (Magee, 2011).

Ολική χοληστερόλη	8,5%
LDL χοληστερόλη	10%

LDL/HDL χοληστερόλη	13,5%
Λιποπρωτεΐνες	11%

Πίνακας 5. Μείωση της χοληστερόλης σε άτομα παράγουν εκουόλης.

Το λάδι σόγιας περιέχει μικρές αλλά σημαντικές ποσότητες φυτοστερολών που μειώνουν εξίσου την LDL χοληστερόλη κατά 2-3g/d.

4.3.Καρκίνος του μαστού

Οι πρωτεΐνες σόγιας φαίνεται να συσχετίζονται με λιγότερες υποτροπές στον καρκίνο του μαστού σε άτομα που καταναλώνουν φάρμακα με αντί-οιστρογονικές δράσεις.

Γενικότερα οι ισοφλαβόνες έχουν ασθενείς οιστρογονικές δράσεις και επ' αυτού ξεκίνησαν οι έρευνες για το πώς δρα η σόγια μέσω των φυτοοιστρογόνων στον καρκίνο του μαστού, εφόσον είχαν ήδη παρατηρήσει ένα μικρό ποσοστό καρκίνων του μαστού και του ενδομητρίου σε ασιατικές χώρες (Sacks *et al.*, 2006).

Μέσα από έρευνες σε άτομα που είχαν περάσει ήδη μια φορά καρκίνο του μαστού, η κατανάλωση σόγιας μείωσε την υποτροπή εμφάνισης καρκίνου του μαστού σε ποσοστό έως και ως 60%. Άλλες μελέτες στις οποίες συμμετείχαν πάσχουσες γυναίκες με καρκίνο του μαστού και ταυτόχρονη κατανάλωση προϊόντων σόγιας, έδειξαν ότι υπήρχε αρνητικός δείκτης θνησιμότητας. Η πρόληψη του καρκίνου του μαστού μπορεί να έχει δράση μόνο στις γυναίκες που προέρχονται από την Ασία εξαιτίας του γενετικού τους προφίλ (He *et al.*, 2013).

Ακόμα άτομα που έχουν πολυμορφισμό στο γονίδιο και είναι πιο ευαίσθητοι να νοσήσουν από καρκίνο του μαστού και καταναλώνουν ποσότητες σόγιας ή προϊόντων σόγιας ίσες με αυτές των Ασιατών μπορεί να βοηθηθούν λόγω της ισοφλαβόνης σόγιας (Magee & Rowland, 2012).

Η γενιστεΐνη από την άλλη έχει χημειοπροστατευτική δράση στον καρκίνο του μαστού, στα καρκινικά κύτταρα και δρα συνεργατικά με φάρμακα που δίνονται για ανταγωνισμό των οιστρογόνων (He *et al.*, 2013).

Η κύρια δράση της γενιστεΐνης στα καρκινικά κύτταρα είναι η παύση παραγωγής αιμοφόρων αγγείων για τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων που ως τελικό σκοπό έχει την θανάτωση του όγκου (Montgomery, 2003).

Τα φυτοοιστρογόνα ενεργοποιούν τους οιστρογονικούς υποδοχείς β και σε αντίθεση με τους οιστρογονικούς υποδοχείς α που θεωρούνται και η αιτία ανάπτυξης του καρκίνου του μαστού όπως αναφέραμε και παραπάνω, δρα μερικώς. Η αγωνιστική επίδραση παραγωγής ενδογενούς οιστρογονικού άρα και η μερική ενεργοποίηση υποδοχέα οιστρογόνου να μπορούν να προκληθεί μερικώς (Bolca, 2010).

Σε μία έρευνα που έγινε σε έφηβες κοπέλες σε σχέση με την ποσότητα σόγιας και προϊόντων σόγιας που κατανάλωναν, κατατάχθηκαν σε 5 ομάδες αυτές που κατανάλωναν την μεγαλύτερη ποσότητα, σε αυτές που είχαν μειώσει κατά 50% την εμφάνιση του καρκίνου του μαστού σε σχέση με αυτές που κατανάλωναν πολύ λιγότερο. Η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε ότι είναι ανεξάρτητη η κατανάλωση κατά την εφηβεία σε σύγκριση με τις ενήλικες (Shu *et al.*, 2001). Καθώς και μέσα από άλλες έρευνες σε έφηβες που κατανάλωναν σόγια κατά την εφηβική ηλικία, μείωσαν κατά την ενήλικη ζωή τους την πιθανότητα να αναπτύξουν καρκίνο του μαστού (Sacks *et al.*, 2006).

