



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ
& ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Π.Μ.Σ «Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»
Κατεύθυνση «Κηπευτικές Καλλιέργειες και Ανθοκομία»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

«Μελέτη ποιοτικών χαρακτηριστικών σε λοβούς εγχώριων και εισαγόμενων πληθυσμών και ποικιλιών βίγνας (*Vigna unguiculata* και *Vigna sesquipedalis*)».

Παπανδρέου Σ. Αναστασία

ΑΘΗΝΑ, 2016



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ
& ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**Π.Μ.Σ «Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»
Κατεύθυνση «Κηπευτικές Καλλιέργειες και Ανθοκομία»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

«Μελέτη ποιοτικών χαρακτηριστικών σε λοβούς εγχώριων και εισαγόμενων πληθυσμών και ποικιλιών βίγνας (*Vigna unguiculata* και *Vigna sesquipedalis*)».

Στα πλαίσια Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Προγράμματος «Eurolegume» (2014-2017)



Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed
FP7 Research Project N° 61378

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων: Καραπάνος Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α

Μέλη: Ακουμιανάκης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Γ.Π.Α

Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής Γ.Π.Α

Παπανδρέου Σ. Αναστασία

ΑΘΗΝΑ, 2016

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γ.Π.Α και είχε ως αντικείμενο μελέτης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νωπών λοβών 37 τοπικών πληθυσμών αμπελοφάσουλου (*Vigna unguiculata* ssp. *unguiculata* και *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) που προέρχονται από την Ελλάδα, την Ισπανία και τη Πορτογαλία, με σκοπό την αξιολόγηση των πληθυσμών και την αξιοποίησή τους για την παραγωγή νωπών λοβών που καταναλώνονται ως λαχανικά. Οι πληθυσμοί αυτοί καλλιεργήθηκαν το καλοκαίρι του 2014 στον αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και συλλέχθηκαν λοβοί σε διάφορα στάδια ανάπτυξης. Στους λοβούς του κατάλληλου σταδίου ανάπτυξης για κατανάλωση ως νωπό λαχανικό (ο λοβός να έχει αποκτήσει το μέγιστο μέγεθος διατηρώντας όμως τον πράσινο χρωματισμό και την τρυφερότητά του, καθώς και να μην έχει ίνες και ιδιαίτερα ανεπτυγμένα σπέρματα στο εσωτερικό του), προσδιορίστηκαν διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά, διατροφικοί και αντιδιατροφικοί παράγοντες, όπως: το περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, χλωροφύλλη, καροτενοειδή και ξανθοφύλλες, πρωτεΐνες, ολικά φαινολικά, νιτρικά, άμυλο και διαλυτά σάκχαρα (φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη, RFO's), καθώς και η τιτλοδοτούμενη οξύτητα και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα.

Συνολικά, σε όλους τους πληθυσμούς και ιδιαίτερα σε αυτούς που προέρχονται από τον ελλαδικό χώρο, αν και παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των διάφορων πληθυσμών, οι συγκομισμένοι λοβοί στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης για κατανάλωση ως νωπό λαχανικό παρουσίασαν πολύ καλά διατροφικά χαρακτηριστικά, με υψηλό περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά και διαλυτά σάκχαρα, χλωροφύλλη, καροτενοειδή, ολικά φαινολικά και κατά συνέπεια υψηλή αντιοξειδωτική δράση και πρωτεΐνες (ιδιαίτερα σε σχέση με άλλα λαχανικά, εκτός όμως από ψυχανθή). Επιπλέον, παρουσίασαν χαμηλό περιεχόμενο σε νιτρικά, ιδιαίτερα σε σχέση με φυλλώδη λαχανικά, καθώς και σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης, ιδιαίτερα σε σχέση με τους σπόρους των ψυχανθών. Συνεπώς, η καλλιέργεια της βίγνας για νωπό λοβό, μπορεί να αποτελέσει μια αξιόλογη εναλλακτική καλλιέργεια, παράγοντας υψηλής

διατροφικής αξίας λαχανικά, αξιοποιώντας παράλληλα τοπικούς πληθυσμούς και εγγώριο γενετικό υλικό που υπάρχει σε αφθονία στο μεσογειακό χώρο, όπως και στη χώρα μας.

Abstract

The present experiment took place in the Laboratory of Vegetable production of Agricultural University of Athens and the subject of the study was the examination of quality characteristics of fresh pod of 37 Cowpea varieties (*Vigna unguiculata* ssp. *unguiculata* και *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) that are originated from Greece, Spain and Portugal in order to evaluate the populations and their use for producing fresh pods consumed as vegetables. These populations were cultivated in the field of Vegetable Production Laboratory (A.U.A) the summer of 2014 and the pods were collected at different stages of maturity. In pods that were in the growth stage for consumption as a fresh vegetable (the pods were in their maximum size while maintaining the green color and their tenderness, and having no fiber and highly developed seeds inside), several quality characteristics were examined, as well as nutritional and unnutritional factors, such as: the content of total soluble solids, chlorophyll, carotenoids and xanthophylls, protein, total phenolics, nitrates, starch and soluble sugars (fructose, glucose, sucrose, maltose, RFO's), and the titratable acidity and total antioxidant capacity.

Overall, in all populations, and particularly those who originate from Greece, although high variations between different populations were observed, the pods at the appropriate growth stage for consumption as a fresh vegetable showed very good nutritional characteristics, with high content of soluble solids and soluble sugars, chlorophyll, carotenoids, total phenolics and therefore high antioxidant activity and proteins. Also, pods shown a low content of nitrates (especially in relation to the leafy vegetables) and oligosaccharides of the family of raffinose. Therefore, the cultivation of *Vigna* for pod consumption can be a valuable alternative crop culture, producing highly nutritious vegetables, while using local populations and indigenous genetic material that exists in abundance in the Mediterranean area, as in Greece.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	9
1.1. Γενικά για τη βίγνα (μαυρομάτικο φασόλι ή αμπελοφάσουλο).....	9
1.1.1 Βοτανική ταξινόμηση της βίγνας.....	9
1.1.2 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας της βίγνας	11
1.1.3 Συνθήκες ανάπτυξης ή καλλιέργειας	14
1.1.3.1 Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος.....	14
1.1.4. Καλλιεργητικές περιποιήσεις - Τεχνική καλλιέργειας.....	15
1.1.4.1 Αμειψισπορά	15
1.1.4.2 Σπορά	15
1.1.4.3 Άρδευση	15
1.1.4.4 Λίπανση	16
1.1.4.5 Συγκομιδή.....	16
1.2. Η σημασία των οσπρίων και των λοβών των ψυχανθών στην ανθρώπινη διατροφή	17
1.2.1 Διατροφικοί παράγοντες.....	17
1.2.1.1 Διατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στα όσπρια.....	17
1.2.1.2 Διατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στους νωπούς λοβούς των ψυχανθών	20
1.2.2 Αντιδιατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στα σπέρματα και τους νωπούς λοβούς των ψυχανθών	20
1.2.3 Επίδραση των αντιδιατροφικών παραγόντων των οσπρίων στην ανθρώπινη υγεία	26
i. Αναστολείς ενζύμων και άλλες πρωτεΐνες.....	26
ii. Φυτικό οξύ	27
iii. Οξαλικά άλατα	27
iv. Φαινολικές ενώσεις.....	27
v. Σαπωνίνες.....	28
vi. Φυτοστερόλες.....	28
vii. Ολιγοσακχαρίτες	29
1.3. Διατροφικοί και αντιδιατροφικοί παράγοντες στους σπόρους και τους λοβούς της βίγνας.....	31
1.4. Επίδραση του σταδίου ανάπτυξης του λοβού στα ποιοτικά και φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά.....	32
1.5. Τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί (landraces).....	35

1.6. Σκοπός της εργασίας.....	38
2. Υλικά και Μέθοδοι	39
2.1. Φυτικό υλικό	39
2.2 Εργαστηριακές Μετρήσεις	41
2.2.1 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών	42
2.2.2 Προσδιορισμός τιτλοδοτούμενης οξύτητας.....	42
2.2.3 Φωτομετρικός (χρωματομετρικός) προσδιορισμός χλωροφύλλης, καροτενοειδών και ξανθοφυλλών.....	42
2.2.4 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	43
2.2.5 Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας.....	44
2.2.6 Προσδιορισμός διαλυτών σακχάρων με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (High-Performance Liquid Chromatography, HPLC).....	45
2.2.7 Ποσοτικός προσδιορισμός αμύλου.....	47
2.2.8 Μέτρηση της συγκέντρωσης – NO ₃ στους λοβούς.....	48
2.2.9 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών πρωτεϊνών	49
2.3 Στατιστική επεξεργασία.....	50
3. Αποτελέσματα	51
3.1. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά λοβών	51
3.1.1 Γεύση λοβών (περιεχόμενο σε ΟΔΣ και σάκχαρα, τιτλοδοτούμενη οξύτητα)	51
3.1.1.1 Περιεχόμενο λοβών σε ολικά διαλυτά στερεά (ΟΔΣ).....	51
3.1.1.2 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	52
3.1.1.3 Περιεχόμενο σε διαλυτά σάκχαρα.....	54
i. Περιεχόμενο σε φρουκτόζη	56
ii. Περιεχόμενο σε γλυκόζη.....	57
iii. Περιεχόμενο σε σακχαρόζη	58
iv. Περιεχόμενο σε μαλτόζη.....	59
3.1.2. Χρώμα λοβών	61
3.1.2.1 Περιεχόμενο λοβών σε χλωροφύλλη	61
3.1.2.2. Περιεχόμενο λοβών σε καροτενοειδή και ξανθοφύλλες.....	62
3.2. Αντιοξειδωτικές ουσίες και συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα.....	63
3.2.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ουσίες	63
3.2.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα (μέθοδος FRAP).....	65
3.2.3 Αντιοξειδωτική ικανότητα (μέθοδος DPPH)	66
3.3. Άλλα διατροφικά χαρακτηριστικά των λοβών	67
3.3.1 Περιεχόμενο σε ολικές διαλυτές πρωτεΐνες	67

3.3.2 Περιεχόμενο σε άμυλο	68
3.4. Περιεχόμενο των λοβών σε αντιδιατροφικούς παράγοντες	70
3.4.1. Περιεχόμενο σε νιτρικά.....	70
3.4.2. Περιεχόμενο σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (RFOs)	71
3.5. Σύγκριση ποιοτικών χαρακτηριστικών των λοβών των υποειδών <i>V. unguiculata</i> ssp. <i>sesquipedalis</i> και <i>V. unguiculata</i> ssp. <i>unguiculata</i>	72
3.6. Σύγκριση ελληνικών και εισαγόμενων τοπικών ποικιλιών	72
3.7. Συσχετίσεις μεταξύ των μετρούμενων χαρακτηριστικών	73
3.8. Ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis)	74
4. Συμπεράσματα - Συζήτηση	77
Βιβλιογραφία.....	83

1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά για τη βίγνα (μαυρομάτικο φασόλι ή αμπελοφάσουλο)

Η βίγνα ή μαυρομάτικο φασόλι ή αμπελοφάσουλο [*Vigna unguiculata* (L.) Walp., οικ. Fabaceae] (cowpea) είναι ψυχανθές, φυτό θερμής εποχής που καλλιεργείται στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές, καθώς και στα εύκρατα κλίματα σε θερμές περιοχές και κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Καλλιεργείται για τους ανώριμους λοβούς του, τους χλωρούς πράσινους σπόρους (αμπελοφάσουλο), τους ξηρούς σπόρους (όσπριο – μαυρομάτικο φασόλι) και σε ορισμένες χώρες και για τους τρυφερούς βλαστούς και τα φύλλα. Σε πολλές περιοχές του κόσμου, οι πράσινοι βλαστοί και τα φύλλα της βίγνας αποτελούν σημαντική πηγή σανού υψηλής ποιότητας για τη διατροφή των ζώων (Tarawali *et al.*, 2002). Στην Αφρική, τα τρυφερά πράσινα φύλλα αποτελούν σημαντική πηγή τροφής με υψηλή διατροφική αξία για τον άνθρωπο και καταναλώνονται όπως το σπανάκι και άλλα φυλλώδη λαχανικά (Nielson *et al.*, 1993). Οι ανώριμοι πράσινοι λοβοί (αμπελοφάσουλο) χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο όπως το πράσινο φασολάκι και συχνά αναμιγνύονται με μαγειρεμένα ξηρά σπέρματα μαυρομάτικου φασολιού ή με άλλα όσπρια. Τα ανώριμα σπέρματα από λοβούς αμπελοφάσουλου βράζονται ως νωπά λαχανικά ή μπορούν να κονσερβοποιηθούν ή να καταψυχτούν. Οι ξηροί ώριμοι σπόροι (μαυρομάτικα φασόλια) είναι επίσης κατάλληλοι για βράσιμο και κονσερβοποίηση (Singh *et al.*, 2006).

1.1.1 Βοτανική ταξινόμηση της βίγνας

Υπάρχουν διακεκριμένοι τύποι (υποείδη) βίγνας [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] που διαφέρουν ως προς τον τρόπο ανάπτυξης του φυτού και τα χαρακτηριστικά του λοβού. Σήμερα είναι αποδεκτό ότι καλλιεργούνται τρεις τύποι, οι εξής:

A. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *unguiculata* (L.) (Common cowpea, southernpea)

Αποτελεί το σημαντικότερο υποείδος του είδους και περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό τύπων που καλλιεργείται κυρίως στην Αφρική, αλλά και στη νότια Ασία, στην περιοχή της Μεσογείου και στην Αμερική. Τα φυτά του υποείδους αυτού χαρακτηρίζονται από το πυκνό τους φύλλωμα. Τα φύλλα είναι σύνθετα, αποτελούμενα από τρία στιλπνά, λεία φυλλάκια και μοιάζουν με εκείνα του κοινού φασολιού. Τα άνθη έχουν χρώμα λευκό ή πορφυρό και εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων πάνω σε ένα μικρό ποδίσκο. Η άνθησή του φυτού είναι κλιμακωτή και συνήθως συνεχίζεται μέχρις ότου ανακοπεί από τις αντίξοες συνθήκες του φθινοπώρου. Η αυτογονιμοποίηση αποτελεί σχεδόν τον κανόνα. Οι λοβοί είναι κυλινδρικοί και αποκτούν μήκος 20-30 cm, με νεφροειδή ή στρογγυλά σπέρματα. Το χρώμα των ώριμων σπερμάτων είναι συνήθως λευκό με μια μαύρη περιοχή γύρω από το μάτι, από όπου παίρνουν και το όνομα μαυρομάτικα.

B. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *sesquipedalis* (L.) (Asparagus bean, Yard long bean).

Χαρακτηρίζεται από φυτά με έρπουσα ανάπτυξη ή αναρριχώμενη, με τους βλαστούς να αποκτούν μήκος μέχρι και 3 m. Τα άνθη είναι μεγάλα, πρασινοκίτρινα, μονήρη ή ανά δύο στην άκρη μακρών μασχαλαίων αξόνων. Οι λοβοί οι οποίοι όταν είναι στο πράσινο στάδιο διογκώνονται ενώ όταν ωριμάσουν ζαρώνουν, είναι κυλινδρικοί, λεπτοί, σαρκώδεις, με μήκος από 30 cm έως και περισσότερο από 1 m. Σε κάθε λοβό περιέχονται πολλά νεφροειδή σπέρματα, μήκους 8-12 mm το καθένα όταν ωριμάσουν. Καλλιεργείται κυρίως για τους μακριούς νωπούς λοβούς του.

C. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *cylindrical* (L.) (Catjank cowpea, Bombay cowpea, Jerusalem pea, Marble pea).

Τα φυτά του υποείδους έχουν ημιαναρριχώμενη ανάπτυξη. Οι λοβοί αναπτύσσονται όρθιοι με μήκος 7-12 εκ., και περιέχουν πολλούς μικρούς σπόρους. Λοβοί και σπόροι χρησιμοποιούνται σαν κηπευτικά όταν είναι τρυφεροί και ανώριμοι. Ο τύπος αυτός είναι δημοφιλής στην Ινδία και σαν όσπριο. Το φυτό χρησιμοποιείται και ως ζωοτροφή.

1.1.2 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας της βίγνας

Σύμφωνα με στοιχεία του F.A.O. για το έτος 2013, η παγκόσμια έκταση για όλους τους τύπους του φυτού της βίγνας ανέρχεται στα 145 εκ. στρέμματα. Η καλλιέργεια για σπόρο (μαυρομάτικο φασόλι) καταλαμβάνει περίπου 115 εκ. στρέμματα, με παραγωγή 5,5 εκ. μετρικούς τόνους. Το 95% περίπου της συνολικής παραγωγής μαυρομάτικου φασολιού προέρχεται από την Αφρική, ενώ μικρή είναι η παραγωγή στην Ασία και σχεδόν αμελητέα στην Ευρώπη. Όμως, οι στρεμματικές αποδόσεις στην Αφρική είναι πολύ χαμηλές και ανέρχονται μόλις στα περίπου 50 κιλά/στρ., όντας οι χαμηλότερες σε σχέση με τα κυριότερα τροπικής προέλευσης ψυχανθή για σπόρο, όταν στην Ευρώπη είναι σχεδόν 7 φορές υψηλότερες (Πίνακας 1.1). Οι αποδόσεις εξαρτώνται από την καλλιεργούμενη ποικιλία, τη δυνατότητα άρδευσης, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές τεχνικές.

Πίνακας 1.1. Καλλιεργούμενες εκτάσεις, παραγωγή, απόδοση και % του συνόλου της παραγωγής μαυρομάτικου φασολιού σε κάθε ήπειρο κατά το 2013 (Από: F.A.O., 2013).