4.4. Διαβήτης

Επίσης λόγω των θρεπτικών συστατικών που υπάρχουν στην μυκοπρωτεΐνη, οι αυξημένες φυτικές ίνες καθώς και το μειωμένο κορεσμένο λίπος μειώνει την γλυκαιμία (13% χαμηλότερη στα 60 λεπτά) καθώς και την ινσουλιναίμια (19% χαμηλότερη στα 30 λεπτά και 36% χαμηλότερη στα 60 λεπτά) μετά από ένα γεύμα. Σε σύγκριση με ένα απλό γεύμα αυτό το καθιστά κατάλληλο για διαβητικές δίαιτες (Sadler, 2004). Όμως θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες για τον τρόπο δράσης της μυκοπρωτεΐνης ως προς το ποιος είναι ο τρόπος που μειώνει την υπεργλυκαιμία και την υπερινσουλιναίμια και το αν πρέπει να καταναλώνεται συγκεκριμένη ποσότητα για την επίτευξη αυτού του στόχου (Denny *et al.*, 2008).

4.5. Οστεοαρθρίτιδα

Οι ίνες μυκοπρωτεΐνης που αποτελούνται από χιτίνη, φαίνεται να περιέχουν ένα μόριο που δεν υπάρχει σε κάποιο άλλο είδος διατροφής, την γλυκοζαμίνη και φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση πόνων σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα, όμως αυτό είναι κάτι που χρειάζεται περαιτέρω μελέτη (Sadler, 2004). Όμως θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες για τον τρόπο δράσης της μυκοπρωτεΐνης ως προς το ποιος είναι ο τρόπος που μειώνει την υπεργλυκαιμία και την υπερινσουλιναίμία και το αν πρέπει να καταναλώνεται συγκεκριμένη ποσότητα για την επίτευξη αυτού του στόχου (Denny *et al.*, 2008).

4.6. Καρκίνος της μήτρας

Ο συγκεκριμένος τύπος καρκίνου είναι οιστρογονικός και πολλές έρευνες αντιφάσκουν στο αν τελικά είναι ευεργετικές οι δράσεις των ισοφλαβονών στο συγκεκριμένο καρκίνο. Οι έρευνες που έχουν δείξει θετικές δράσεις στον συγκεκριμένο καρκίνο, φέρουν αντιοιστρογονικά αποτελέσματα στην μήτρα (Sacks, 2006). Από διατροφογενετικής άποψης και της απουσίας των mRNA στα άτομα αναλόγως με το είδος του καρκίνου, έρευνες που έχουν γίνει σε δυο είδη καρκίνου με οιστρογονική δράση έχουν δείξει ότι η γενιστεΐνη μπορεί να αναστείλει την παραγωγή. Με αυτό τον τρόπο μέσω των επιγενετικών δράσεων της γενιστεΐνης και σε άλλες έρευνες που γίνανε σε ποντίκια των οποίων τα κύτταρα αναπτύσσουν τον όγκο (BMI1, c-MYC) και όπως φάνηκε μέσω των αποτελεσμάτων μειώνουν τα επίπεδά τους ενώ αντίστοιχα τα προστατευτικά κύτταρα ως προς τον καρκίνο του μαστού αυξάνονται (p16, p21). Ταυτόχρονα μέσω της γενιστεΐνης η τροποποίηση ιστόνης αύξησε την πρόσληψη και τη μη ενεργοποίηση των συμπλόκων c-MYC-BMI1 με στόχο τη μη ενεργοποίηση των καρκινικών κυττάρων. Ακόμα η υπερμεθίλωση των υποδοχέων οιστρογόνου (ERa) μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στα άτομα με ιστορικό καρκίνου του μαστού. Η γενιστεΐνη όμως μέσα από μια άλλη έρευνα που έγινε, μπορεί να επανενεργοποιήσει αυτό το γονίδιο μειώνοντας την ανάπτυξη των όγκων και αναδιαμορφώνοντας την ιστόνη μετά την χρήση φαρμάκων όπως το tamoxifen (He *et al.*, 2013).

Ο άλλος τρόπος που μπορεί να δράσει από βιολογικής άποψης γονιδίων όπως είδαμε και προηγουμένως, είναι από υποδοχείς ενεργοποιημένου με πολλαπλασιαστική υπεροξειδωμάτος (PPAR) μαζί με την συνεργασία υποδοχέων οιστρογόνων (He *et al.*, 2013).

Ένας ακόμα μηχανισμός δράσης της γενιστεΐνης είναι μέσω της απόπτωσης των κυττάρων καθώς σταματά την παραγωγή των κυττάρων, καθώς και την ταχύτερη απόπτωση καρκινικών κυττάρων του μαστού (TNBC). Μέσα από έρευνες σε ποντίκια που τους χορηγήθηκε γενιστεΐνη, παρατηρήθηκε ότι ενεργοποιούνται διάφοροι μηχανισμοί Calpain, caspase καθώς και η αυξημένη φωσφοριλίωση της κινάσης που ενεργοποιεί το μιτογόνο p38. Μέσα και από αυτά τα δεδομένα μαζί με την φωτοενεργοποιημένη υπερκίνη καταστέλλεται η έκφραση των Bcl-2 και Act σε ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα (He *et al.*, 2013).

Η γενιστεΐνη μπορεί να δράσει και σε άλλες μορφές καρκίνου πέραν του μαστού μέσω της αυτοφαγίας, όπως στον καρκίνο του πνεύμονα, τον καρκίνο των ωοθηκών και του παχέος εντέρου. Η δράση της γενιστεΐνης στον ρόλο της αυτοφαγίας στον καρκίνο του μαστού χρήζει περαιτέρω έρευνας, καθώς δεν γνωρίζουμε όλους τους μηχανισμούς δράσης (He *et al.*, 2013).

Σε γενικές γραμμές αναστέλλει την ανάπτυξη όγκου στον καρκίνο του μαστού είτε σε θετικό είτε σε αρνητικό υποδοχέα οιστρογόνου και αυτό φάνηκε μέσα από μελέτες *in vitro* (Barrett, 2006).

Επομένως σε γενικές γραμμές η γενιστεΐνη έχει προστατευτική δράση και ειδικότερα στον κινέζικο πληθυσμό που καταναλώνουν χρόνια προϊόντα σόγιας και καλό θα είναι να μην αλλάξει και η διατροφή τους και ακολουθήσει τον δυτικό τρόπο ζωής με αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη καρκίνου του μαστού (He *et al.*, 2001).

Τέλος, δεν είναι απολύτως γνωστή η δράση της ισοφλαβόνης ως προς την γενιστεΐνη, αφού μειώνει το ειδικό αντιγόνο για τον προστάτη, όμως δεν μειώνει τα επίπεδα τεστοστερόνης στον ορό του αίματος.

4.7.Καρκίνος του προστάτη

Παρατηρήθηκε ότι στον δυτικό κόσμο υπάρχουν πολλά περισσότερα κρούσματα σε σχέση με τις ασιατικές χώρες, κάτι που συσχετίστηκε με μειωμένη παραγωγή εκουόλης σε σύγκριση με τις ασιατικές χώρες. Το γεγονός αυτό καθιστά προστατευτική την εκουόλη, καθώς και μέσω άλλης μελέτης μπορεί να προστατεύσει σε ποσοστό έως και 60% στην πρόληψη του καρκίνου του προστάτη (Magee, 2011). Μεγαλύτερη παραγωγή εκουόλης παρατηρείται σε άτομα που καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες των 30 mg/d ισοφλαβόνες σε σχέση με άτομα που καταναλώνουν 5mg/d (Magee, 2011).

4.8.Εμμηνόπαυση

Μέσω μιας έρευνας ακόμα και στα άτομα που δεν παράγουν την εκουόλη και τους δίνεται διαιτητικό συμπλήρωμα S-equol 30mg/d, υπάρχουν θετικά αποτελέσματα ακόμα και στους μη παραγωγούς (Magee, 2011).

4.9.Νόσος του ήπατος

Έχουν γίνει πολλές μελέτες πάνω στην σόγια και πιο συγκεκριμένα στην πρωτεΐνη σόγιας σε ασθενείς με υπερινσουλιναϊμία. Οι έρευνες ασχολούνται με τη δράση της πρωτεΐνης σόγιας. Η κάθε έρευνα υποστήριζε τον τρόπο που μειώνεται η έκκριση ινσουλίνης και άλλες ασχολούνται με την αύξησή της. Η συγκεκριμένη μελέτη έδειχνε τα αποτελέσματα της μείωσης της υπερινσουλιναϊμίας και σε αυτό ευθύνεται η γενιστεΐνη στην μείωση ενεργοποίησης του m-RNA SREBP-1c. Αυτή η δράση με την ταυτόχρονη μειωμένη έκφραση του PPAR γ μειώνει την ανάπτυξη, μη αλκοολικής στεατοηπατίτιδας. Αυτό συμβαίνει καθώς οι ενζυμικές δράσεις της κίτρικης λείανσης μειώνονται καθώς και του μηλικού ενζύμου που έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη εναπόθεση λίπους στο συκώτι (Reis *et al.*, 2015).