	Έκταση (x 1000 στρ.)	Παραγωγή (x 1000 τον.)	Απόδοση (κιλά/στρ.)	% συνόλου παραγωγής
Αφρική	110.751	5.421	48,9	94,8
Αμερική	738	79	107	1,4
Ασία	1604	193	120	3,4
Ευρώπη	67	24	358	0,4
Ωκεανία	0	0	0	0,0
Σύνολο	113.160	5.717	50,5	100

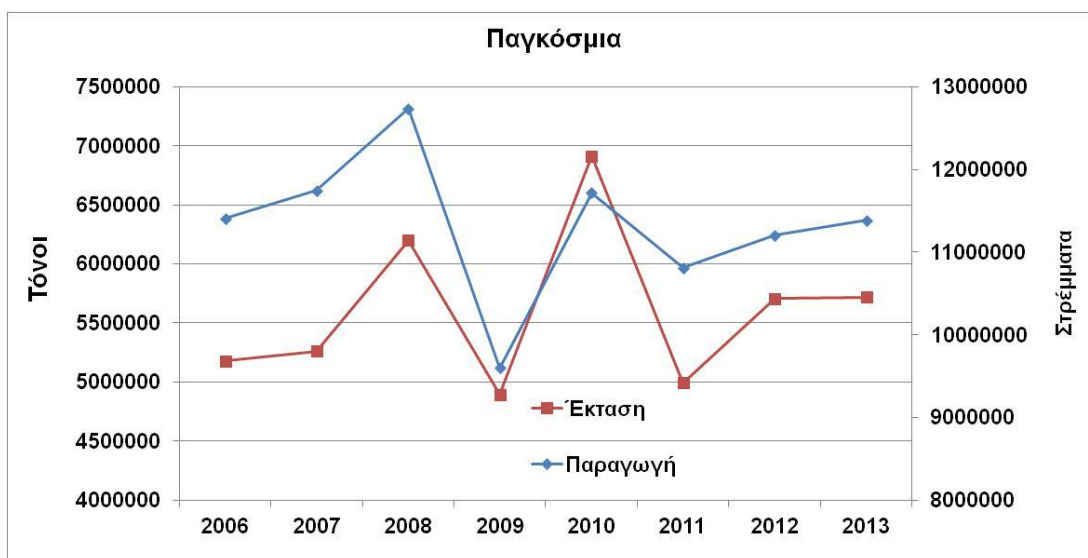
Οι κυριότερες χώρες παραγωγής μαυρομάτικου φασολιού κατά το έτος 2013 ήταν με τη σειρά η Νιγηρία, ο Νίγηρας και η Μπουρκίνα Φάσο, με το Νίγηρα να κατέχει τις μεγαλύτερες εκτάσεις (Πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2. Καλλιεργούμενες εκτάσεις, παραγωγή και απόδοση μαυρομάτικου φασολιού στις κυριότερες χώρες παραγωγής κατά το 2013. (Από: F.A.O., 2013).

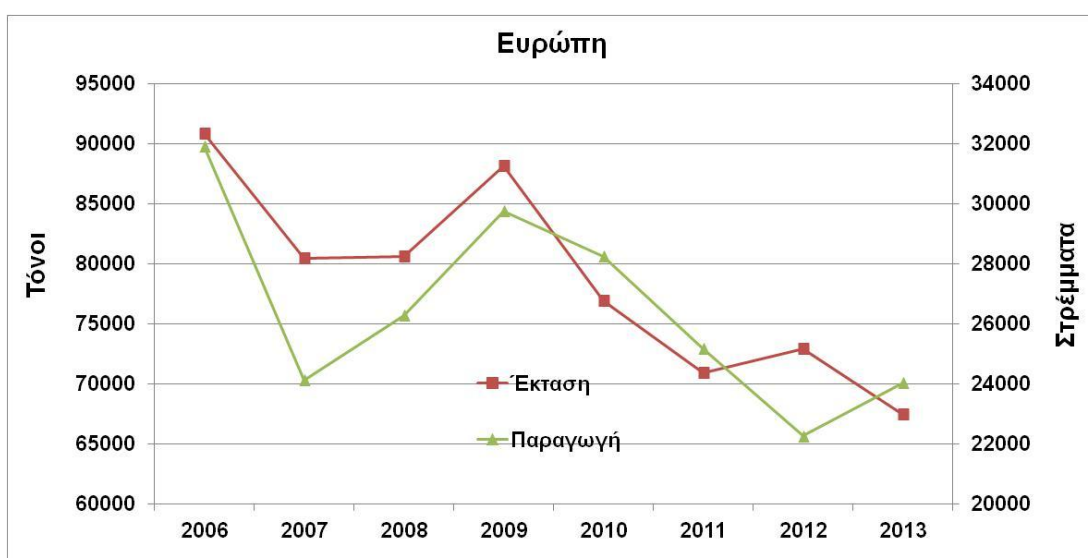
Χώρες	Έκταση (x 1000 στρ.)	Παραγωγή (x 1000 τον.)	Απόδοση (κιλά/στρ.)
Νίγηρας	47000	1300	27,6
Νιγηρία	32000	2500	78,1
Μπουρκίνα Φάσο	12005	580	48,3
Μοζαμβίκη	3200	80	25,0
Σουδάν (πρώην)	2600	72	27,7
Μάλι	2400	129	53,8
Καμερούν	2362	165	69,9
Ενωμένη Δημοκρατία της Τανζανίας	2220	185	83,3
Κένυα	2200	123	55,9
Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό	1500	80	53,3
Μιανμάρ	1480	177	119,5
Σενεγάλη	1144	45	39,3
Μαλάουι	755	36	47,7
Ουγκάντα	750	94	125,0

Παγκόσμια, η τάση της καλλιέργειας παρουσιάζει διακυμάνσεις, χωρίς όμως σαφή τάση μείωσης ή αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων (Σχήμα 1.1.). Η σημασία της καλλιέργειας της βίγνας (ιδιαίτερα για παραγωγή μαυρομάτικου φασολιού) στην Αφρική είναι πολύ μεγάλη. Εκτιμάται ότι περίπου 38 εκατομμύρια νοικοκυριά (περίπου 194 εκατομμύρια άνθρωποι) καλλιεργούν βίγνα στην υπο-Σαχάρια Αφρική, αλλά η παραγωγή δεν έχει παρουσιάσει ιδιαίτερη αύξηση τα τελευταία 20 χρόνια, με τη συνολική έκταση, παραγωγή και απόδοση να έχουν αυξηθεί μόνο κατά 4,3%, 5,8% και 1,5% αντίστοιχα. Αντίθετα, μικρή είναι η οικονομική σημασία καθώς και η έκταση της καλλιέργειας της βίγνας στην Ευρώπη, στην οποία παρουσιάζεται την τελευταία δεκαετία έντονη τάση μείωσης

των καλλιεργούμενων εκτάσεων καθώς και της συνολικής παραγωγής (Σχήμα 1.2). Στη χώρα μας δεν υπάρχουν διαθέσιμα επίσημα στοιχεία σχετικά με την έκταση και την παραγωγή της καλλιέργειας του μαυρομάτικου φασολιού, ενώ σύμφωνα με στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η μέση απόδοση ανέρχεται στα 100–350 κιλά/στρ.



Σχήμα 1.1. Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης της καλλιέργειας της βίγνας παγκόσμια κατά τα έτη 2006-2013 για παραγωγή μαυρομάτικου φασολιού (Από: F.A.O. 2013).



Σχήμα 1.2. Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης της καλλιέργειας της καλλιέργειας της βίγνας στην Ευρώπη κατά τα έτη 2006-2013 για παραγωγή μαυρομάτικου φασολιού (Από: F.A.O. 2013).

Σε αντίθεση με την καλλιέργεια της βίγνας για παραγωγή οσπρίων (μαυρομάτικου φασολιού), η καλλιέργεια για παραγωγή νωπών λοβών (αμπελοφάσουλο) είναι περιορισμένη και δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία για την έκταση, την παραγωγή και τις αποδόσεις στις διάφορες χώρες παραγωγής. Για την Ελλάδα, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων το 2012 καλλιεργήθηκαν 232 στρέμματα αμπελοφάσουλου και η παραγωγή ανήλθε στους 184 τόνους, δηλαδή η μέση απόδοση ήταν 793 κιλά/στρ. Παγκόσμια, αναφέρονται αποδόσεις μεταξύ 500-2000 κιλών/στρ. νωπών λοβών αμπελοφάσουλου, ενώ σύμφωνα με δεδομένα της Στατιστικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, στην Ελλάδα η μέση απόδοση αμπελοφάσουλου του υποείδους *Vigna unguiculata* ssp. *unguiculata* (κοντοί λοβοί) κυμαίνεται μεταξύ 400–800 κιλών/στρ. νωπών λοβών, όταν στο υποείδος *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis* (πηχιάρικα φασόλια ή μπρατσοφάσουλα ή αμπελοφάσουλα γίγαντες) ανέρχεται στα 1.500-2.000 κιλά/στρ.

1.1.3 Συνθήκες ανάπτυξης ή καλλιέργειας

1.1.3.1 Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος

Η βίγνα είναι φυτό θερμής εποχής και η καλλιέργειά της στις εύκρατες περιοχές γίνεται από άνοιξη έως το φθινόπωρο. Αναπτύσσεται και καρποφορεί πολύ ικανοποιητικά, όταν επικρατούν θερμοκρασίες ημέρας από 27-30 °C και νύχτας 17-22 °C. Είναι πολύ ευπαθής σε θερμοκρασίες εδάφους και αέρα χαμηλότερες από 17 °C. Η άνθηση και η καρπόδεση εμποδίζονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και τα φυτά καταστρέφονται από όψιμους παγετούς (Ολύμπιος, 2015).

Οι διάφορες ποικιλίες αντιδρούν διαφορετικά στη φωτοπερίοδο και τη θερμοκρασία. Επομένως χρειάζεται προσοχή στην επιλογή των ποικιλιών, ανάλογα με τις συνθήκες του κλίματος και την εποχή καλλιέργειας σε κάθε περιοχή.

Δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε έδαφος. Ευδοκίμει σε όλους τους τύπους, από τα πολύ ελαφρά έως τα πολύ βαριά αργιλώδη, εφόσον είναι βαθιά και στραγγίζουν καλά. Καλό είναι να προτιμούνται τα μέσης σύστασης αμμοπηλώδη εδάφη με εφαρμογή άρδευσης στην καλλιέργεια. Θα προτιμηθούν τα βαριά εδάφη, όταν η καλλιέργεια θα αναπτυχθεί υπό ξηρικές συνθήκες. Τα φυτά είναι ευαίσθητα στο κορεσμένο με νερό έδαφος. Καταλληλότερο pH είναι το ελαφρώς όξινο, ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί σε pH μεταξύ 6,5 - 7,5. Τα πολύ όξινα εδάφη είναι ακατάλληλα για την καλλιέργεια της βίγνας (Ολύμπιος, 2015).

1.1.4. Καλλιεργητικές περιποιήσεις - Τεχνική καλλιέργειας

1.1.4.1 Αμειψισπορά

Η ικανότητα της βίγνας να δεσμεύει το ατμοσφαιρικό άζωτο μέσω της αζωτοδέσμευσης και να βελτιώνει τη θρεπτική κατάσταση του εδάφους εμπλουτίζοντάς το με άζωτο ακόμα και μετά το τέλος και την απομάκρυνση της καλλιέργειας από τον αγρό, αποτελεί βασικό κριτήριο για την επιλογή του φυτού σε σχέση με άλλα ψυχανθή, ως προς τη χρήση της σε συστήματα αμειψισποράς. Παρόλα αυτά, δεν ενδείκνυται να καλλιεργείται στον ίδιο αγρό συχνότερα από μία φορά κάθε 4 ή 5 χρόνια, καθώς παρουσιάζει ευπάθεια στους νηματώδεις (Δαλιάνης, 1993).

1.1.4.2 Σπορά

Η βίγνα σπέρνεται την άνοιξη όταν η θερμοκρασία του εδάφους φτάσει τους 15 °C και παρέλθει ο κίνδυνος των παγετών. Για την παραγωγή καρπού (λοβών ή σπόρων), σπέρνεται σε γραμμές που απέχουν 100-120 cm, με αποστάσεις των φυτών εντός των γραμμών 40-60 cm. Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για την παραγωγή σανού ή για χλωρή λίπανση η σπορά γίνεται σε γραμμές αποστάσεων περίπου 20 cm (Ολύμπιος, 2015).

1.1.4.3 Άρδευση

Σε εδάφη με υψηλή υδατοϊκανότητα, η βίγνα μπορεί να καλλιεργηθεί ως ξηρική, όμως μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται σε αρδευόμενες

καλλιέργειες. Σε δροσερές και υγρές περιοχές, μία προ της σποράς και μία κατά την άνθηση άρδευση είναι αρκετές. Σε ψυχρότερες και υγρές περιοχές μπορεί να γίνει μια άρδευση πριν από τη σπορά ώστε να κορεστεί το έδαφος με νερό σε βάθος 1,5-2 m ή να γίνει μια προ-άρδευση και μια απλή άρδευση κατά την εποχή της άνθησης. Σε ξηρές κ θερμές περιοχές χρειάζονται 3 ή 4 αρδεύσεις, με πιο σημαντική την περίοδο μεταξύ της έναρξης της άνθησης και της καρπόδεσης των πρώτων λοβών (μετά από αυτή την περίοδο συνήθως η άρδευση δεν είναι απαραίτητη) (Δαλιάνης, 1983).

1.1.4.4 Λίπανση

Οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα εφαρμοστούν εξαρτώνται από τον τύπο και τη γονιμότητα του εδάφους, τις ανάγκες της ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί και τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η βίγνα έχει ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις σε P και K. Αν και ψυχανθές, αντιδρά θετικά στην προσθήκη αζώτου, όχι όμως σε υπερβολικές ποσότητες γιατί προκαλείται βλαστομανία. Οι συστάσεις λίπανσης που δίνονται ποικίλλουν από περιοχή σε περιοχή.

Για παράδειγμα, για την καλλιέργεια αμπελοφάσουλου (για νωπό λοβό) εάν θα εφαρμοστεί βασική λίπανση, προτείνεται η προσθήκη 30-40 κιλών/στρ. μικτών λιπασμάτων των τύπων 14-22-9 ή 15-15-15 ή 12-12-12 (εισήγηση στην Κύπρο). Άλλοι προτείνουν 2,5-5,0 τον./στρ καλά χωνεμένης κοπριάς κατά την προετοιμασία του εδάφους και ανάμιξη σε όλο τον όγκο του επιφανειακού εδάφους, 1,5 - 5,0 κιλών N/στρ. και 6,0-7,5 κιλών/στρ. από το κάθε ένα P και K. Τα χημικά λιπάσματα προστίθενται λίγο πριν ή κατά τη σπορά, εκτός από το άζωτο το οποίο συνιστάται να προστίθεται το 1/3 κατά τη σπορά και τα 2/3 ως επιφανειακή λίπανση (Ολύμπιος, 2015).

1.1.4.5 Συγκομιδή

Η περίοδος συγκομιδής των λοβών του αμπελοφάσουλου αρχίζει τον Ιούλιο και ολοκληρώνεται τον Νοέμβριο, με την πτώση της θερμοκρασίας, όταν ακολουθηθεί η πρακτική της διαδοχικής σποράς. Ο συνολικός χρόνος παραμονής της φυτείας στο έδαφος κυμαίνεται μεταξύ 4-5 μηνών και η διάρκεια της συγκομιδής είναι περίπου 2-3 μήνες. Στο διάστημα αυτό γίνονται 25-30 συγκομιδές.

Στις περισσότερες περιοχές του κόσμου και μάλιστα όταν πρόκειται για μικρές εκτάσεις, η συγκομιδή των λοβών του αμπελοφάσουλου γίνεται με το χέρι, λόγω των επανειλημμένων συγκομιδών. Η μέθοδος αυτή ακολουθείται και για το μαυρομάτικο φασόλι σε μικρές εκτάσεις και έχει υψηλό κόστος, αλλά οι απώλειες από το τίναγμα των σπερμάτων είναι ελάχιστες, γιατί η συλλογή γίνεται τμηματικά καθώς ωριμάζουν οι λοβοί. Άλλος τρόπος συλλογής των σπερμάτων του μαυρομάτικου φασολιού είναι να ξεριζωθούν ή να κοπούν τα φυτά στη βάση τους και στη συνέχεια να τοποθετηθούν και να παραμείνουν στον αγρό σε στοίβες ωσόντου ξεραθούν, οπότε στη συνέχεια γίνεται ο αλωνισμός. Όταν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι σχετικά μεγάλες χρησιμοποιούνται διάφορες μηχανές για την κοπή των φυτών, όπως είναι οι χορτοκοπτικές μηχανές. Σε λίγες τέλος περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές που συλλέγουν μόνο τους λοβούς από τα φυτά. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρησιμοποίηση των μηχανών αυτών είναι η γραμμική σπορά και κυρίως η ωρίμανση και ξήρανση των λοβών πάνω στα φυτά.

1.2. Η σημασία των οσπρίων και των λοβών των ψυχανθών στην ανθρώπινη διατροφή

1.2.1 Διατροφικοί παράγοντες

1.2.1.1 Διατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στα όσπρια

Τα όσπρια αντιπροσωπεύουν μία από τις πιο σημαντικές κατηγορίες τροφίμων που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για να καλύψουν τις βασικές πρωτεϊνικές και ενεργειακές ανάγκες σε όλη την ιστορία της ανθρωπότητας. Όμως, η διατροφική αξία των οσπρίων, τα οποία αποτελούν βασικό συστατικό της παραδοσιακής μεσογειακής διατροφής, δεν είναι γενικά αναγνωρισμένη και συχνά είναι από τις πιο υποτιμημένες. Εκτός από τη χαμηλή τους περιεκτικότητα σε λιπίδια και την υψηλή περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες, υπάρχουν ενδείξεις που τονίζουν τη σπουδαιότητα των οσπρίων ως φορείς διαφόρων συστατικών βιολογικής σημασίας, όπως ενζυμικοί αναστολείς, λεκτίνες, φυτικό οξύ, οξαλικά άλατα, πολυφαινόλες, σαπωνίνες και φυτοστερόλες (Dilis & Trichoroulou, 2009).

Έρευνες σε ανθρώπους δείχνουν ότι τα όσπρια μπορούν να συμβάλλουν στην ανθρώπινη υγεία, κυρίως μέσω της πρόληψης της στεφανιαίας νόσου και, ενδεχομένως του διαβήτη. Οι μηχανισμοί που είναι υπεύθυνοι για αυτό το φαινομενικά προστατευτικό ρόλο μπορεί να περιλαμβάνουν μία ευνοϊκή επίδραση στα λιπίδια και τη γλυκόζη του αίματος (Dilis & Trichoroulou, 2009).

Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια σε μερικά από τα πιο σημαντικά όσπρια παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.3. Τα όσπρια αποτελούν πλούσια πηγή φυτικών πρωτεϊνών. Ωστόσο, η ποιότητα της πρωτεΐνης είναι κατώτερη από αυτή των ζωικών προϊόντων, λόγω των μειωμένων ποσοτήτων θεικών αμινοξέων, της αντίστασης στην πρωτεόλυση λόγω της φύσης του σπόρου και την παρουσία άλλων ενώσεων που μπορούν να μειώσουν τη βιοδιαθεσιμότητα των πρωτεϊνών. Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να χρησιμοποιήσει περίπου μεταξύ 32% και 78% της πρωτεΐνης από τα όσπρια που έχει καταναλώσει. Ωστόσο, τα όσπρια παραδοσιακά καταναλώνονται μαζί με τα δημητριακά, τα οποία είναι σχετικά πλούσια σε θειικά αμινοξέα αλλά ανεπαρκή σε λυσίνη. Τα όσπρια έχουν γενικά υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη, και ως εκ τούτου, όταν συνδυάζονται με τα δημητριακά, εξασφαλίζουν διατροφή υψηλής πρωτεϊνικής αξίας (Dilis & Trichoroulou, 2009).

Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες, τα όσπρια περιέχουν σε υψηλές ποσότητες σύνθετους υδατάνθρακες, κυρίως άμυλο και φυτικές ίνες, όπως επίσης αποτελούν σημαντική πηγή βιταμινών (κυρίως της ομάδας Β) και ανόργανων στοιχείων όπως Fe, Mg, Zn και P. Όμως, η βιοδιαθεσιμότητα των μεταλλικών στοιχείων από τα όσπρια για τις φυσιολογικές διεργασίες του ανθρώπινου οργανισμού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Για παράδειγμα, η βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου στα μαύρα φασόλια, τις φακές και τα φασόλια mung στον ανθρώπινο οργανισμό βρέθηκε να είναι 0,84%, 1,20% και 1,91% των ποσών που καταναλώθηκαν, αντίστοιχα.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι ότι η συνήθης διαδικασία προετοιμασίας των οσπρίων, όπως το μούλιασμα και το μαγείρεμα, γενικά μειώνουν τη βιοδιαθεσιμότητα των διαφόρων θρεπτικών συστατικών όπως μέταλλα, βιταμίνες και ορισμένα αμινοξέα, καθώς και διαφόρων μη-θρεπτικών αλλά βιολογικά ενεργών συστατικών, τα οποία πιστεύεται ότι εμπλέκονται σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό. Το περιεχόμενο κάποιων από αυτές τις ενώσεις, σε ορισμένα όσπρια παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.4.

Πίνακας 1.3. Θρεπτικό περιεχόμενο ανά 100 gr ωμών οσπρίων (Από: Dilis & Trichoroulou, 2009).

	Φασόλια	Φακές	Ρεβίθια	Κουκιά
Ενέργεια (kcal)	286	297	320	245
Νερό (g)	11,3	10,8	10,0	11,0
Πρωτεΐνη (g)	21,4	24,3	21,3	26,1
Ολικά λιπίδια (g)	1,6	1,9	5,4	2,1
SFA (g)	0,3	0,2	0,5	0,3
MUFA (g)	0,4	0,3	1,1	0,3
PUFA (g)	0,5	0,8	2,7	1,1
Χοληστερόλη (mg)	0	0	0	0
Υδατάνθρακες (g)	49,7	48,8	49,6	32,5
Άμυλο (g)	42,7	44,5	43,8	24,4
Ολικά σάκχαρα (g)	2,8	1,2	2,6	5,9
Διαιτητικές ίνες (g)	17	8,9	10,7	27,6
Ανόργανα συστατικά				
Na (mg)	43	12	39	11
K (mg)	1160	940	1000	1090
Ca (mg)	180	71	160	100
Mg (mg)	180	110	130	190
P (mg)	310	350	310	590
Fe (mg)	6,7	11,1	5,5	5,5
Zn (mg)	2,8	3,9	3	3,1
Βιταμίνες				
Ρετινόλη (g)	0	0	0	0
Καροτένιο (g)	ΐχνη		60	
Βιταμίνη E (mg)	0,21		2,88	
Θειαμίνη (mg)	0,45	0,41	0,39	0,5
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,13	0,27	0,24	0,26
Βιταμίνη B6 (mg)	0,56	0,93	0,53	0,37
Βιταμίνη C (mg)	ΐχνη	ΐχνη	ΐχνη	ΐχνη

1.2.1.2 Διατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στους νωπούς λοβούς των ψυχανθών

Τα κηπευτικά της οικογένειας των ψυχανθών, όπως καταναλώνονται (σπόροι και λοβοί) εκτός από το λαθούρι, είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία, κυρίως σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και βιταμίνες Α και C. Λεπτομέρειες της χημικής σύνθεσης του βρώσιμου μέρους διαφόρων ψυχανθών, ανά 100 gr νωπού ακατέργαστου προϊόντος, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.5.

1.2.2 Αντιδιατροφικοί παράγοντες που περιέχονται στα σπέρματα και τους νωπούς λοβούς των ψυχανθών

Τα σπέρματα και οι νωποί λοβοί των ψυχανθών περιέχουν πρωτεΐνες, έλαια, βιταμίνες, ανόργανες ουσίες, υδατάνθρακες και φυτικές ίνες που συνεισφέρουν στη θρεπτική αξία των προϊόντων αυτών, καθώς και αντιδιατροφικούς παράγοντες, που επηρεάζουν αρνητικά την ανθρώπινη διατροφή και υγεία, μπορεί να είναι (αν και σπάνια) τοξικές ή μπορεί να προκαλέσουν δυσπεψία. Ορισμένοι αντιδιατροφικοί παράγοντες σχηματίζουν σύμπλοκα με μεταλλικά στοιχεία και πρωτεΐνες των τροφών, καθιστώντας τα λιγότερο διαλυτά ή λιγότερο ευαίσθητα στην ενζυμική αποικοδόμηση και λιγότερο διαθέσιμα για απορρόφηση από τον ανθρώπινο οργανισμό. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι οι επιπτώσεις αυτών των παραγόντων εξαφανίζονται ή μειώνονται όταν τα προϊόντα αυτά είναι κατάλληλα προετοιμασμένα. Μεταξύ των κατάλληλων τεχνικών για την προετοιμασία των οσπρίων είναι η βλάστηση, το ξεφλούδισμα, το μούλιασμα, το μαγείρεμα, η επέμβαση με διάφορες χημικές ουσίες, η ζύμωση, η προσθήκη ενζύμων, το ψήσιμο και το τηγάνισμα. Ωστόσο, η θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται για την απομάκρυνση των αντιδιατροφικών παραγόντων θα πρέπει να εκτελείται με προσοχή, επειδή αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των απαραίτητων αμινοξέων. Σύμφωνα με τους Shimelis και Rakshit (2005) ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει το περιεχόμενο των αντιδιατροφικών συστατικών σε ένα είδος οσπρίου είναι η γενετική σύσταση του είδους του ψυχανθούς.

Στον πίνακα 1.6 συνοψίζονται οι κυριότεροι αντιδιατροφικοί παράγοντες που απαντώνται στα κυριότερα όσπρια.

Πίνακας 1.4. Συστατικά των οσπρίων με βιολογική σημασία (Από Dilis & Trichoroulou, 2009).

	Φασόλια	Φακές	Ρεβίθια	Κουκιά
Φαινολικές ουσίες				
Ταννίνες (% ξ.ο)	0,1	0- 0,1	0 - 0,7	0 - 2,1
Λιγνίνες (mg/100 gr)	1,8		0,3	
Daidzein (mg/100 gr)	0	0,04	0	0,02
Genistein (mg/100 gr)	0	0,06	0,74	0
Ολικές προανθοκυανίνες (mg/100 gr)	1,84	0	0,13	154,45
Ολικά φαινολικά (mg GAEa/100 gr)	628	90	94	
Φυτοστερόλες				
Καμπεστερόλη (mg/100 gr)	10	12,4	4	
Στιγμαστερόλη (mg/100 gr)	10,8	8,3	35,2	
β-σιτοστερόλη (mg/100 gr)	80,8	84,1	56,3	
Στιγμαστανόλη (mg/100 gr)	8,4	10,5	1	
Ολικές φυτοστερόλες (mg/100 gr)				124
Υδατάνθρακες				
Ανθεκτικό άμυλο (g/100 gr)	3,3	3,4		
Ραφφινόζη (% ξ.ο)	0,3 - 1	0,4 - 1,2	<0,05 - 0,93	0,1 - 0,3
Σταχυόζη (% ξ.ο)	1,7 - 3,1	2 - 3,6	0,5 - 4,1	0,7 - 1,5
Βερμπασκόζη (% ξ.ο)	0,6 - 3,1	0,6 - 4,2	0,06 - 4	1,7 - 3,1
Λοιπά				
Οξαλικά (% ξ.ο)	0,16	0,07	0,1-0,5	
Φυτικό οξύ (g/100 gr)	0,49	0,5	0,8	1,28
Σαπωνίνες (g/100 gr)	0,37	5	1,6	0,4
Γλυκαιμικός δείκτης (βρασμένα δείγματα)	29	28	38	
Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (ORAC) (μmolTEb/100 gr)	7282	847	1520	

^aισοδύναμα, ^bισοδύναμα trolox

Πίνακας 1.5: Ενδεικτικές τιμές περιεχομένου 100 gr, βρώσιμου μέρους νωπών λοβών και ανώριμων σπερμάτων ψυχανθών (Από: Ολύμπιος, 2014, Haytowitz and Matthews, 1984, USDA, 2005).

	Φασόλι	Αρακάς		Κουκιά	Αμπελοφά-
	(νωποί λοβοί)	Βρώσιμοι λοβοί	Νωποί σπόροι	φρέσκα (νωπά)	σουλο (νωποί λοβοί)
Νερό (%)	90,00	89,00	79,00		85,50
Ενέργεια (kcal)	31,00	42,00	81,00		48,00
Πρωτεΐνη	1,80	2,80	5,40	7,10	3,50
Λίπη (g)	0,10	0,20	0,40		0,20
Υδατάνθρακες (g)	7,10	7,60	14,50		8,10
Ίνες (g)	3,40	2,60	5,10		
Ca (mg)	37,00	43,00	25,00	38,00	72,00
P (mg)	38,00	53,00	108,00	127,00	59,00
Fe (mg)	1,00	2,10	1,50		2,50
Na (mg)	6,00	4,00	5,00		
K (mg)	209,00	200,00	244,00		
Βιταμίνη A (IU)	690,00	1.087,00	640,00		1.861,00
Θειαμίνη (mg)	0,08	0,15	0,27	0,10	0,07
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,11	0,08	0,13	0,22	
Νιασίνη (mg)	0,75	0,60	2,09		0,09
Ασκορβικό οξύ (mg)	16,30	60,00	40,00	140,00	0,90
Βιταμίνη B6 (mg)	0,07	0,16	0,17		14,00

Σημείωση: επειδή υπάρχουν διαφοροποιήσεις αναφορικά με τις αναλυτικές μεθόδους προσδιορισμού, καθώς και ως προς το αρχικό υλικό (δείγμα για ανάλυση), οι τιμές αυτές δεν είναι απόλυτα αντιπροσωπευτικές και θα πρέπει να λαμβάνονται ως ενδεικτικές.

Πίνακας 1.6. Οι σημαντικότερες βιοδραστικές ενώσεις των οσπρίων, βιολογική δραστηριότητά τους και επεμβάσεις για την αδρανοποίηση τους (Από: Carbonaro M. (2011)).

Βιοδραστικό συστατικό	Χημική σύσταση	Όσπρια - πηγές	Βιολογική δραστηριότητα	Μέθοδος αδρανοποίησης
Ενζυμικοί αναστολείς	Πρωτεΐνες MW 600-24000	Σόγια, φασόλι, ρεβίθι, φασόλια φάβα, μπιζέλι, φακή, αραχίδα	Παγκρεατική υπερτροφία, μειωμένη ανάπτυξη και αξιοποίηση των πρωτεϊνών, αναστολή των πρωτεολυτικών ενζύμων και της α-αμυλάσης. Μείωση της γλυκόζης στο αίμα (αναστολέας αμυλάσης). Αντικαρκινική και αντιιική δράση	θερμική κατεργασία, βλάστηση
Λεκτίνες	Πρωτεΐνες ή γλυκοπρωτεΐνες MW 10000-124000	Σόγια, φασόλι, jack bean, ρεβίθι, φασόλια φάβα , μπιζέλι, φακή, αραχίδα	Μειωμένη εντερική απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών, αναστολή της ανάπτυξης, υπερπολλαπλασιασμό εντερικών λαχνών, υπερέκκριση παγκρέατος. Αντικαρκινικές ιδιότητες. Μείωση της γλυκόζης στο αίμα.	Θερμική κατεργασία

Γλοβουλίνες των σπερμάτων	Αποθηκευτικές πρωτεΐνες	Αραχίδα, σόγια, λούπινο	Αλλεργιογόνες ιδιότητες (ευπαθή άτομα). Μείωση της χοληστερόλης και της γλυκόζης του αίματος. Αντικαρκινική δράση	Θερμική επεξεργασία, υψηλή πίεση
Πολυφαινόλες	Ταννίνες, φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, σπιλβένια, λιγνίνες	Χρωματιστά φασόλια, <i>Vigna tunga</i> , φασόλια φάβα, φακή, σόγια	Μειωμένη πρόσληψη τροφής, χρήση πρωτεϊνών και μεταλλικών στοιχείων (συμπυκνωμένες ταννίνες), αναστολή πεπτικών ενζύμων. Αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση	Εμβάπτιση, αποφλοίωση, θερμική επεξεργασία
Φυτικό οξύ	Μυο-εξαφωσφορική ινοσιτόλη	Σόγια, κοινό φασόλι, ρεβίθι, φάβα, μπιζέλι, φακή	Μειωμένη απορρόφηση μεταλλικών στοιχείων (Ca, Zn, Fe). Αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση	Εμβάπτιση, ζύμωση, βλάστηση
Παράγοντες φαβισμού	Γλυκοζίτες πυριμιδίνης (βικίνη, κονβικίνη)	Φάβα	Οξεία αιμολυτική αναιμία (ευπαθή άτομα)	Βλάστηση
Παράγοντες που προκαλούν φούσκωμα	Ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφινόζης - α-γαλακτοσιδάσες (ραφινόζη, σταχυόζη, βερμπασκόζη)	Τροπικά όσπρια, σόγια, φασόλι, ρεβίθι, φάβα, μπιζέλι, φακή	Εντερική δυσφορία. Πιθανές προβιοτικές ιδιότητες	Εμβάπτιση, ζύμωση, βλάστηση

Σαπωνίνες	Στεροειδή ή τριτερπενικοί γλυκοζίτες	Σόγια, ρεβίθι, φάβα, μπιζέλι, φακή, αραχίδα	Επιβράδυνση ανάπτυξης, μείωση της ενζυμικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακή και αιμολυτική δράση. Αντικαρκινικές ιδιότητες, ανοσορρυθμιστικά αποτελέσματα. Μείωση της χοληστερόλης του αίματος	Εμβάπτιση, θερμική επεξεργασία
Αλκαλοειδή	Αμινοξέα/ πουρίνης / παράγωγα πυριμιδίνης	Λούπινο	Αναστολή της πέψης, δυσμενείς επιδράσεις στο καρδιαγγειακό και το κεντρικό νευρικό κυκλοφοριακό σύστημα	Εμβάπτιση σε αλατούχο διάλυμα
Κυανογόνα	κυανογόνοι γλυκοζίτες	Φασόλια λίμα, κοινό φασόλι, ρεβίθι	Αναπνευστική δυσχέρεια	Εμβάπτιση, θερμική επεξεργασία
Λαθυρογόνα	παράγωγα αμινοξέων	Λαθούρι, φάβα	Επίδραση στο νευρικό σύστημα, σπαστική παράλυση και σκελετικές παραμορφώσεις.	Αποφλοίωση, θερμική επεξεργασία

1.2.3 Επίδραση των αντιδιατροφικών παραγόντων των οσπρίων στην ανθρώπινη υγεία

i. Αναστολείς ενζύμων και άλλες πρωτεΐνες

Τα όσπρια περιέχουν διάφορα πρωτεϊνικά μόρια που μπορούν να ασκήσουν ένα ευρύ φάσμα ευνοϊκών όσο και ανεπιθύμητων βιολογικών δράσεων στο ανθρώπινο σώμα. Οι αναστολείς πρωτεάσης είναι μια πολύ σημαντική κατηγορία πρωτεϊνών που βρέθηκαν σε όσπρια και μπορούν να προκαλέσουν μειωμένη απορρόφηση άλλων πρωτεϊνών. Επίσης, έχει διερευνηθεί η σχέση τους με την ανάπτυξη του καρκίνου του παγκρέατος μέσω ερευνών σε πληθυσμούς με αυξημένη κατανάλωση τροφών πλούσιων σε αναστολείς πρωτεάσης. Όμως, οι ουσίες αυτές μετουσιώνονται σε μεγάλο βαθμό κατά το μαγείρεμα, το οποίο ελαχιστοποιεί την ανασταλτική δράση τους. Από την άλλη πλευρά, έχουν αναφερθεί πιθανές αντικαρκινικές ιδιότητες, αντιφλεγμονώδης δράση και επιδράσεις κατά της παχυσαρκίας και διάφορων εκφυλιστικών και αυτοάνοσων νόσων του αναστολέα πρωτεάσης Bowman-Birk (BBI) που απαντάται στη σόγια και πολλά άλλα σπέρματα ψυχανθών, όπως οι φακές, τα ρεβίθια, τα μπιζέλια και διάφορα είδη φασολιών (Dilis and Trichoroulou, 2009).