5. Επιβλαβείς ιδιότητες

Αρα με βάση το γενετικό προφίλ όπως είπαμε και παραπάνω καθώς και μέσω άλλων ερευνών στις ορμόνες, οι Αφροαμερικάνες έχουν αυξημένα επίπεδα ελεύθερης οιστραδιόλης που σχετίζονται με την αυξημένα ποσοστά καρκίνου του μαστού αν και είναι πιθανόν να ευθύνεται η διατροφή γι' αυτό.

5.1. Ισοφλαβόνες

Παρόλες τις θετικές δράσεις που μπορεί να προσφέρουν οι ισοφλαβόνες, ορισμένες έρευνες σε προ εμμηνόπαυσιακές γυναίκες φαίνεται να προκαλούν ένα πρόδρομο καρκίνο του μαστού προκαλώντας δυνητικά περισσότερες ενώσεις ενεργών οιστρογόνων, κάτι που είναι βέβαιο ακόμα υπό εξέταση καθώς τα στοιχεία είναι ακόμα ελλιπή (Sacks *et al.*, 2006).

Ερευνητές έχουν αναφέρει πριν το 2000 την ανησυχία τους όσον αφορά τις ισοφλαβόνες και το πώς μπορεί να επηρεάζουν τις στεροειδείς ορμόνες σε σχέση με την ποσότητα απορρόφησής τους σε ανταγωνιστικό επίπεδο, καθώς οι στεροειδείς παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη. Σε πειραματόζωα φάνηκε μειωμένη τεστοστερόνη ανά όρχι σε σχέση με πειραματόζωα που κατανάλωσαν αγελαδινό γάλα, κάτι τέτοιο δεν έχει παρατηρηθεί βέβαιο σε ανθρώπους (Barrett, 2006).

5.1.1. Καρκίνος του ενδομητρίου

Παρόλες τις θετικές δράσεις που είδαμε, δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι γι' αυτήν τους την θετική δράση λόγω του μικρού χρόνου συγκομιδής στοιχείων στον καρκίνο του ενδομητρίου όπως και ταυτόχρονα όταν χορηγήθηκαν δισκία ισοφλαβόνης σε σχέση με εικονικό φάρμακο ανέπτυξαν υπερπλασία του ενδομητρίου, κάτι που δεν συνέβη σε άτομα με εικονικό φάρμακο. Καθώς όμως τα στοιχεία είναι ελάχιστα δεν μπορούμε να βασιστούμε απόλυτα σε αυτά τα αποτελέσματα (Sacks *et al.*, 2006).

5.1.2. Καρκίνος του μαστού

Η κατανάλωση προϊόντων σόγιας αυξήθηκε στην Δύση με αποτέλεσμα να αυξηθούν και οι ποσότητες κατανάλωσης ισοφλαβονών. Η μεγάλη κατανάλωση ισοφλαβονών έχει αντίκτυπο και μπορεί να κινδυνεύσει με την πρόκληση καρκίνου του μαστού (Hilakivi-Clarke *et al.*, 2010).

Οι μεταβολίτες καθώς και οι προσδέτες κατά τους οιστρογονικούς υποδοχείς πρέπει να αναγνωρίζονται καθώς μπορεί να έχουν και ανεπιθύμητη δράση όπως και η μείωση της δραστηριότητας του φαρμάκου tamoxifen που προκαλεί μείωση παραγωγής ενδογενούς ισοφλαβόνης άρα και μη ικανοποιητική δράση του συγκεκριμένου φαρμάκου κατά την χορήγηση του σε καρκίνο του μαστού (Bolca *et al.*, 2010).

5.1.3. Καρκίνος του μαστού

Καθώς η γενιστεΐνη έχει παρόμοια μορφή με την οιστραδιόλη, ανταγωνίζεται τους υποδοχείς πρόσδεσης, άρα άτομα μεταεμμηνόπαυσιακά με καρκίνο του μαστού δεν είναι ασφαλή κατά την κατανάλωση αυτού του συστατικού. Ακόμα με μεγάλη κατανάλωση γενιστεΐνης με ταυτόχρονη λήψης χημειοπροστατευτικών μείωσης των ελεύθερων οιστρογόνων του σώματος, παρουσιάζεται ανταγωνιστική δράση. Τέτοια φάρμακα είναι τα Tamoxifen & letrozole. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η απέκκριση στα καρκινικά κύτταρα.

Η γενιστεΐνη φαίνεται να έχει και θετικές δράσεις στον καρκίνο του μαστού, αλλά και αρνητικές δράσεις καθώς μέσα από έρευνες σε ποντίκια με χαμηλά οιστρογόνα, τα οποία μπορούν να αναπτύξουν καρκίνο του μαστού. Το συγκεκριμένο γεγονός συμβαίνει κατά το στάδιο ανάπτυξης του όγκου.

Η γενιστεΐνη όπως αναφέραμε, ενεργοποιεί τους ERβ όμως σε μεγάλες ποσότητες κατανάλωσης άνω των 1000 nmol/L ενεργοποιεί εξίσου και τους οιστρογονικούς υποδοχείς α (Hilakivi-Clarke *et al.*, 2010).

Μέσα από πειραματόζωα όμως έχουμε δει μια διαφορετική οπτική όπως σε ποντίκια που κατανάλωναν έως και 1000 mg.

5.1.4. Γονιμότητα γυναικών

Μια παλαιότερη μελέτη του 2005 που χρησιμοποίησε πειραματόζωα - ποντίκια διαπίστωσε ότι μπορεί να προκαλέσει ανομοιόμορφους κύκλους έμμηνου ρύσης, αλλοίωση των ωοθηκών καθώς και υπογονιμότητα (Barrett, 2006).

5.2. Φόρμουλα

Παρόλο που η ίδια η κατανάλωση της φόρμουλας δεν έχει κάποιες θετικές επιδράσεις, αντιθέτως έχει και αρνητικές, φαίνεται να προκαλεί αλλεργία στα άτομα που την καταναλώνουν και η αλλεργία οφείλεται στα φιστίκια, κάτι που χρειάζεται περαιτέρω μελέτη (Montgomery, 2003).

5.2.1. Έμμηνος ρύση

Μέσω ελεγχόμενης μελέτης σε άτομα που καταλάωναν κατά την βρεφική τους ηλικία φόρμουλες σόγιας είχαν μεγαλύτερη εμμηνορροϊκή αιμορραγία και περισσότερες ενοχλήσεις σε σχέση με άτομα που δεν καταλάωναν την φόρμουλα (Barrett, 2006).

5.2.2. Ανοσοποιητικό σύστημα

Μία από τις σημαντικότερες επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα σκευάσματα με βάση την σόγια από τα δεδομένα δύο ερευνών, είναι να επηρεάσει αρνητικά το ανοσοποιητικό τους σύστημα (Barrett, 2006).

5.2.3. Παχυσαρκία

Όντας ένα φυτικό προϊόν η σόγια που είναι πλούσιο σε ω-6 λιπαρά οξέα και πολύ περισσότερο στην γενετικά τροποποιημένη, η κατανάλωσή της θα πρέπει να γίνεται με προσοχή καθώς μπορεί να είναι παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη

παχυσαρκίας. Ένα ακόμα λιπαρό οξύ που έχει σε υψηλή ποσότητα είναι το παλμιτικό οξύ και είναι κορεσμένο λίπος, κάτι που πρέπει να καταναλώνεται λιγότερο από 10% ημερησίως (Bøhn *et al.*, 2014).

5.2.4. Νόσος του ήπατος

Όπως αναφέραμε, μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην νόσο του ήπατος, αλλά όταν καταναλώνεται σε ποσότητα άνω των 500 mg/kg την ημέρα, επηρεάζει το ίδιο το ήπαρ, καθώς και το PPAR γ δεν αποθηκεύει άλλο λίπος στο συκώτι. Το ήδη εν αποθηκευμένο λίπος οξειδώνεται μέσω των ελευθέρων ριζών. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρχικά στάδια για περιορισμένο χρονικό διάστημα, διότι στην συνέχεια προκαλεί φλεγμονή μέσω του παράγοντα TNF2 (Reis *et al.*, 2015).

6. Διατροφικές συστάσεις

6.1. Πρωτεΐνες Σόγιας

Ο FDA αναφέρει ότι εάν η ημερήσια πρόσληψη σε πρωτεΐνη σόγιας είναι στα 25 γραμμάρια ανά ημέρα, καθώς όταν υπάρχει χαμηλή κατανάλωση σε κορεσμένα, μειώνεται ο καρδιαγγειακός κίνδυνος. Για να ισχύει το συγκεκριμένο θα πρέπει να περιλαμβάνονται ανά γεύμα τουλάχιστον 6, 25 γρ πρωτεΐνης σόγιας (FDA, 1993). Σε μετέπειτα έρευνα σε ανθρώπους το 1999 επιβεβαιώθηκε η προστατευτική δράση των προϊόντων σόγιας και της μείωσης κινδύνου από στεφανιαία νόσο (Montgomery, 2003).