Οι λεκτίνες (ή αιμοσυγκολλητίνες) είναι γλυκοπρωτεΐνες που συγκολλούν ερυθρά αιμοσφαίρια. Μπορούν να συνδεθούν σε συγκεκριμένες θέσεις υποδοχέων επί του τοιχώματος του επιθηλιακού κυττάρου του λεπτού εντέρου και προκαλούν μειωμένη απορρόφηση πολλών θρεπτικών ουσιών, όπως σάκχαρα, αμινοξέα, λιπίδια και βιταμίνη B12. Επιπλέον, οι λεκτίνες μπορούν να μειώσουν τη δράση των πεπτικών ενζύμων ή να βλάψουν τον εντερικό βλεννογόνο, επιτρέποντας σε βακτήρια να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος. Ωστόσο, έχουν επίσης αναφερθεί ενδείξεις αντικαρκινικής επίδρασης των λεκτινών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η δραστηριότητα των λεκτινών είναι σημαντικά μειωμένη κατά την διάρκεια κοινών διαδικασιών θερμικής επεξεργασίας που εφαρμόζεται στους σπόρους. Οι αναστολείς α-αμυλάσης που βρίσκονται στα όσπρια μπορεί να μειώσουν την πέψη του αμύλου, αλλά η έρευνα σχετικά με τις ευρύτερες επιπτώσεις των αναστολέων α-αμυλάσης στην ανθρώπινη υγεία είναι ακόμα ελλιπής. Επίσης, εκχυλίσματα πρωτεϊνών κουκιών και λούπινου έχουν υποχοληστεροναιμική επίδραση (Dilis and Trichoroulou, 2009).

ii. Φυτικό οξύ

Το φυτικό οξύ (εξαφωσφορική ινοσιτόλη) είναι ένα φωσφορικός υδατάνθρακας, σημαντικός για τη ρύθμιση διαφόρων λειτουργιών των ανθρώπινων κυττάρων. Οι περισσότερες έρευνες έχουν επικεντρωθεί σε τυχόν αντικαρκινικές ιδιότητές του και έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι το φυτικό οξύ μπορεί να είναι υπεύθυνο για τις αντικαρκινικές επιδράσεις των διαιτητικών ινών. Το φυτικό οξύ δρα ως αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό δημιουργώντας σύμπλοκα με τον Fe, αποτρέποντας έτσι τη δημιουργία ριζών υδροξυλίου (αντίδραση Fenton) και την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Το τελευταίο χαρακτηριστικό έχει προταθεί ως σχετικό με την πιθανή αντικαρκινική δράση. Όμως, εκτός του Fe, το φυτικό οξύ ενώνεται επίσης με τα Zn και Ca, μειώνοντας τη βιοδιαθεσιμότητα αυτών των στοιχείων. Κοινές πρακτικές μαγειρέματος μειώνουν, αλλά δεν εξαλείφουν, την περιεκτικότητα των οσπρίων σε φυτικό οξύ (Dilis and Trichoroulou, 2009).

iii. Οξαλικά άλατα

Οι πέτρες των νεφρών έχουν ως κύριο συστατικό το οξαλικό ασβέστιο. Ο σχηματισμός των λίθων συνδέεται με αυξημένο ουρικό οξαλικό, με το τελευταίο να επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από το διαιτητικό οξαλικό. Επομένως, η διαιτητική αγωγή έχει προταθεί ως κατάλληλη στρατηγική για την πρόληψη και τη διαχείριση της νεφρικής λιθίασης. Το οξαλικό οξύ τείνει επίσης να μειώσει τη βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου, αλλά η έρευνα σχετικά με το θέμα βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη. Μαγειρεμένα όσπρια περιέχουν μετρήσιμες ποσότητες οξαλικών αλάτων (Dilis and Trichoroulou, 2009).

iv. Φαινολικές ενώσεις

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των φαινολικών ενώσεων είναι η αντιοξειδωτική δράση τους, γεγονός που θεωρείται ότι παίζει βασικό ρόλο στην αντιμετώπιση της διαδικασίας της γήρανσης και της ανάπτυξης διαφόρων εκφυλιστικών ασθενειών. Διάφορες κατηγορίες φαινολικών ενώσεων όπως οι ταννίνες, οι ισοφλαβόνες και οι λιγνάνες, έχουν αναφερθεί ότι υπάρχουν στα όσπρια. Εκτός από τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες, οι ισοφλαβόνες και οι

λιγνάνες ασκούν μια ήπια οιστρογονική δραστηριότητα, η οποία μπορεί να εμπλέκεται σε αρκετούς μηχανισμούς προστασίας του ανθρώπινου σώματος. Οι φαινόλες, ωστόσο, μπορεί επίσης να είναι υπεύθυνες για τη μειωμένη βιοδιαθεσιμότητα μετάλλων (κυρίως Fe). Η συγκέντρωση των ισοφλαβονών και λιγνανών στα όσπρια είναι γενικά χαμηλή, ενώ εκείνη των ταννινών είναι σημαντικά υψηλότερη. Οι απώλειες ταννίνης λόγω μαγειρέματος των οσπρίων φαίνεται να είναι της τάξης του 40-50% (Dilis and Trichoroulou, 2009).

v. Σαπωνίνες

Οι σαπωνίνες είναι γλυκοζίτες ενός στεροειδούς ή μιας τριτερπενοειδούς ομάδας και οφείλουν πολλές από τις ενέργειές τους στην αμφιφιλική φύση τους. Επιζήμιες αλλά και ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία έχουν αποδοθεί σε σαπωνίνες. Μπορούν να προκαλέσουν λύση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και επίσης των κυττάρων που βρίσκονται στο εντερικό βλεννογόνο, και μπορούν επίσης να μειώσουν την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών, είτε άμεσα μέσω πρόσδεσης είτε με απενεργοποίηση των ενζύμων που εμπλέκονται στη διαδικασία της πέψης. Από την άλλη πλευρά, οι σαπωνίνες μπορεί να δεσμεύονται με χοληστερόλη ή χολικά οξέα, αυξάνοντας έτσι την απέκκριση με τα κόπρανα της χοληστερόλης. Το τελευταίο μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Επίσης, τα στοιχεία δείχνουν ότι οι σαπωνίνες μπορεί να ασκήσουν αντικαρκινικές επιδράσεις μέσω διαφόρων μηχανιστικών οδών. Οι απώλειες σαπωνίνης που οφείλονται σε διαδικασίες παρασκευής / μαγειρέματος είναι γενικά μικρές (Dilis and Trichoroulou, 2009).

vi. Φυτοστερόλες

Αρκετή έρευνα έχει πραγματοποιηθεί ως προς την υποχοληστεροναιμική δράση των φυτικών στερολών, στανολών και των εστέρων τους. Για παράδειγμα, αποδείχθηκε ότι σκευάσματα όπως μαργαρίνες ή γιαούρτια εμπλουτισμένα με εστεροποιημένες στανόλες σε ημερήσια δόση 2-3 g μπορεί να παρέχουν ένα αποτελεσματικό διαιτητικό μέσο για τη μείωση περίπου κατά 14% της κακής χοληστερόλης (LDL-C). Η περιεκτικότητα σε στερόλες των οσπρίων είναι της τάξης των 100mg / 100g (βλέπε Πίνακα 1.4) και τα όσπρια αποτελούν μία από τις

καλύτερες φυσικές πηγές φυτοστερολών. Ως εκ τούτου, η συμβολή των φυτοστερολών στη πιθανότητα μείωσης της χοληστερόλης λόγω κατανάλωσης οσπρίων μπορεί να είναι πολύ σημαντική (Dilis & Trichoroulou, 2009).

vii. Ολιγοσακχαρίτες

Στους δύσπεπτους ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (RFOs – raffinose family oligosaccharides) περιλαμβάνονται η ραφφινόζη, η σταχυόζη και η βερμπασκόζη που αποτελούν τους πιο σημαντικούς ολιγοσακχαρίτες που βρέθηκαν στα όσπρια. Δεδομένου ότι τα μονογαστρικά ζώα, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων, δεν εκφράζουν την α-γαλακτοσιδάση που απαιτείται για την διάσπαση των ενώσεων αυτών, οι ολιγοσακχαρίτες αυτοί υπόκεινται τελικά ζύμωση στο παχύ έντερο με αποτέλεσμα την παραγωγή κυρίως λιπαρών οξέων βραχείας αλυσίδας και αερίων, προκαλώντας φούσκωμα (flatulence) και εντερική δυσφορία. Το μούλιασμα και οι κοινές διαδικασίες μαγειρέματος μπορεί να μειώσουν τη μετα-γευματική παραγωγή αερίων με τον περιορισμό του περιεχομένου των ολιγοσακχαριτών των οσπρίων (Dilis & Trichoroulou, 2009).

Πίνακας 1.7. Διακύμανση στη συγκέντρωση α-γαλακτοσιδασών (% ξηράς ουσίας) σε σπέρματα διαφορετικών ειδών ψυχανθών και δημητριακών (Από: Gangola *et al.*, 2014).

Είδος	Ραφινόζη	Σταχυόζη	Βερμπασκόζη	Ajugose	Ciceritol	Αναφορές
<i>Cicer arietinum</i>	0,45-2,1	1,72-6,15	Δ.Ε.-4,50	Δ.Ε.	~2,8	1,3,4,5,6,7,12,13,14
<i>Glycine max</i>	0,67-1,15	2,75-2,85	Δ.Ε.-0,30	Δ.Ε.	0,05-0,08	1,2,3,6,7
<i>Lupinus albus, angustifolius, mutabilis</i>	0,30-1,90	2,30-8,60	Δ.Ε.-3,50	0,20-4,60	0,65	1,3,6,7
<i>Vigna unguiculata</i>	0,41	3,22-4,44	0,48	Δ.Ε.	0,04	1,2,3
<i>Lens culinaris</i>	0,31-1,00	1,47-3,10	0,47-3,10	Δ.Ε.	1,6	1,3,4,6,7
<i>Pisum sativum</i>	0,60-1,40	1,71-2,70	2,3	Δ.Ε.	Δ.Ε.	1,3,6,7,9,10
<i>Vigna radiata</i>	0,23	0,95	1,83	Δ.Ε.	Δ.Ε.	1
<i>Vicia faba</i>	0,10-0,30	0,67-1,50	1,45-3,10	Δ.Ε.	Δ.Ε.	1,3,4,6,7,9,11
<i>Vigna mungo</i>	ΐχνος	0,89	3,44	Δ.Ε.	Δ.Ε.	8
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<0,05-2,50	0,20-4,20	0,06-4,00	Δ.Ε.	ΐχνος	3,4,5,6,7
<i>Brassica campestris</i>	0,2	0,7	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	6,7
<i>Brassica napus</i>	0,20-0,40	0,70-1,70	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	6,7
<i>Brassica nigra</i>	0,6	1,3	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	6,7
<i>Hordeum vulgare</i>	0,59	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	6,7,9
<i>Oryza sativa</i>	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	8
<i>Triticum aestivum</i>	0,3	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	Δ.Ε.	9

¹Sosulski *et al.* 1982, ²Martin-Cabrejas *et al.* 2008, ³Quemener and Brillouet 1983, ⁴Dilis and Trichopoulou 2009, ⁵Wang *et al.* 2010, ⁶Andersen *et al.* 2005, ⁷ Martinez-Villaluenga *et al.* 2008, ⁸Reddy and Salunkhe 1980, ⁹Huynh *et al.* 2008, ¹⁰Vidal-Valverde *et al.* 2003, ¹¹Vidal-Valverde *et al.* 1998, ¹²Saini and Knights 1984, ¹³Alajaji and El-Adawy 2006, ¹⁴Frias *et al.* 2000, *Δ.Ε.=Δεν Εντοπίστηκε

1.3. Διατροφικοί και αντιδιατροφικοί παράγοντες στους σπόρους και τους λοβούς της βίγνας

Το θρεπτικό περιεχόμενο των σπόρων και λοβών της βίγνας είναι σημαντικό, διότι καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες από εκατομμύρια ανθρώπους σε περιοχές της Αφρικής όπου επικρατεί υποσιτισμός και υπάρχει ανάγκη για παροχή τροφών πλούσιων σε πρωτεΐνες, μέταλλα και βιταμίνες.

Το περιεχόμενο των λοβών και σπερμάτων της βίγνας σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται κυρίως από τον καλλιεργούμενο γονότυπο, καθώς και το κλίμα, τη λίπανση, την εποχή καλλιέργειας και τις καλλιεργητικές πρακτικές (Kochhar *et al.*, 1988). Η διατροφική σύσταση των σπερμάτων της βίγνας (μαυρομάτικο φασόλι) είναι παρόμοια με εκείνη των άλλων οσπρίων, με σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά και περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες που είναι δύο έως τέσσερις φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τα δημητριακά και τα υπόγεια αποθησαυριστικά όργανα. Όπως και σε άλλα όσπρια, η πρωτεΐνη των μαυρομάτικων φασολιών είναι πλούσια στα αμινοξέα λυσίνη και τρυπτοφάνη, σε σύγκριση με σπόρους δημητριακών. Ωστόσο, είναι ελλιπής σε μεθειονίνη και κυστεΐνη σε σύγκριση με ζωικές πρωτεΐνες. Τα μαυρομάτικα φασόλια είναι επίσης μια πλούσια πηγή μετάλλων και βιταμινών (Hall, 2004) και έχουν από τα υψηλότερα επίπεδα σε φολικό οξύ (βιταμίνη B₉) μεταξύ όλων των τροφίμων, που βοηθά στην πρόληψη ελαττωμάτων σπονδυλικής στήλης σε αγέννητα παιδιά.

Τα νεαρά φύλλα, οι λοβοί και οι σπόροι της βίγνας είναι πλούσιες πηγές βιταμινών και ανόργανων στοιχείων (ιδιαίτερα ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και σιδήρου), επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της διατροφής των ανθρώπων και των ζώων (Πίνακας 1.8). Σε σπόρους διαφόρων ποικιλιών μαυρομάτικου φασολιού έχουν προσδιοριστεί τα ακόλουθα στοιχεία: Al, Ca, Mg, V, Mn, Br, Cl, K, Na, Zn, Cu, Ta, Si και I, εκ των οποίων πέντε (Na, K, Mg, Ca και Cl) αποτελούν σημαντικά στοιχεία για τη διατροφή του ανθρώπου και άλλα τέσσερα (Mn, Zn, V, Cu και I) σημαντικά ιχνοστοιχεία (Nielsen *et al.*, 1997, Asante *et al.*, 2007).

Όμως, όπως και άλλα όσπρια, τα μαυρομάτικα φασόλια περιέχουν ορισμένους αντιδιατροφικούς/αντιδιαιτητικούς παράγοντες (ANFs – antinutritional factors) που περιορίζουν την κατανάλωση και χρήση τους, όπως φυτικό οξύ,

αναστολέα τρυψίνης, αιμογλουτίνη, υδροκυάνιο, σαπωνίνες, ταννίνες και φαινολικές ενώσεις καθώς και δύσπεπτους ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφιφνόζης (RFOs – raffinose family oligosaccharides – Πίνακας 1.7) (Owolabi et al, 2012, Udensi et al, 2007).

Στον Πίνακα 1.8 παρουσιάζεται το περιεχόμενο των νωπών λοβών αμπελοφάσουλου σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία σε αντιδιαστολή με το αντίστοιχο περιεχόμενο σε σπέρματα μαυρομάτικου φασολιού.

1.4. Επίδραση του σταδίου ανάπτυξης του λοβού στα ποιοτικά και φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τους Omueti *et al.* (1986), σε λοβούς αμπελοφάσουλου (*Vigna unguiculata* Walp. cv. Dinner) που είχαν συλλεχθεί σε διάφορα στάδια της ανάπτυξής τους, βρέθηκε ότι το μήκος, το νωπό και ξηρό βάρος του λοβού, το ποσοστό σε ξηρά ουσία, το περιεχόμενο σε άμυλο, και η αναλογία σακχάρων και αμύλου ανά μονάδα επιφάνειας αυξήθηκαν με την ηλικία του λοβού. Η αναλογία των σακχάρων ως προς το μέγεθος του λοβού ήταν μεγαλύτερη σε λοβούς ηλικίας μεταξύ 11 και 13 ημερών. Το περιεχόμενο των λοβών σε μεταλλικά στοιχεία εκτός από τον Fe μειώθηκε με την ανάπτυξη των λοβών. Οι λοβοί που συγκομίστηκαν μεταξύ 7 - 10 ημερών από την άνθηση ήταν ξεκάθαρα πιο νόστιμοι και με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικές ουσίες και ως εκ τούτου, από θρεπτικής αξίας, οι πιο αποδεκτοί για κατανάλωση.

Πιο αναλυτικά, από την προαναφερθείσα έρευνα προέκυψε ότι:

1. Το νωπό βάρος του λοβού ήταν μεγαλύτερο μεταξύ 10-14 ημέρες από την άνθηση (HMA) σε σχέση με τα προγενέστερα ή μετέπειτα στάδια ανάπτυξης των λοβών, γιατί πριν οι λοβοί δεν είχαν αποκτήσει ικανοποιητικό μέγεθος και μετέπειτα αρχίζει η ξήρανσή τους και απώλειες λόγω μεταβολισμού.

Πίνακας 1.8: Σύσταση νωπών λοβών αμπελοφάσουλου και σπερμάτων μαυρομάτικου φασολιού ανά 100 g προϊόντος (Από: USDA, 2016).

	νωπός λοβός (αμπελοφάσουλο)	ώριμος σπόρος (μαυρομάτικο φασόλι)
Νερό (g)	86,00	11,95
Ενέργεια (kcal)	44	336
Πρωτεΐνες (g)	3,30	23,52
Ολικά λιπίδια (fat) (g)	0,30	1,26
Τέφρα (g)	0,90	3,24
Υδατάνθρακες (g)	9,50	60,03
Ίνες, ολικές διαιτητικές (g)	3,3	10,6
Ολικά Σάκχαρα (g)	5,04	6,90
Θρεπτικά στοιχεία		
Ασβέστιο, Ca (mg)	65	110
Σίδηρο, Fe (mg)	1,00	8,27
Μαγνήσιο, Mg (mg)	58	184
Φώσφορος, P (mg)	65	424
Κάλιο, K (mg)	215	1112
Νάτριο, Na (mg)	4	16
Ψευδάργυρος, Zn (mg)	0,34	3,37
Χαλκός, Cu (mg)	0,100	0,845
Μαγγάνιο, Mn (mg)	0,308	1,528
Σελήνιο, Se (mg)	0,9	9,0
Βιταμίνες		
Βιτ. C (ασκορβικό οξύ) (mg)	33,0	1,5
Βιτ. B1 (θειαμίνη) (mg)	0,150	0,853
Βιτ. B2 (ριβοφλαβίνη) (mg)	0,140	0,226
Βιτ. B3 (νιασίνη) (mg)	1,200	2,075
Βιτ. B5 (παντοθενικό οξύ) (mg)	0,945	1,496
Βιτ. B6 (mg)	0,173	0,357
Βιτ. B9 (φολικό οξύ) (mg)	4	633
Βιτ. B-12 (μg)	0,00	0,00
Βιτ. A, RAE (μg)	80	3
Ρετινόλη (μg)	0	0
Βιτ. A, (IU)	1600	50
Βιτ. E (α-τοκοφερόλη) (mg)	0,49	0,39
Βιτ. D (D2+D3) (μg)	0,0	0,0
Βιτ. D (IU)	0	0
Βιτ. K (φυλλοκινόνη) (μg)	31,5	5,0
Λιπίδια		
Λ. οξέα, ολικά κορεσμένα (g)	0,079	0,331
Λ. οξέα, ολικά μονοακόρεστα (g)	0,027	0,106
Λ. οξέα, ολικά πολυακόρεστα (g)	0,127	0,343
Λ. οξέα, ολικά trans (g)	0,000	0,000
Χοληστερόλη (mg)	0	0
Άλλα		
Καφεΐνη (mg)	0	0

2. Η ξηρά ουσία των λοβών παρουσίασε μέγιστη τιμή (14-15%) στους λοβούς 13-14 ΗΜΑ, με κάποια διαφορά μεταξύ των εποχών καλλιέργειας, που προκαλείται ενδεχομένως από την υγρασία του εδάφους και τις μεταβολές του καιρού.
3. Η αναλογία των ακατέργαστων ινών στους νεότερους λοβούς (5-9 ΗΜΑ) ήταν 20% και μεγαλύτερη από ότι στους πιο ανεπτυγμένους (9-13 ΗΜΑ - 12-15%). Αυτό συμβαίνει επειδή οι σπόροι είναι μικροί στους νεότερους λοβούς, επομένως τα τοιχώματα του λοβού που κυρίως περιέχουν ίνες συμμετέχουν με μεγαλύτερη αναλογία στο συνολικό βάρος του λοβού. Όμως, αργότερα, με την ταχεία ανάπτυξη των σπόρων και την κινητοποίηση των μεταβολιτών, η ποσοστιαία συνεισφορά των συστατικών του τοιχώματος των λοβών μειώνεται.
4. Το περιεχόμενο των λοβών σε διαλυτές πρωτεΐνες μειώνεται με την ηλικία, με το επίπεδό τους να κυμαίνεται μεταξύ 23-31% (επί ξηρού βάρους λοβού), σε λοβούς 9-11 ΗΜΑ. Το περιεχόμενο αυτό είναι χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο ξηρών σπερμάτων μαυρομάτικου φασολιού (*Vigna unguiculata*) και του είδους *Psophocarpus tetragonolobus* (27 και 29% επί ξηρού βάρους, αντίστοιχα), αλλά περισσότερο από αυτό αναφέρθηκαν για τους λοβούς του μπιζελιού (*Pisum sativum*) του νωπού φασολιού (*Phaseolus vulgaris*) και του *Cajanus cajan* (18, 21 και 22% επί ξηρού βάρους αντίστοιχα). Στους νεότερους λοβούς τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης φαίνεται πως χρησιμοποιούνται στην περαιτέρω ανάπτυξή τους, ενώ σε μεγαλύτερης ηλικίας λοβούς συσσωρεύονται, έτσι ώστε η περιεκτικότητα των λοβών σε πρωτεΐνες να μειώνεται.
5. Η ολική οξύτητα ήταν υψηλότερη στους νεότερους λοβούς με κάποια διαφορά μεταξύ των εποχών καλλιέργειας.
6. Η περιεκτικότητα των λοβών σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), μειώθηκε με την ηλικία τους.
7. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξήθηκε με την ηλικία φθάνοντας σε μέγιστη τιμή (7,9%) σε λοβούς 11-13 ΗΜΑ, ενώ σε άλλο έτος καλλιέργειας το μέγιστο παρατηρήθηκε σε λοβούς 9 ΗΜΑ.
8. Αντίστοιχα, το περιεχόμενο των λοβών σε άμυλο αυξήθηκε με την ηλικία (με μεγάλη μεταβολή από την 9 ΗΜΑ και μετά),

9. Η περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία των αναπτυσσόμενων λοβών έτεινε να μειώνεται με την ηλικία, με μικρές διαφορές να συμβαίνουν μεταξύ των λοβών που συγκομίζονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και διαφορετικά έτη. Το περιεχόμενο σε Mg ήταν υψηλότερο σε λοβούς 5-7 HMA, σε Ca ήταν επίσης μεγαλύτερο στους νεότερους λοβούς, όπως και σε P και K με μέγιστες τιμές στους λοβούς 5 HMA, ενώ ίδιο πρότυπο ακολουθείται και για τα Cu, Mn, Zn. Αντίθετα, δεν υπήρξε σαφής τάση στη συσσώρευση Fe από τους αναπτυσσόμενους λοβούς.

Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε υψηλότερο περιεχόμενο σε θρεπτικά στοιχεία σε νεότερους σε σχέση με μεγαλύτερους λοβούς. Με εξαίρεση τον χαλκό, το περιεχόμενο των λοβών του αμπελοφάσουλου σε ανόργανα στοιχεία ήταν χαμηλότερο από εκείνα που έχουν αναφερθεί σε άλλα πράσινα λαχανικά (Omueti, 1982), αν και ήταν υψηλότερα σε σχέση με αυτά που αναφέρονται σε σπόρους μαυρομάτικου φασολιού (Del Rosario *et al.*, 1981, Oke, 1967). Εξάλλου, είναι γνωστό ότι οι νωποί λοβοί του αμπελοφάσουλου αποτελούν πλούσια πηγή Ca, Mg, K και Fe.

Παρά τις υψηλότερες τιμές νωπού βάρους και αναλογίας ξηράς ουσίας στους λοβούς 10-14 HMA, ως άριστο στάδιο συγκομιδής των λοβών για νωπή κατανάλωση προσδιορίστηκαν οι 7-10 ημέρες HMA, όταν οι λοβοί ήταν πιο τραγανοί, χυμώδεις και ζουμεροί. Μετά τις 14 HMA, παρατηρήθηκε παύση στη σύνθεση μεταβολιτών στους λοβούς, ταχεία αποξηράνσή τους και μαύρισμα, επομένως οι λοβοί σε αυτό το στάδιο και μετέπειτα δεν μπορούν να καταναλωθούν ως νωπό λαχανικό.

1.5. Τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί (landraces)

Η αδιαμφισβήτητη ανωτερότητα σε επίπεδο ποιότητας και απόδοσης των σύγχρονων ποικιλιών σε σχέση με τις παραδοσιακές αντίστοιχες ποικιλίες, σε συνδυασμό με την εντατικοποίηση της γεωργίας και τις απαιτήσεις της αγοράς για υψηλή απόδοση και ομοιογένεια, έχει οδηγήσει στην αντικατάστασή τους από λίγες και εκλεκτές βελτιωμένες ποικιλίες και υβρίδια και κατά συνέπεια στη μείωση της βιοποικιλότητας και τη γενετική διάβρωση με άμεση συνέπεια των παραπάνω,

ένα μεγάλο μέρος του παραδοσιακού υλικού που μας κληροδότησαν οι προηγούμενες γενεές να έχει χαθεί (Stavropoulos *et al.*, 2006).

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, περίπου το 75% του φυτικού υλικού και το 90% των τοπικών ποικιλιών έχουν εκλείψει μέσα στα τελευταία 100 χρόνια, καθώς οι γεωργοί σε όλο τον κόσμο έχουν εγκαταλείψει σταδιακά τις ποικιλίες που καλλιεργούσαν παραδοσιακά, για να καλλιεργήσουν βελτιωμένες ποικιλίες υψηλών αποδόσεων. Συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι η παγκόσμια διατροφή σήμερα να βασίζεται κατά 75% σε 12 μόνο φυτά, με κυριότερα το ρύζι, τον αραβόσιτο και το σιτάρι (FAO, 2004).

Οι φυτογενετικοί πόροι στην Ελλάδα είναι σημαντικοί και ο πλούτος αυτών αποδίδεται στο φυσικό περιβάλλον της χώρας μας όσον αφορά το μικροκλίμα και την ποικιλομορφία των εδαφικών και κλιματολογικών συνθηκών αλλά και τη μακρόχρονη γεωργική ιστορία. Η Ελλάδα θεωρείται, με βάση το μέγεθός της, από τις πλουσιότερες χώρες φυσικής βλάστησης άγριων συγγενικών ειδών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Οι τοπικές ποικιλίες, που αναφέρονται επίσης ως παραδοσιακές ποικιλίες, τοπικοί πληθυσμοί ή πληθυσμοί παραδοσιακής καλλιέργειας, αποτελούν σημαντικό φυτογενετικό πόρο κάθε περιοχής και αποτελούν ένα δυναμικό πληθυσμό ενός καλλιεργούμενου φυτικού είδους, ο οποίος έχει ιστορική προέλευση, ευδιάκριτη ταυτότητα και στερείται επίσημης γενετικής βελτίωσης, καθώς συχνά ποικίλλει γενετικά, προσαρμόζεται τοπικά και σχετίζεται με τα παραδοσιακά συστήματα καλλιέργειας (Camacho Villa *et al.*, 2005).

Είναι αποτέλεσμα της επιλογής των αγροτών που τις καλλιεργούσαν στον τόπο τους και της φύσης για εκατοντάδες χρόνια και έχουν συγκεκριμένο γενετικό χαρακτήρα, αναγνωρίζονται μορφολογικά, έχουν το όνομα που τους δόθηκε από τους γεωργούς και διακρίνονται για την προσαρμοστικότητά τους στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες και για τα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους (Harlan, 1992). Προσαρμόζονται διαφορετικά στον τύπο εδάφους, στο χρόνο ωρίμανσης και σποράς, το υψόμετρο, τη θρεπτική αξία, τη χρήση και άλλες ιδιότητες. Αναπτύσσονται σε χαμηλά επίπεδα λιπάνσεων και φυτοπροστασίας δίνοντας προϊόντα με σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά για τη διατροφή του ανθρώπου.

Οι ποικιλότητα που εμφανίζουν οι τοπικοί πληθυσμοί αφορά την ετερογένεια που εμφανίζουν στο:

- Χώρο (οφείλεται στην καλλιέργεια του ίδιου πληθυσμού σε διαφορετικά μέρη)
- Χρόνο (οφείλεται στην καλλιέργεια του ίδιου πληθυσμού με αλλαγές στο χρόνο σποράς ή με αλλαγή των κλιματικών συνθηκών)
- Μέσα στους πληθυσμούς (οφείλεται στην αλληλεπίδραση των συστατικών του πληθυσμού)

Η αξία που αποδίδεται σήμερα στις τοπικές ποικιλίες εντοπίζεται στο γεγονός ότι παρουσιάζουν ευρεία γενετική ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις και είναι κατάλληλες για γεωργία χαμηλών εισροών και τη βιολογική γεωργία στα πλαίσια της αειφορικής γεωργίας και διατήρησης της γεωργικής ποικιλομορφίας και της βιολογικής ποικιλότητας.

Συνδέονται άμεσα με την παράδοση, την επώνυμη μεταποίηση και την παραγωγή προϊόντων τοπικής ονομασίας κάθε περιοχής, με ιδιαίτερες συνταγές σχετικές με τα ήθη και έθιμα ή τη θρησκεία και τα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων αυτών. Έχει παρατηρηθεί ότι σε χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου, η διάδοση των τοπικών ποικιλιών συνδέεται άμεσα με το διαιτολόγιο των ανθρώπων στις χώρες αυτές και την επιλογή εκείνων των ποικιλιών που ανταποκρίνονται στα παραπάνω χαρακτηριστικά (Negri *et al.*, 2010).

Οι ποικιλίες αυτές μπορούν να κατοχυρωθούν πλέον στα πλαίσια της Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) ή της Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (Π.Γ.Ε) στα πλαίσια της Ε.Ε με σκοπό την προστασία, την αναγνώριση, την ανάδειξή τους και την προώθησή τους, κάτι που θα αποφέρει στους γεωργούς που τις καλλιεργούν ένα υψηλότερο εισόδημα (Θανόπουλος κ.α, 2008) το οποίο με τη σειρά του θα εξασφαλίσει αρχικά τη διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών αυτών από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες αλλά και θα συμβάλλει στην τόνωση της οικονομίας σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.

1.6. Σκοπός της εργασίας

Στα πλαίσια της αξιολόγησης διαφόρων τοπικών πληθυσμών βίγνας που καλλιεργούνται σε χώρες της νότιας Ευρώπης, στην παρούσα εργασία προσδιορίστηκαν διάφορα ποιοτικά, διατροφικά και αντιδιατροφικά χαρακτηριστικά των νωπών λοβών στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής από 37 τοπικούς πληθυσμούς που προέρχονται από την Ελλάδα, τη Πορτογαλία και την Ισπανία. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά ανάπτυξης, απόδοσης και παραγωγής θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των πληθυσμών αυτών με σκοπό την χρήση τους είτε σε βελτιωτικά προγράμματα, είτε ως αυτούσιες καλλιεργούμενες ποικιλίες με βελτιωμένα χαρακτηριστικά για την καλλιέργεια του αμπελοφάσουλου. Παράλληλα, λόγω της ανεπάρκειας δεδομένων σχετικά με τα ποιοτικά, διατροφικά και αντιδιατροφικά χαρακτηριστικά των λοβών του αμπελοφάσουλου, τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής αναμένεται να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά αυτά των λοβών του αμπελοφάσουλου, σε μια μεγάλη ποικιλία γονότυπων.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Φυτικό υλικό

Προσδιορίστηκαν διάφορα ποιοτικά, διαιτητικά και αντιδιαιτητικά χαρακτηριστικά στους νωπούς λοβούς 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (*Vigna unguiculata* ssp. *unguiculata* και *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) που προέρχονταν από την Πορτογαλία (19 τοπικές ποικιλίες, που ορίζονται ως "CP" και "Vg" πληθυσμοί), την Ισπανία (9 τοπικές ποικιλίες, που χαρακτηρίζονται ως «BGE" και "Vi4" πληθυσμοί) και την Ελλάδα (9 τοπικές ποικιλίες, που ορίζονται ως "AUA" πληθυσμοί και προέρχονται από την Άρτα, τη Λήμνο, τα Κύθηρα, τη Μύκονο, την Κύμη, τη Μεσσηνία, τη Σάμο, την Τήνο και τη Σαντορίνη) (Πίνακας 2.1), οι οποίες καλλιεργήθηκαν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2014 στον αγρό. Οι 37 αυτοί γονότυποι αμπελοφάσουλου καλλιεργήθηκαν από τα μέσα του Απρίλη έως τα τέλη του Οκτώβρη 2014 στον αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων, με τέσσερις επαναλήψεις και τρία φυτά ανά επανάληψη για κάθε γονότυπο. Η καλλιέργεια αυτή ήταν μέρος Διδακτορικής διατριβής της κα. Λαζαρίδη Ευσταθίας και Πτυχιακής εργασίας της κα. Σκουλούδη Μαρία-Άννα.

Μετά τη συγκομιδή των λοβών, προσδιορίστηκαν διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους (μήκος, βάρος, μέγιστη διάμετρος, αριθμός των κοιλοτήτων σπόρων, ένταση πράσινου χρώματος, ημέρες από την άνθηση μέχρι τη συγκομιδή σε σχέση με το μήκος και το βάρος του λοβού) σε λοβούς που συγκομίστηκαν σε 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης σε κάθε γονότυπο, προκειμένου να καθοριστεί το πιο κατάλληλο στάδιο της ανάπτυξης των λοβών για την κατανάλωσή τους ως φρέσκα λαχανικά. Ως κατάλληλο στάδιο συγκομιδής των νωπών λοβών σε κάθε πληθυσμό ορίστηκε η ανάπτυξη του λοβού μεταξύ 8-12 ημερών από την άνθηση κατά το οποίο ο λοβός είχε το μέγιστο δυνατό μήκος αλλά διατηρούσε σε ικανοποιητικό βαθμό την τρυφερότητά του (Εικόνα 2.1).

Πίνακας 2.1 Ονομασία και προέλευση των 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου που αξιολογήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Τοπικός πληθυσμός	Χώρα καταγωγής	Τοπικός πληθυσμός	Χώρα καταγωγής
Cp 4877	Πορτογαλία	BGE022146	Ισπανία
Cp 4906	“	BGE038474	“
Cp 5051	“	BGE038478	“
Cp 5128	“	BGE038479	“
Cp 5129	“	BGE039238 *	“
Cp 5131	“	BGE040000 *	“
Cp 5553	“	BGE040818 *	“
Cp 5556	“	BGE044375 *	“
Cp 5647	“	Vi4*	“
Cp 5648	“	AUA1	Ελλάδα
Vg50	“	AUA2	“
Vg52	“	AUA3	“
Vg56	“	AUA4	“
Vg59	“	AUA5	“
Vg60	“	AUA6	“
Vg65	“	AUA7	“
Vg67	“	AUA8	“
Vg69	“	AUA9	“
Vg72	“		

* Οι πληθυσμοί αυτοί ανήκουν στο υποείδος *V. unguiculata* var. *sesquipedalis*

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, στους λοβούς του κατάλληλου σταδίου ανάπτυξης για κάθε τοπική ποικιλία/γονότυπο, αξιολογήθηκαν διάφορα ποιοτικά, διατροφικά και αντιδιατροφικά χαρακτηριστικά όπως, η συνολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά, η ογκομετρούμενη οξύτητα, το περιεχόμενο των λοβών σε διαλυτές πρωτεΐνες, σε ολικές φαινολικές ουσίες, σε χλωροφύλλη, καρροτενοειδή + ξανθοφύλλες, σε νιτρικά και σε άμυλο, η συνολική αντιοξειδωτική δράση (χρησιμοποιώντας τις μεθόδους DPPH και FRAP), καθώς και το προφίλ των σακχάρων με ειδική αναφορά στα RFOs (ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης) με χρήση HPLC.



Εικόνα 2.1. Εικόνα λοβών αμπελοφάσουλου σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, ως προς τις ημέρες από την άνθηση έως τη συγκομιδή. Για τον συγκεκριμένο γονότυπο, οι 8 ΗΜΑ (μεσαίος λοβός) κρίθηκαν ως το καταλληλότερο στάδιο για συγκομιδή για κατανάλωση του λοβού ως νωπό λαχανικό.