Η κατανάλωση σόγιας άνω των 25 gr ανά ημέρα, έχει αποτέλεσμα την μείωση της ολικής χοληστερόλης. Με αυτό τον τρόπο η κοινότητα αγγλικής Joint Health Claims Initiative (JHCI) πρότεινε τη συγκεκριμένη θεωρία από το 2002. Αυτό καθ' αυτό δεν καθιστά το τρόφιμο υγιεινό, καθώς πρέπει να είναι και χαμηλό σε κορεσμένα ώστε στην καθημερινή διατροφή να μην ξεπερνάμε το 10%, άρα και στην σόγια αυτή καθ' αυτή <1,5 g 1-ρυθμοί / 100 g (Sadler, 2004). Για τον καρκίνο του μαστού από παλαιότερες έρευνες θεωρούν πως μια μερίδα την ημέρα είναι αρκετό για την μη εμφάνισή του.

Συμπεράσματα

Η σόγια αποτελεί όσπριο υψηλής διατροφικής αξίας, καθώς αποτελεί πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων, ισοφλαβονών και πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας και αποτελεί ιδανική λύση για τους χορτοφάγους για την εξασφάλιση όλων των απαραίτητων αμινοξέων. Επιπλέον, το γάλα σόγιας είναι εμπλουτισμένο με βιταμίνη B12, που είναι σημαντική για μια χορτοφαγική διαίτα. Η κατανάλωση πρωτεΐνης σόγιας μειώνει τα επίπεδα της LDL-χοληστερόλης και παρέχει προστασία έναντι των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Θα πρέπει να προτιμάται η σόγια βιολογικής καλλιέργειας, η οποία υπερτερεί σε απαραίτητα λιπαρά οξέα, σίδηρο, ψευδάργυρο και απαραίτητα αμινοξέα.

Η σόγια και τα προϊόντα της αποτελούν εδώ και αιώνες αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής των λαών της Ασίας και η κατανάλωση σόγιας έχει συνδυαστεί με καλή υγεία και μακροζωία για τους λαούς αυτούς. Ωστόσο, φαίνεται ότι ο μεταβολισμός των φυτοιστρογόνων καθώς και η δράση τους, διαφοροποιείται ανάλογα με τον οργανισμό. Συγκεκριμένα, οι Ασιάτες έχουν αναπτύξει διαφορετική εντερική μικροχλωρίδα λόγω της συγκεκριμένης διατροφής τους (π.χ. αυξημένη κατανάλωση φυκιών), σε σχέση με άλλους λαούς, με αποτέλεσμα τα φυτοιστρογόνα της σόγιας να ασκούν διαφορετική δράση στον ασιατικό πληθυσμό. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι ίσως υπάρχουν διαφορετικές επιδράσεις των φυτοιστρογόνων αυτών στους λαούς της Ευρώπης και της Αμερικής.

Οι πλήρεις μηχανισμοί δράσης των φυτοιστρογόνων της σόγιας δεν έχουν ακόμα διαλευκανθεί και η επίδραση τους στις διάφορες μορφές καρκίνου δεν έχει αποσαφηνιστεί και χρειάζονται περισσότερες έρευνες. Όμως, η καθημερινή κατανάλωση 25 γρ πρωτεΐνης σόγιας θεωρείται ασφαλής και ικανή για την μείωση της εμφάνισης των καρδιαγγειακών νοσημάτων, με εξαίρεση τα άτομα που εμφανίζουν αλλεργία σε πρωτεΐνη σόγιας.

Συμπερασματικά, η σόγια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες παγκοσμίως, αφού συνδυάζει υψηλή διατροφική αξία με χαμηλό κόστος παραγωγής συγκριτικά με τις ζωικές πηγές πρωτεΐνης, καθώς επίσης και εξαιρετική ευελιξία. Η σόγια μπορεί να καταναλωθεί ως όσπριο, αλλά συναντάται και σε μία μεγάλη γκάμα προϊόντων, τα οποία πολλές φορές μπορούν να αντικαταστήσουν τα ζωικά προϊόντα

και να αποτελέσουν μία ασφαλή, ευέλικτη και βιώσιμη λύση για την καθημερινή διατροφή των χορτοφάγων. Άλλωστε, η ανάγκη υιοθέτησης μίας περισσότερο χορτοφαγικής διατροφής θα αποτελέσει μονόδρομο τις επόμενες δεκαετίες, και η σόγια και τα παράγωγά της σίγουρα θα αποτελέσουν έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους για την οικοδόμηση των νέων μας διατροφικών συνηθειών.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Βιτωράτος Α., Κάλδης Π., Κιούσης Γ., Παπαγεωργίου Κ., & Πολύδωρος Β. (1999). *Στοιχεία Γεωπονίας και Αγροτικής Ανάπτυξης*. Οργανισμός εκδόσεων διδακτικών βιβλίων.