2.2 Εργαστηριακές Μετρήσεις

Οι λοβοί, μετά τη συγκομιδή τους, μεταφέρθηκαν άμεσα στο εργαστήριο όπου και προσδιορίστηκαν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και

αποθηκεύτηκαν σε θάλαμο βαθιάς κατάψυξης (-80 °C) έτσι ώστε σταδιακά να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών.

2.2.1 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών έγινε με διαθλασίμετρο χειρός μοντέλο Schmidt & Haensch HR32B. Μικρή ποσότητα ολόκληρων λοβών αμπελοφάσουλου τεμαχίστηκε και πολτοποιήθηκε με οικιακό blender. Με τη χρήση σπάτουλας, λήφθηκε και μεταφέρθηκε μία σταγόνα χυμού στην ειδική υποδοχή του διαθλασίμετρου, ώστε να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών στο χυμό. Η ένδειξη του διαθλασίμετρου καταγράφηκε με ακρίβεια 0,2 °Brix και μετά τον υπολογισμό της θερμοκρασίας όπου γινόταν η μέτρηση (συνήθως στους 22 °C), έγινε διόρθωση των τιμών στους 20 °C. Σε κάθε δείγμα-πολτό λαμβάνονταν δύο μετρήσεις και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους.

2.2.2 Προσδιορισμός τιτλοδοτούμενης οξύτητας

Ο προσδιορισμός της οξύτητας πραγματοποιήθηκε με τιτλοδότηση. Από τον πολτό που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών λήφθηκαν 7,5 g και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο, όπου και προστέθηκε απεσταγμένο νερό έως 150 ml. Ακολούθησε καλή ανάδευση και διήθηση με τη χρήση πτυχωτού ηθμού (Macherey-Nagel MN 617we, Düren, Germany). Από το διήθημα, λήφθηκαν 2 δείγματα των 50 ml και μεταφέρθηκαν σε ευρύλαιμες κωνικές φιάλες. Διάλυμα NaOH (N/50) χρησιμοποιήθηκε για την αντίδραση της εξουδετέρωσης με τιτλοδότηση, το τέλος της οποίας προσδιορίστηκε με την αύξηση του pH του διηθήματος στο 8,1, με τη χρήση pHμετρου (Radiometer PHM250 pHmeter, Lyon, France). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε γραμμάρια μηλικού οξέος ανά 100 g νωπού βάρους καρπού.

2.2.3 Φωτομετρικός (χρωματομετρικός) προσδιορισμός χλωροφύλλης, καροτενοειδών και ξανθοφυλλών

Το περιεχόμενο των λοβών σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή+ξανθοφύλλες εκτιμήθηκε με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου των Arnon (1949) και Lichtentaler and Buschmann (2001).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 gr ζυγισμένο με ακρίβεια, από λοβούς που ήταν αποθηκευμένοι σε θάλαμο βαθιάς κατάψυξης. Στη συνέχεια, για την εκχύλιση προστέθηκαν 5ml διαλύματος αιθανόλης 80% και ομογενοποιήθηκε με μαχαίρι-ομογενοποιητή (Cat Unidrive X 1000D, CAT Scientific, Paso Robles, USA). Έπειτα, οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε ψυχόμενη φυγόκεντρο στους 5300rpm, 15 °C για 20 min (Sigma 4-16, Osterode am Harz, Germany) και μετά το πέρας της φυγοκέντρησης τα υπερκείμενα μεταφέρθηκαν σε άλλους ξεχωριστούς σωλήνες. Στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 5 ml διαλύματος εκχύλισης, ανακινήθηκαν καλά με τη βοήθεια vortex και η διαδικασία επαναλήφθηκε.

Διαδικασία: Τα υπερκείμενα που λήφθηκαν από τις δύο φυγοκεντρήσεις αναμείχθηκαν σε ένα σωλήνα για κάθε δείγμα και αραιώθηκαν με το διάλυμα εκχύλισης έως τα 20 ml. Στο διάλυμα αυτό με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου (Perkin-Elmer Lambda 1A, Waltham, Massachusetts, USA), έγινε μέτρηση της απορρόφησης στα 663, 647 και 470nm.

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης a, b και της ολικής σε mg/ml εκχυλίσματος χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις (Lichtentaler and Buschmann, 2001) :

- $C_a (\mu\text{g/ml}) = 12,25 \cdot A^{663} - 2,79 \cdot A^{647}$
- $C_b (\mu\text{g/ml}) = 21,50 \cdot A^{647} - 5,10 \cdot A^{663}$
- $C (\mu\text{g/ml}) = C_a + C_b$

Για τον προσδιορισμό των καροτενοειδών+ξανθοφυλλών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση (Lichtentaler and Buschmann, 2001):

- $C_{(x+c)} (\mu\text{g/ml}) = (1000 A^{470} - 1,82 C_a - 85,02 C_b) / 198$

2.2.4 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Τα ολικά φαινολικά εκτιμήθηκαν με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965), σύμφωνα με τους Velioglu et al. (1998).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 gr ζυγισμένο με ακρίβεια. Στη συνέχεια, για την εκχύλιση προστέθηκαν 4 ml διαλύματος αιθανόλης 80% ανά δείγμα και ομογενοποιήθηκε με ομογενοποιητή. Έπειτα, όλοι οι σωλήνες φυγοκέντρησης τοποθετήθηκαν σε orbital

shaker (200rpm) για 1h10' σε θερμοκρασία δωματίου και κατόπιν τοποθετήθηκαν σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (5300rpm, 18 °C για 15 min). Μετά τη φυγοκέντρηση διαχωρίστηκαν τα υπερκείμενα και μεταφέρθηκαν σε άλλους ξεχωριστούς σωλήνες. Στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 4 ml διαλύματος εκχύλισης και η διαδικασία επαναλήφθηκε. Τα υπερκείμενα που λήφθηκαν από τις δύο φυγοκεντρήσεις αναμείχθηκαν σε ένα σωλήνα για κάθε δείγμα.

Διαδικασία: Δείγματα όγκου 200 μl λήφθηκαν από τη μείξη των υπερκειμένων και τοποθετήθηκαν σε σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml. Προστέθηκαν 2,25 ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και ακολούθησε ανάδευση (με vortex). Μετά από 5 λεπτά παραμονής του διαλύματος αυτού σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκαν 2,25 ml υδατικού διαλύματος άνυδρου ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3 , 60 g/l), ακολούθησε ανάδευση σε vortex και μετά τη πάροδο 90 λεπτών σε θερμοκρασία δωματίου, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 765 nm με τη χρήση φασματοφωτόμετρου. Παράλληλα, μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαλυμάτων γαλλικού οξέος γνωστών συγκεντρώσεων για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εις διπλούν για κάθε δείγμα και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος ανά 100gr νωπού βάρους λοβού (mg GAE/100gr v.β λοβού).

2.2.5 Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας

Ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των λοβών πραγματοποιήθηκε στο εκχύλισμα που λήφθηκε από την εκχύλιση για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών.

Μέθοδος DPPH: Παρασκευάστηκε διάλυμα 0,06 mM DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) με διάλυση του αντιδραστηρίου σε μεθανόλη. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκαν 100 μl εκχυλίσματος και 3,9 ml διαλύματος DPPH, ακολούθησε καλή ανάδευση με vortex και τοποθέτηση των σωλήνων σε σκοτάδι. Μετά 10 min παραμονής των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε μέτρηση της απορρόφησής τους σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 515 nm. Παράλληλα, με τον ίδιο τρόπο μετρήθηκε η απορρόφηση πρότυπων διαλυμάτων Trolox (0-35μM) για την κατασκευή καμπύλης αναφοράς και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μM Trolox / 100 g. νωπού λοβού.

Μέθοδος FRAP: Η μέτρηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σύμφωνα με τη μέθοδο FRAP πραγματοποιήθηκε με παραλλαγή της μεθόδου των Benzie and Strain (1996). Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης 15 ml τοποθετημένους σε υδατόλουτρο στους 37 °C προστέθηκαν 3 ml αντιδραστηρίου FRAP (προθερμασμένο στους 37 °C - προετοιμάζεται με την ανάμιξη οξικού buffer 300mM-pH 3,6, διαλύματος TPTZ-2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine και διαλύματος χλωριούχου σιδήρου, σε αναλογία 10:1:1) και 0,05 ml εκχυλίσματος και έγινε καλή ανάδευση με vortex. Τα δείγματα παρέμειναν στους 37 °C για 30 min και αμέσως πραγματοποιήθηκε μέτρηση της απορρόφησής τους με φασματοφωτόμετρο, σε μήκος κύματος 593 nm. Η καμπύλη αναφοράς προετοιμάστηκε με βάση πρότυπα διαλύματα ασκορβικού οξέος (0-1mM) και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων κατά FRAP εκφράστηκε ως μM ασκορβικού οξέος ανά 100 g νωπού ιστού.

2.2.6 Προσδιορισμός διαλυτών σακχάρων με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (High-Performance Liquid Chromatography, HPLC)

Ο προσδιορισμός των διαλυτών σακχάρων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) σύμφωνα με τη μέθοδο των Piccaglia and Galletti (1988):

α. Εκχύλιση:

Από τα δείγματα που διατηρήθηκαν στους -80 °C λήφθηκε ποσότητα 1 g (νωπού ιστού) και τοποθετήθηκε σε σωλήνες φυγοκέντρησης 15ml. Προστέθηκαν 10ml πετρελαϊκού αιθέρα (petroleum ether) για απομάκρυνση λιπών και χρωστικών, ακολούθησε ανάδευση (vortex) και παραμονή σε ηρεμία σε θ. δωματίου για 10-20 min και ακολούθησε φυγοκέντρηση (5300 x g, 15 min, 10 °C) σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (Sigma 4-16, Osterode am Harz, Germany). Απομακρύνθηκε το υπερκείμενο υγρό και προστέθηκαν 3 ml αιθυλικής αλκοόλης (80%) στο στερεό υπόλειμμα ώστε να γίνει η πρώτη εκχύλιση των σακχάρων. Μετά από καλή ανάδευση (vortex), οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 65 °C. Μετά την πάροδο 25 min ακολούθησε φυγοκέντρηση κάτω από τις προηγούμενες συνθήκες και το υπερκείμενο υγρό (αλκοόλη) μεταφέρθηκε σε

νέους σωλήνες. Στους σωλήνες που περιέχουν το στερεό υπόλειμμα προστέθηκαν εκ νέου 2 ml αιθυλικής αλκοόλης και έγινε για 2η φορά η εκχύλιση των σακχάρων όπως περιγράφηκε προηγουμένως. Όμοια, το υπερκείμενο υγρό (αλκοόλη) μετά τη φυγοκέντρηση προστέθηκε στους σωλήνες που περιείχαν την αλκοόλη που προέκυψε από την πρώτη εκχύλιση. Οι σωλήνες με το εκχύλισμα μεταφέρθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65 °C όπου με διαβίβαση βιομηχανικού αζώτου πραγματοποιήθηκε εξάτμιση της αλκοόλης. Το στερεό υπόλειμμα που απομένει στους σωλήνες μετά την εξάτμιση της αλκοόλης περιέχει τα προς προσδιορισμό διαλυτά σάκχαρα. Σε κάθε σωλήνα προστέθηκαν 2 ml H₂O καθαρότητας HPLC και 12mg ενεργού άνθρακα (charcoal), ακολούθησε καλή ανάδευση (vortex) και φυγοκέντρηση (5300 x g για 10 min). Στο υπερκείμενο υγρό έγινε φιλτράρισμα με φίλτρο σύριγγας (Macherey-Nagel Chromafil PET 20/15 MS - Ø: 15mm - pore size: 0,20 µm) και το διάλυμα τοποθετήθηκε σε erpendorf σωλήνες, όπου και παρέμενε σε βαθιά κατάψυξη (-80 °C) έως τη μέτρηση στο HPLC.

β. προσδιορισμός των σακχάρων σε HPLC:

Η ανάλυση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε σε σύστημα υγρής χρωματογραφίας (HPLC) Shimadzu Prominence (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), με ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (refractive index-RI) Erma ERC-7511 (Erma Inc., Tokyo, Japan) και στήλες Supelco Supelcosil LC-NH₂ (5µm, 25cm x 4,6mm) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) για την ανάλυση της γλυκόζης, φρουκτόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης και Phenomenex Rezex RPM Monosaccharide Pb⁺² (30cm x 7.8mm) για την ανάλυση των RFOs (ραφφινόζη, σταχυόζη, βερμπασκόζη).

Η κινητή φάση αποτελείται από 80% ακετονιτρίλιο και 20% H₂O καθαρότητας HPLC (Fisher Scientific, Hampton, New Hampshire, USA) για τη στήλη Supelco Supelcosil LC-NH₂ και 100% H₂O καθαρότητας HPLC για τη στήλη Rezex RPM Monosaccharide Pb⁺² Η ροή της κινητής φάσης παρέμενε σταθερή (ισοκρατική λειτουργία) στο 1ml/min, με θερμοκρασία της στήλης στους 30°C για τη στήλη Supelco Supelcosil LC-NH₂ και με ροή 0,6 ml/min, και θερμοκρασία της στήλης στους 75°C για τη στήλη Rezex RPM Monosaccharide Pb⁺².

Και στις δύο περιπτώσεις 20µl δείγματος εισέρχονται στο σύστημα μέσω του εισαγωγέα (Rheodyne single mode manual injector). Η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε H/Y με το πρόγραμμα

Shimadzu LC solution (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των σακχάρων έγινε με βάση το χρόνο έκλυσης (retention time-RT) και το ύψος της κορυφής του χρωματογραφήματος χωριστά για κάθε σάκχαρο, με βάση πρότυπα διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων σακχάρων (φρουκτόζης, γλυκόζης, σακχαρόζης, μαλτόζης, σταχυόζης, ραφφινόζης και βερμπασκόζης). Ως όριο ανίχνευσης υπό τις προαναφερθείσες συνθήκες ανάλυσης προσδιορίστηκαν τα 50mg/l για τις φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη και μαλτόζη και τα 30mg/l για τις σταχυόζη, ραφφινόζη και βερμπασκόζη. Με βάση τις τιμές των συγκεντρώσεων των σακχάρων στα δείγματα, υπολογίστηκε το περιεχόμενο των λοβών του αμπελοφάσουλου σε σάκχαρο ως % αναλογία του νωπού τους βάρους. Ειδικότερα για τους ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (σταχυόζη, ραφφινόζη και βερμπασκόζη – RFO's) λόγω της δυσχέρειας πλήρους διαχωρισμού τους στα δείγματα, υπολογίστηκε συνολικά το περιεχόμενό τους στα φυτικά δείγματα με βάση τη συγκέντρωση της σταχυόζης, η οποία φαίνεται να αποτελεί το κυριότερο σάκχαρο αυτής της ομάδας στους προς εξέταση λοβούς σχεδόν σε όλους τους εξεταζόμενους γονότυπους.

2.2.7 Ποσοτικός προσδιορισμός αμύλου

Ο προσδιορισμός της περιεχόμενου των λοβών αμπελοφάσουλου σε άμυλο πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Dekker and Richards (1971) και Barham and Trinder (1972), ως εξής:

Στο στερεό υπόλειμμα που παρέμεινε στους σωλήνες φυγοκέντρωσης μετά την εκχύλιση των διαλυτών σακχάρων πραγματοποιήθηκε έκπλυση ώστε να απομακρυνθούν πλήρως τα διαλυτά σάκχαρα που είχαν πιθανά απομείνει. Προστέθηκαν 3 ml (80%) αλκοόλης, ανακατεύτηκαν καλά (vortex), οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 65 °C για 20 min και φυγοκεντρήθηκαν (5300 x g, 15 min, 10 °C). Το υπερκείμενο υγρό απορρίφθηκε και η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε για 2 φορές ακόμη και ακολούθησε και μια τρίτη, με 5 ml αιθυλικής αλκοόλης.

Στο στερεό υπόλειμμα προστέθηκαν 8ml διαλύματος NaOH (0,5N), ακολούθησε καλή ανάδευση (vortex) και αφέθηκαν σε ηρεμία σε θερμοκρασία δωματίου για 20 min ώστε να ζελατινοποιηθεί το άμυλο. Για την εξουδετέρωση

του NaOH προστέθηκαν 0.55 ml CH₃COOH (2M) ανά 1 ml NaOH (0,5N) και ακολούθησε φυγοκέντρηση (5300 x g, 15 min, 10 °C).

Από το υπερκείμενο υγρό μεταφέρθηκε σε νέους σωλήνες 1 ml και προστέθηκε 1 ml διαλύματος αμυλογλυκοζιδάσης (A7420 Sigma, from *Aspergillus niger*, 30-60 units/mg protein): 1,0-1,5 mg ενζύμου διαλύονται σε 10 ml buffer οξικού νατρίου, pH 4,5. Το εκχύλισμα με το ένζυμο επωάστηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 55 °C για μία ώρα, για τη μερική διάσπαση του αμύλου σε γλυκόζη και τελικά προστέθηκαν 0,4ml NaOH (1N) για την εξουδετέρωση του ενζύμου και την παύση της αντίδρασης.

0,5 ml από το διάλυμα (που περιέχει γλυκόζη ανάλογα με την αρχική συγκέντρωση αμύλου του δείγματος), τοποθετήθηκαν σε νέους σωλήνες και προστέθηκαν 2.5 ml αντιδραστηρίου GOD-POD (glucose oxidase/peroxidase) της εταιρίας Biosis (Βιοτεχνολογικές Εφαρμογές Ε.Π.Ε., Αθήνα). Μετά από καλή ανάμειξη (vortex), οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 37 °C για 15 min. Η απορρόφηση του παραγόμενου ερυθρού χρώματος μετρήθηκε σε μήκος κύματος 510 nm σε φασματοφωτόμετρο. Οι τιμές απορρόφησης που προέκυψαν συγκρίθηκαν με τις τιμές της καμπύλης αναφοράς που παρασκευάζεται παράλληλα με τα υπό μέτρηση δείγματα, με τη χρήση προτύπων διαλυμάτων αμύλου σε συγκεντρώσεις 0, 25, 50, 100, 150, 250, 500, 750 και 1000 mg l⁻¹.

2.2.8 Μέτρηση της συγκέντρωσης – NO₃ στους λοβούς.