Γιαννοπολίτης, Κ. Ν. (1984). *Η χρυσή τομή στη χρήση ζιζανιοκτόνων*. Ζιζανιολογία. 1, 213-219.

Δαλιάνης Κ. Δ. (1993). *Ψυχανθή για καρπό και σανό*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.

Δήμας Κ. (2006). *Ανοιξιάτικα σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή* (Σημειώσεις μαθήματος), ΑΤΕΙΘ Τμήμα Φυτικής Παραγωγής Θεσσαλονίκης.

Κολλάρος, Δ. (2013). *Ιστοί και ανθός* (Σημειώσεις μαθήματος), *Μορφολογία-ανατομία φυτών*. Μεσογειακό Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Παπακώστα, Δ 2005, *Ψυχανθή (χορτοδοτικά καρποδοτικά)*, έκδοση Β. Σύγχρονες εκδόσεις Έκδοση β 4: 85-92

Τόλης, Ι. Δ. *Η ΣΟΓΙΑ*. (1991). Έκδοση Β.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

J. W. Anderson, B. M. Johnstone, M. E. Cook-Newell, Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids, *N. Engl. J. ΜΕεπιμ.* 333 (1995) 276–282.

Barrett, J. (2006). The science of soy: What do we really know. *Environmental Health Perspectives*, 114 (6). <https://doi.org/10.1289/ehp.114-a352>

Bernard, R. L. & Weiss, M. G. 1973. *Qualitative Genetics. Soybeans, Productions & Uses*. Στο Β. E. Caldwell (Επιμ.), *Agronomy Series, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp117-154*

- Bhagwat, S. (2008). USDA Database for the Isoflavone Content of Selected Foods. Release 2. 0. United States Department Retrieved from http://afrsweb.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/isoflav/Isoflav_R2.pdf
- Bøhn, T., Cuhra, M., Traavik, T., Sanden, M., Fagan, J., & Primicerio, R. (2014). Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. *Food Chemistry*, 153, 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.054>
- Bolca, S., Urpi-Sarda, M., Blondeel, P., Roche, N., Vanhaecke, L., Possemiers, S., ... Depypere, H. (2010). Disposition of soy isoflavones in normal human breast tissue. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91 (4), 976–984. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28854>
- Carlson, J. B., & Lersten, N. R. (1987). Reproductive morphology. In: Wilcox JR (ed) Soybeans: improvement, production and uses. *American Society of Agronomy*, Madison, WI, pp 95–134 (Agronomy Monograph no 16).
- Crouse, J. R. III, T. Morgan, T. G. Terry, *et al.*, A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids & lipoproteins, *Arch. Intern. ΜΕπιμ.* 159 (17) (1999) 2070–2076.
- Denny, A., Aisbitt, B., & Lunn, J. (2008, December). Mycoprotein & health. *Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2008.00730>
- Fellows, P. J. (2017). Food biotechnology. *Food Processing Technology*, 387–430.
- Food & Drug Administration, Food labeling: health claims; Soy protein & coronary heart disease. *Federal Register/Rules & Regulations*, vol. 64 (64), October 26, 1999.
- Growmwell G. L., Soybean meal – the “Gold Standard”, *The Farmer’s Pride*, KPPA News 11 (20) (1999).
- He, F. J. Chen J. Q., (2013). Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones & breast cancer incidence: Differences between Chinese women & women in Western countries & possible mechanisms. *Food science & human wellness*, 146-161

Hilakivi-Clarke, L., Andrade, J. E., & Helferich, W. (2010). Is soy consumption good or bad for the breast? In *Journal of Nutrition* (Vol. 140). <https://doi.org/10.3945/jn.110.124230>

Hinson, K. & Hartwig, E. E. (1977). *Soybean production in the tropics*. FAO, Rome (Italy). Plant Production and Protection Division.

Hoffman J. R., Falvo M. J, Protein – which is best? *J. Sports Sci.* ΜΕπμ. 3 (2004) 118–130.

Kaufman, P. B., Duke, J. A., Brielmann, H., Boik, J., & Hoyt, J. E. (1997). A comparative survey of leguminous plants as sources of the isoflavones, genistein & daidzein: Implications for human nutrition & health. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*. Mary Ann Liebert Inc. <https://doi.org/10.1089/acm.1997.3.7>

Liem, I. T. H., Steinkraus K. H., Cronk T. C., (1977) Production of vitamin B-12 in tempeh, a fermented soybean food, *Appl. Environ. Microbiol.* 773–776.

National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25, National Agricultural Library, USDA Agricultural Service, 2013.

Messina M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*. 2016; 8(12):754. <https://doi.org/10.3390/nu8120754>

Magee, P. J. (2011). Is equol production beneficial to health? In *Proceedings of the Nutrition Society* (Vol. 70, pp. 10–18). <https://doi.org/10.1017/S0029665110003940>

Magee, P. J., & Rowland, I. (2012, November). Soy products in the management of breast cancer. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328359156f>

Mayo, B., Vázquez, L., & Flórez, A. B. (2019, September 1). Equol: A bacterial metabolite from the Daidzein isoflavone & its presumed beneficial health effects. *Nutrients*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu11092231>

Montgomery, K. S. (2003). Soy Protein. *The Journal of Perinatal Education*, 12 (3), 42–45. <https://doi.org/10.1891/1058-1243.12.3.42>

Murphy, P. A., Song, T., Buseman, G., Barua, K., Beecher, G. R., Trainer, D., & Holden, J. (1999). Isoflavones in retail & institutional soy foods. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 47 (7), 2697–2704. <https://doi.org/10.1021/jf981144o>

Oilseeds: World Markets & Trade. Circular Series FOP 045-13, Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, May 2013.

Li, Y., R. Guan, Z. Liu, *et al.*, (2008) Genetic structure & diversity of cultivated soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) landraces in China, *Theor. Appl. Genet.* 117 857–871.

Qiu, L. J. R. Z. Chang, 2010, The origin & history of soybean, in: G. Singh (Επιμ.), *The soybean: botany, production & uses*, CABI Publishing, Oxford, UK

Reis, S. R. D. L., Feres, N. H., Ignacio-Souza, L. M., Veloso, R. V., Arantes, V. C., Kawashita, N. H., Latorraca, M. Q. (2015). Nutritional recovery with a soybean diet after weaning reduces lipogenesis but induces inflammation in the liver in adult rats exposed to protein restriction during intrauterine life & lactation. *Mediators of Inflammation*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/781703>

Sacks, F. M., Lichtenstein, A., Van Horn, L., Harris, W., Kris-Etherton, P., & Winston, M. (2006, February). Soy protein, isoflavones, & cardiovascular health: An American Heart Association Science Advisory for professionals from the Nutrition Committee. *Circulation*. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.171052>

Sadler, M. J. (2004). Meat alternatives - Market developments & health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 15 (5), 250–260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.003>

Shu, X. O., Jin, F., Dai, Q., Wen, W., Potter, J. D., Kushi, L. H., ... Zheng, W. (2001). Soyfood intake during adolescence & subsequent risk of breast cancer among chinese women. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 10 (5), 483–488.

Shurtleff W., Aoyagi A., (1985) *History of tempeh*, Soyfoods Center, Lafayette, Εδó

Shurtleff W., Aoyagi A., (2010) *The Book of miso (savory soy seasoning)*, 2nd edition, Ten Speed Press, Berkeley, .

Shigeki K., Yabusaki M., Kaga T., *et al.*, (2008) Identification of two major ammonia-releasing reactions involved in secondary natto fermentation, *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72 (7)1869–1976. Εδώ

Sugiyama S., (1984) Selection of micro-organisms for use in the fermentation of soy sauce, *Food Microbiol.* 1 339–347.

Sitori, C. R. E. Gianazza, C. Manzoni, *et al.*, Role of isoflavones in the cholesterol reduction of soy proteins in the clinic. Letter to the editor, *Am. J. Clin. Nutr.* 65 (1997) 166–167

Soybean Meal Infocenter, 2013, <http://www.soymeal.org/composition.html>

Winkel-Shirley, B. (2001). Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, & biotechnology. *Plant Physiology*. <https://doi.org/10.1104/pp.126.2.485>

Zambiasi, R. C. R. Przybylsk, M. W. Zambiasi, *et al.*, Fatty acid composition of vegetable oils & fats, *B. CEPPA, Curitiba* 25 (1) (2007) 111–120.