Για τη μέτρηση των νιτρικών χρησιμοποιήθηκε η φασματοφωτομετρική μέθοδος της νιτροποίησης του σαλικυλικού οξέος σύμφωνα με τους Cataldo *et al.* (1975).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 gr ζυγισμένο με ακρίβεια. Στη συνέχεια, για την εκχύλιση προστέθηκαν 6 ml απεσταγμένου νερού σε κάθε δείγμα, ομογενοποιήθηκαν με ομονενοποιητή και τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 1 ώρα. Ακολούθησε φυγοκέντρηση (5300 rpm, 23 °C για 15 min) και λήψη του υπερκείμενου υγρού.

Διαδικασία: Σε κωνικές φιάλες με δείγματα όγκου 0,2 ml από κάθε υπερκείμενο υγρό προστέθηκαν 0,8 ml σαλικυλικού οξέος 5% ακολούθησε ανάδευση και παραμονή των δειγμάτων σε θερμοκρασία δωματίου για 20 min. Στη

συνέχεια, προστέθηκαν 19 ml NaOH (2N), έγινε καλή ανάδευση και αφέθηκαν σε ηρεμία για 20 min, μέχρι να έλθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου, έγινε μέτρηση της απορρόφησης των διαλυμάτων στα 410 nm. Η καμπύλη αναφοράς προετοιμάστηκε με βάση διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων NO₃ με τη χρήση KNO₃.

Η έκφραση των αποτελεσμάτων έγινε σε mg NO₃ ανά 100 gr νωπού βάρους ιστού.

2.2.9 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών πρωτεϊνών

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο Bradford (1976).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 gr νωπού ιστού ζυγισμένο με ακρίβεια. Στη συνέχεια, για την εκχύλιση προστέθηκαν 5 ml μέσου εκχύλισης [100mM Tris HCl, pH=7,5, 4mM reduced glutathione, 4% PVP (soluble, Sigma-Aldrich PVP-40)] σε κάθε δείγμα, ομογενοποιήθηκαν με ομογενοποιητή και τοποθετήθηκαν σε ψυγείο (5±1 °C) για 2 ώρες. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (5300 rpm, 10 °C για 15 min) και λήψη του υπερκείμενου υγρού.

Διαδικασία: Σε γυάλινους σωλήνες που δεν περιέχουν απορρυπαντικό τοποθετήθηκαν 1,4 ml απεσταγμένου νερού, 100 μl υπερκείμενου υγρού (δείγμα) και με ταυτόχρονη ανάδευση σε vortex, προσθήκη 1,5 ml αντιδραστηρίου Bradford (για την προετοιμασία του αντιδραστηρίου διαλύονται 100 mg Coomassie Blue G250 σε 50 ml αιθανόλης 95%, το διάλυμα κατόπιν αναμιγνύεται με 100ml διαλύματος 85% φωσφορικού οξέος και προστίθεται απεσταγμένο νερό ως το 1l). Ακολούθως έγινε μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο στα 595 nm. Η καμπύλη αναφοράς προετοιμάστηκε με βάση διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων BSA (bovine serum albumin).

Η έκφραση των αποτελεσμάτων έγινε σε mg πρωτεϊνών ανά 100 gr νωπού βάρους ιστού.

2.3 Στατιστική επεξεργασία

Σε κάθε μετρούμενο χαρακτηριστικό, πραγματοποιήθηκε ανάλυση μεταξύ των γονότυπων με μονοπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (one-way ANOVA) με σκοπό την κατάταξη όλων των παραδοσιακών ποικιλιών σύμφωνα με τις τιμές τους σε κάθε χαρακτηριστικό ποιότητας που προσδιορίστηκε. Όπου η ανάλυση της διασποράς έδειξε την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των γονότυπων, οι επιμέρους διαφορές εκτιμήθηκαν με πολλαπλές συγκρίσεις με βάση το κριτήριο του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επίσης ακολουθήθηκε η χρήση πολυμεταβλητών μεθόδων ανάλυσης (multivariate analysis), όπως η ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis) για την διάκριση πιθανών ομάδων μεταξύ των γονότυπων που παρουσιάζουν όμοια επίπεδα σε διάφορες ομάδες ποιοτικών χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη γεύση, το χρώμα, το περιεχόμενο σε αντιοξειδωτικά, σάκχαρα και αντιδιατροφικούς παράγοντες όπως τα νιτρικά και οι ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (RFOs). Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή πληροφοριών σχετικά με πιθανές σχέσεις και διαφορές όλων των ελεγχθέντων παραδοσιακών ποικιλιών, και, ενδεχομένως, για την εύρεση ομάδων των γονότυπων αυτών με κοινά ποιοτικά, διατροφικά ή αντιδιατροφικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος πιθανών θετικών συσχετίσεων μεταξύ διαφόρων ζευγών των προσδιορισθέντων ποιοτικών, διατροφικών και αντιδιατροφικών χαρακτηριστικών, που μπορεί να αποκαλύψει σχέσεις μεταξύ των ποιοτικών χαρακτηριστικών που έχουν κοινή επίπτωση στις ελεγχθείσες παραδοσιακές ποικιλίες.

3. Αποτελέσματα

3.1. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά λοβών

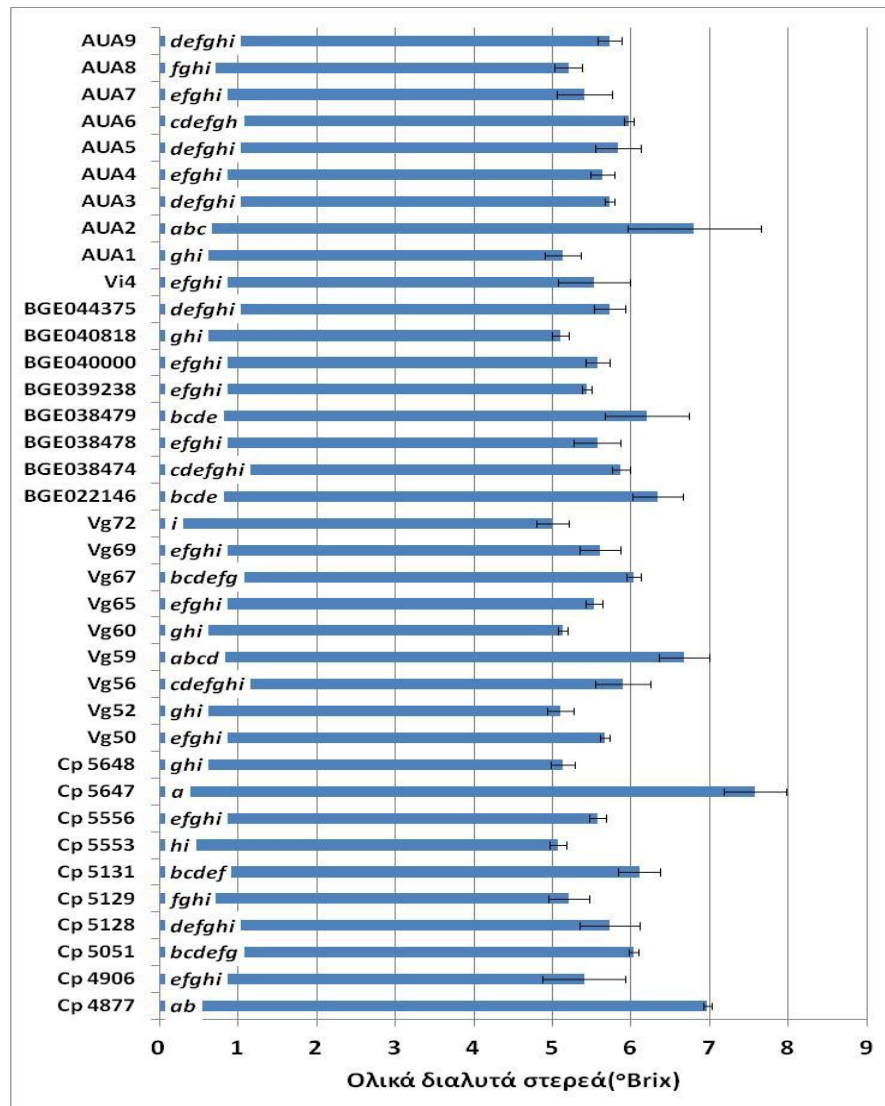
3.1.1 Γεύση λοβών (περιεχόμενο σε ΟΔΣ και σάκχαρα, τιτλοδοτούμενη οξύτητα)

Το περιεχόμενο των λοβών μεταξύ των διαφόρων γονότυπων σε ΟΔΣ, διαλυτά σάκχαρα και η τιτλοδοτούμενη οξύτητα χαρακτηρίζουν τη γεύση των λοβών, ιδιαίτερα το περιεχόμενο σε ΟΔΣ και σάκχαρα, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των λοβών του αμπελοφάσουλου σε οργανικά οξέα.

3.1.1.1 Περιεχόμενο λοβών σε ολικά διαλυτά στερεά (ΟΔΣ)

Στο Σχήμα 3.1. παρουσιάζεται το περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά των λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου.

Παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονότυπους, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν οι Cr 5647, Cr4877, AUA2 και Vg59. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Vg52, Vg60, Vg72, Cr5553, Cr5648, BGE040818, AUA1, και AUA8. Συνολικά, σχεδόν όλοι οι γονότυποι ξεπέρασαν τα 5 °Brix με αυτούς με τις υψηλότερες τιμές να ξεπερνούν τα 6,5 °Brix., φτάνοντας (Cr 5647) ως τα 7,5 °Brix.



Σχήμα 3.1. Περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά ($^{\circ}$ Brix) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

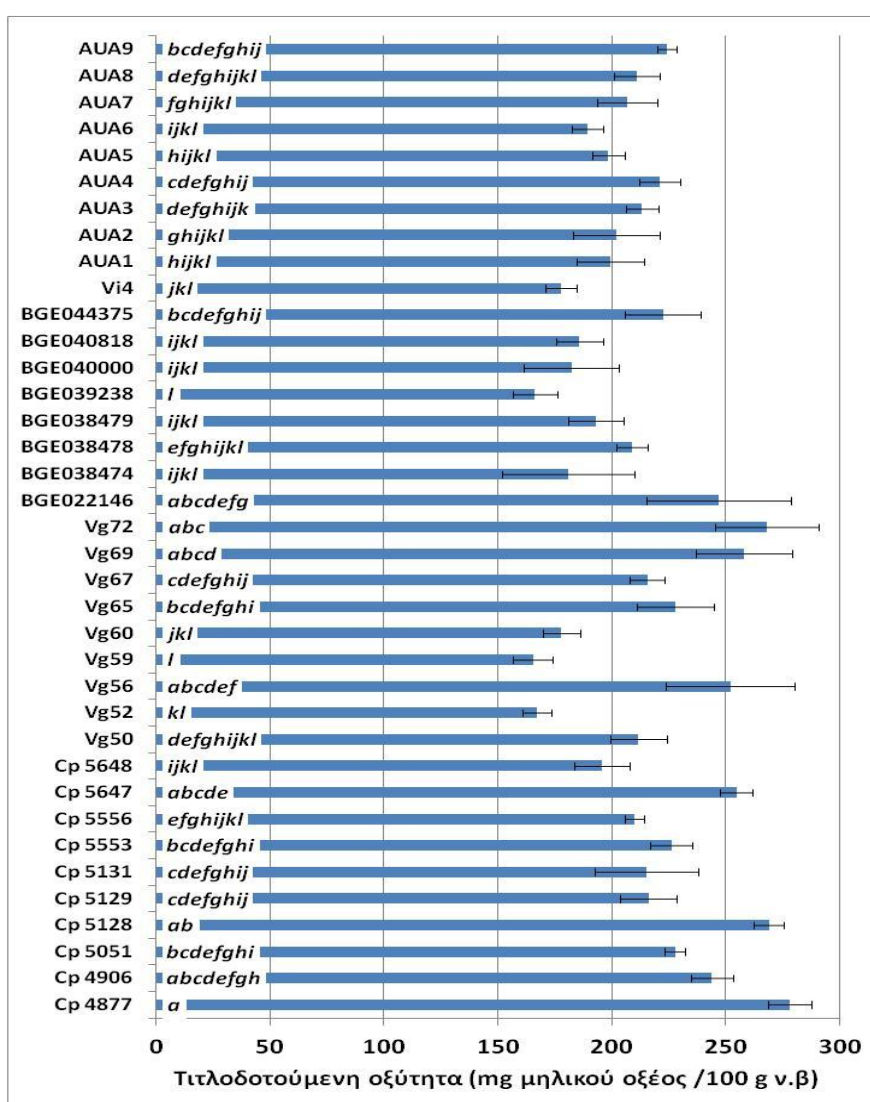
**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

3.1.1.2 Τιπλοδοτούμενη οξύτητα

Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η τιπλοδοτούμενη οξύτητα των λοβών 37 τοπικών πληθυσμών αμπελοφάσουλου. Όμοια, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονότυπους, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν οι Cp4877, Cp5128, Cp5647, Vg56, Vg69 και Vg72, φτάνουν ή ξεπερνούν τα 250 mg μηλικού οξέος/100g ν.β. Τις χαμηλότερες

τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Vg52, Vg59, Vg60, BGE039238 και Vi4.

Αν θεωρηθεί ότι και στους λοβούς του αμπελοφάσουλου γευστικότεροι θεωρούνται οι λοβοί με υψηλότερο περιεχόμενο σε ΟΔΣ και τιτλοδοτούμενη οξύτητα, οι γονότυποι Cr5647 και Cr4877 παρουσιάζουν υψηλό περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά και οξέα σε σχέση με τις υπόλοιπες τοπικές ποικιλίες, επομένως ενδεχομένως θα έχουν ανώτερη γεύση. Αντίθετα, η ποικιλία Vg52 παρουσίασε χαμηλό περιεχόμενο σε ΟΔΣ και σε οξέα.



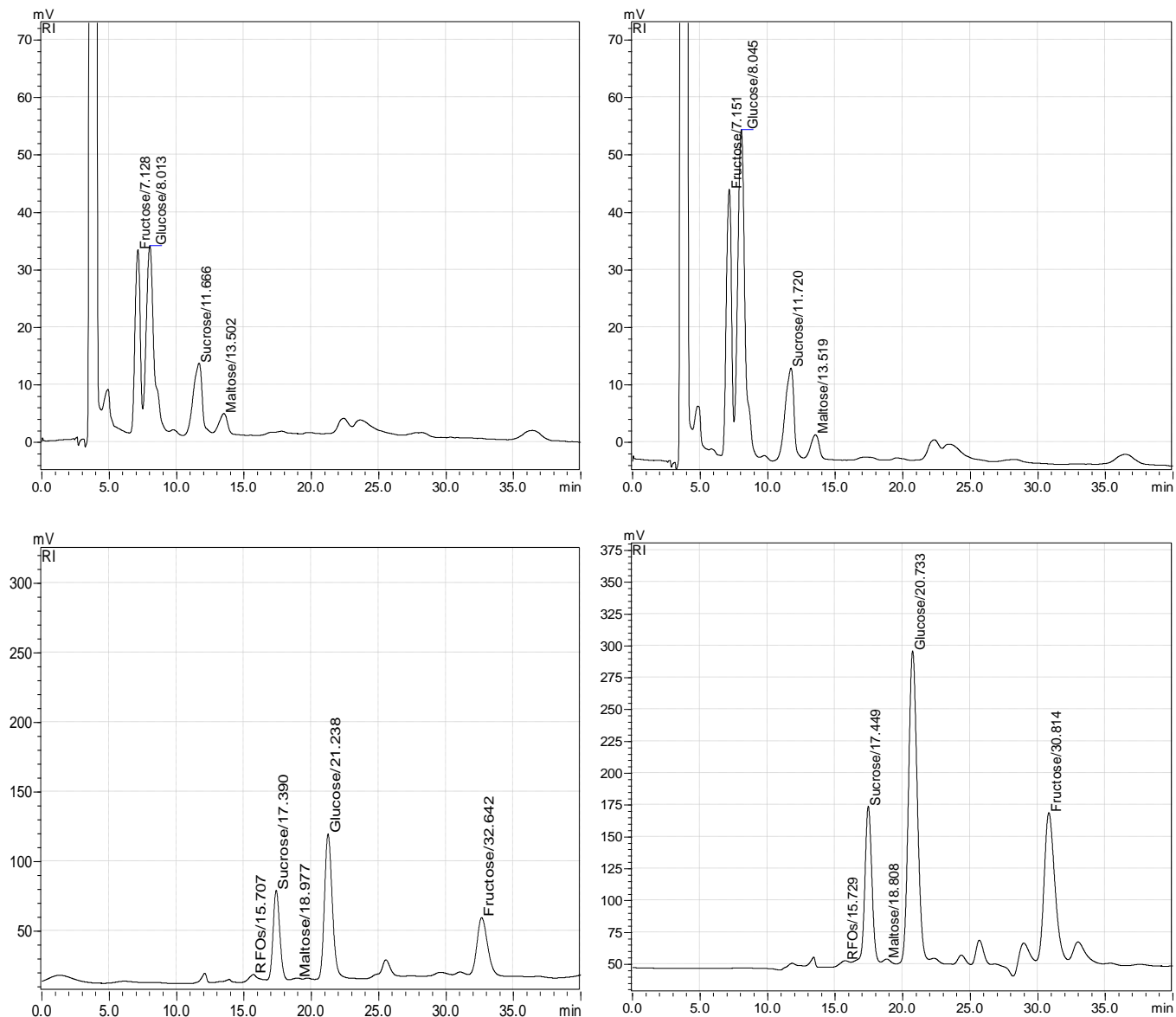
Σχήμα 3.2. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα (mg μηλικού οξέος / 100 g ν.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

3.1.1.3 Περιεχόμενο σε διαλυτά σάκχαρα

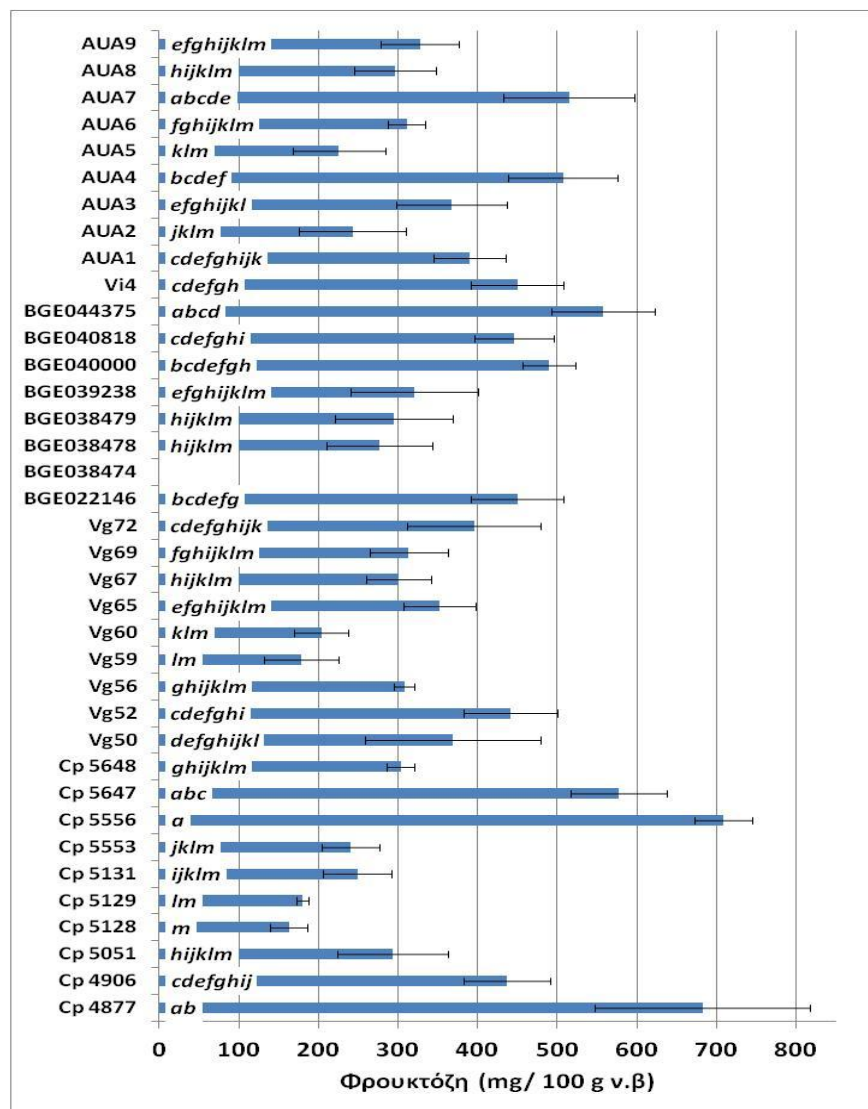
Στην εικόνα 3.1 παρουσιάζονται χαρακτηριστικά χρωματογραφήματα από την ανάλυση των διαλυτών σακχάρων των λοβών του αμπελοφάσουλου σε HPLC, με τη χρήση δύο στηλών και μεθόδων. Το προφίλ των διαλυτών σακχάρων των λοβών είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο ανεξάρτητα από τον εξεταζόμενο γονότυπο, παρουσιάζοντας μεγάλο αριθμό σακχάρων. Για το λόγο αυτό μετρήθηκε το ίδιο δείγμα δύο φορές σε δύο διαφορετικές ρυθμίσεις της HPLC, χρησιμοποιώντας μία στήλη Supelcosil LC-NH₂ για την ανάλυση της γλυκόζης, φρουκτόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης και μια στήλη Phenomenex Rezex RPM- Monosaccharide Pb⁺² για την ανάλυση των ολικών RFOs, δεδομένου ότι δεν ήταν δυνατό να διαχωριστεί ικανοποιητικά η βερμπασκόζη από τη σταχυόζη. Δεδομένου ότι η σταχυόζη είναι το κυρίαρχο RFO στους λοβούς cowpea, τα ολικά RFOs εκφράζονται με βάση το περιεχόμενο της σταχυόζης.

Όπως όμως φαίνεται στα χρωματογραφήματα, υπάρχουν ακόμα αρκετές κορυφές που πιθανά αντιστοιχούν σε μη προσδιορίσιμα σάκχαρα και οι οποίες έχουν αξιοσημείωτο εμβαδό, επομένως τα μη προσδιορίσιμα σάκχαρα πιθανά συνεισφέρουν σημαντικά στο περιεχόμενο των λοβών σε ολικά διαλυτά σάκχαρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το προφίλ των σακχάρων δεν μεταβλήθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό σε σχέση με τον γονότυπο που εξεταζόταν και στις δύο μεθόδους ανάλυσης που ακολουθήθηκαν, τουλάχιστον για τα σάκχαρα τα οποία προσδιορίστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν, αλλά παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την παρουσία ή όχι πρόσθετων κορυφών, οι οποίες πιθανά υποδηλώνουν την παρουσία διαφορετικών διαλυτών σακχάρων σε διάφορους γονότυπους, εκτός από τα ήδη προσδιορισμένα που απαντώνται σε όλους τους γονότυπους, αν και σε διαφορετικές συγκεντρώσεις.



Εικόνα 3.1. Χρωματογραφήματα ανάλυσης των διαλυτών σακχάρων λοβών δύο τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (AUA5 – αριστερά και Vg65 – δεξιά) με τη χρήση δύο στηλών, της Supelco Supelcosil LC-NH₂ (πάνω χρωματογραφήματα) και της Rezex RPM Monosaccharide Pb⁺² (κάτω χρωματογραφήματα). Στα χρωματογραφήματα αναγράφονται τα σάκχαρα που προσδιορίστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν, καθώς και ο χρόνος έκλουσης για καθένα από αυτά.

ι. Περιεχόμενο σε φρουκτόζη



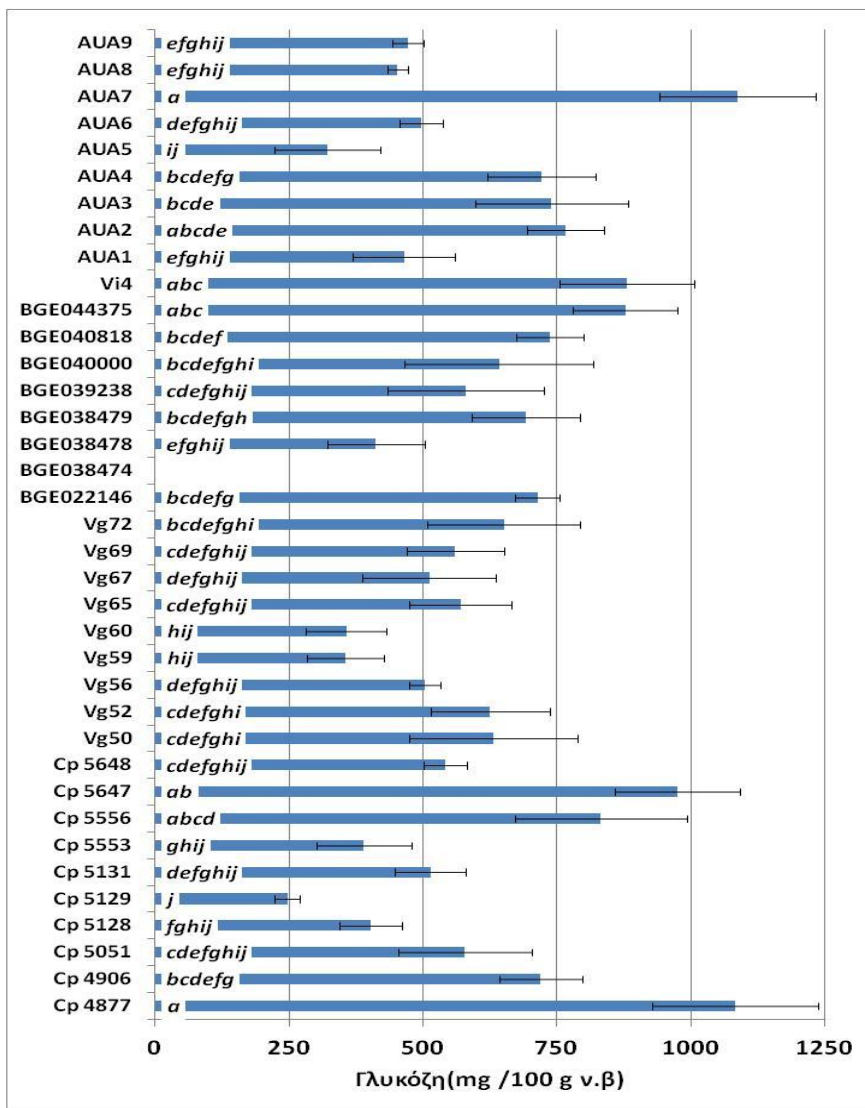
Σχήμα 3.3. Περιεχόμενο σε φρουκτόζη (mg / 100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.3, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονοτύπους όσον αφορά το περιεχόμενων των λοβών τους σε φρουκτόζη. Τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Cp4877, Cp 5556, Cp5647, BGE044375, AUA4 και AUA7, ξεπερνώντας τα 500 mg φρουκτόζης / 100 g v.β., ενώ τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους)

παρουσίασαν οι Cr5128, Cr 5129, Vg59, Vg60 και AUA5, με τιμές χαμηλότερες ή που ξεπερνούν ελαφρά τα 200 mg φρουκτόζης / 100 g ν.β.

ii. Περιεχόμενο σε γλυκόζη



Σχήμα 3.4. Περιεχόμενο σε γλυκόζη (mg/ 100 g ν.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Όσον αφορά το περιεχόμενο των λοβών σε γλυκόζη, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονοτύπους, με τις Cr4877, Cr

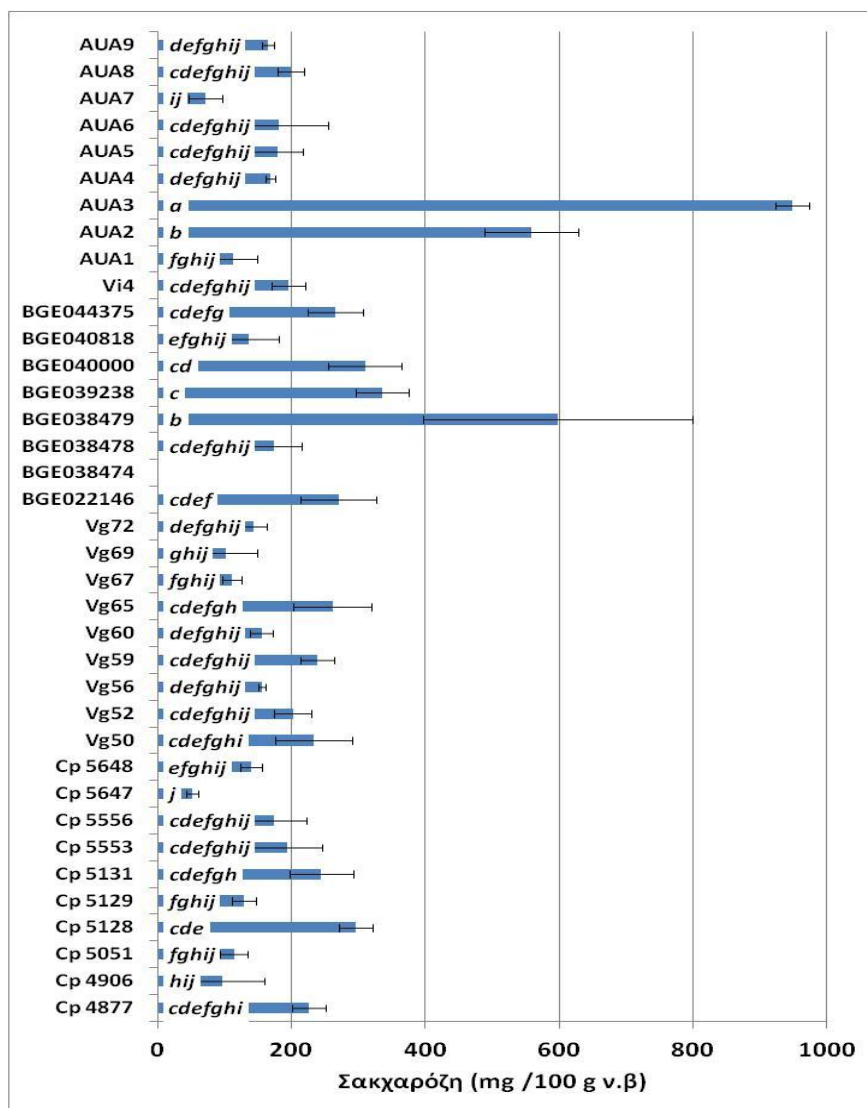
5556, Cr5647, BGE044375, Vi4, AUA2, AUA3 και AUA7, και να παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους). Οι λοβοί των γονότυπων αυτών περιέχουν περισσότερο από 750 mg γλυκόζης / 100 g v.β., ενώ οι Cr4877 και AUA7 ξεπερνούν τα 1000 mg γλυκόζης / 100 g v.β. Αντίθετα, οι Cr5128, Cr5129, Cr5553, BGE038478, Vg59, Vg60 και AUA5 παρουσιάζουν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους), κάτω από τα 400 mg γλυκόζης / 100 g v.β.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, οι γονότυποι που είχαν υψηλό ή χαμηλό περιεχόμενο σε φρουκτόζη, παρουσίασαν αντίστοιχη εικόνα και για τη γλυκόζη. Πράγματι, η συσχέτιση του περιεχομένου των λοβών σε γλυκόζη και φρουκτόζη στους εξεταζόμενους γονότυπους ήταν σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($r=0,84$) υποδηλώνοντας ότι στους περισσότερους γονότυπους το περιεχόμενο των λοβών σε φρουκτόζη και γλυκόζη συμμεταβάλλεται.

iii. Περιεχόμενο σε σακχαρόζη

Όσον αφορά το περιεχόμενο σε σακχαρόζη (Σχήμα 3.5), παρουσιάζονται εντονότερες διακυμάνσεις, με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζουν αρχικά η AUA3 (με στατιστικά σημαντική διαφορά από τους υπόλοιπους γονότυπους), ξεπερνώντας τα 900 mg σακχαρόζης / 100 g v.β., όταν οι περισσότεροι γονότυποι δεν ξεπερνούν τα 300 mg σακχαρόζης / 100 g v.β. και στη συνέχεια οι BGE039238 και AUA2 (με στατιστικά σημαντική διαφορά από όλους τους υπόλοιπους γονότυπους όχι όμως και μεταξύ τους). Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Cr4906, Cr5647, AUA7, και Vg69. Αντίθετα με το χαμηλό περιεχόμενό τους σε σακχαρόζη, οι Cr5647 και AUA7 παρουσίασαν πολύ υψηλό περιεχόμενο σε εξόζες (γλυκόζη και φρουκτόζη).

Σε αντίθεση με την σημαντική συσχέτιση φρουκτόζης-γλυκόζης, το περιεχόμενο των λοβών σε σακχαρόζη δεν παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση ($p=5\%$) με το αντίστοιχο περιεχόμενο των λοβών στα υπόλοιπα διαλυτά σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτόζη και RFOs).



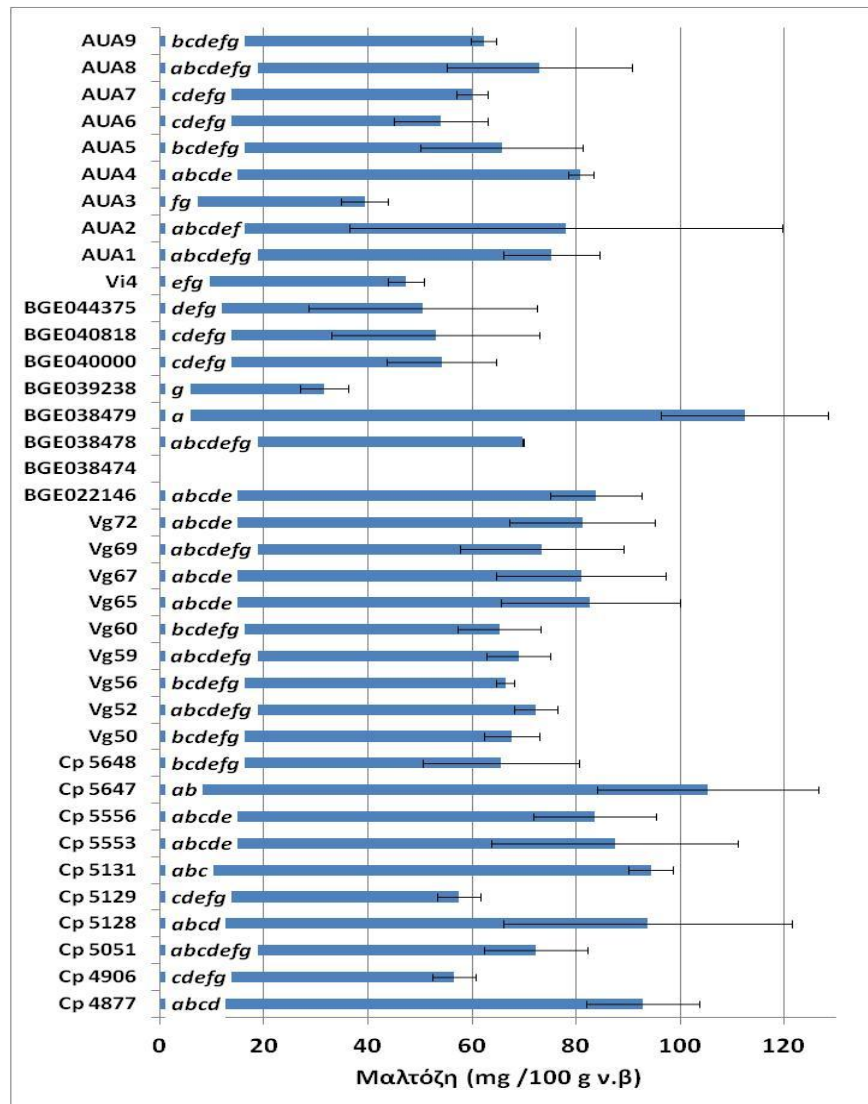
Σχήμα 3.5. Περιεχόμενο σε σακχαρόζη (mg / 100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

iv. Περιεχόμενο σε μαλτόζη

Σε γενικές γραμμές, το περιεχόμενο των λοβών του αμπελοφάσουλου σε μαλτόζη (Σχήμα 3.6) είναι χαμηλό (έως 100 mg μαλτόζης / 100 g v.β.), ενώ παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονοτύπους, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονοτύπους) να παρουσιάζουν οι Cp4877, Cp5128,

Cp5131, Cp 5647 και BGE038479. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι BGE039238, Vi4 και AUA3.

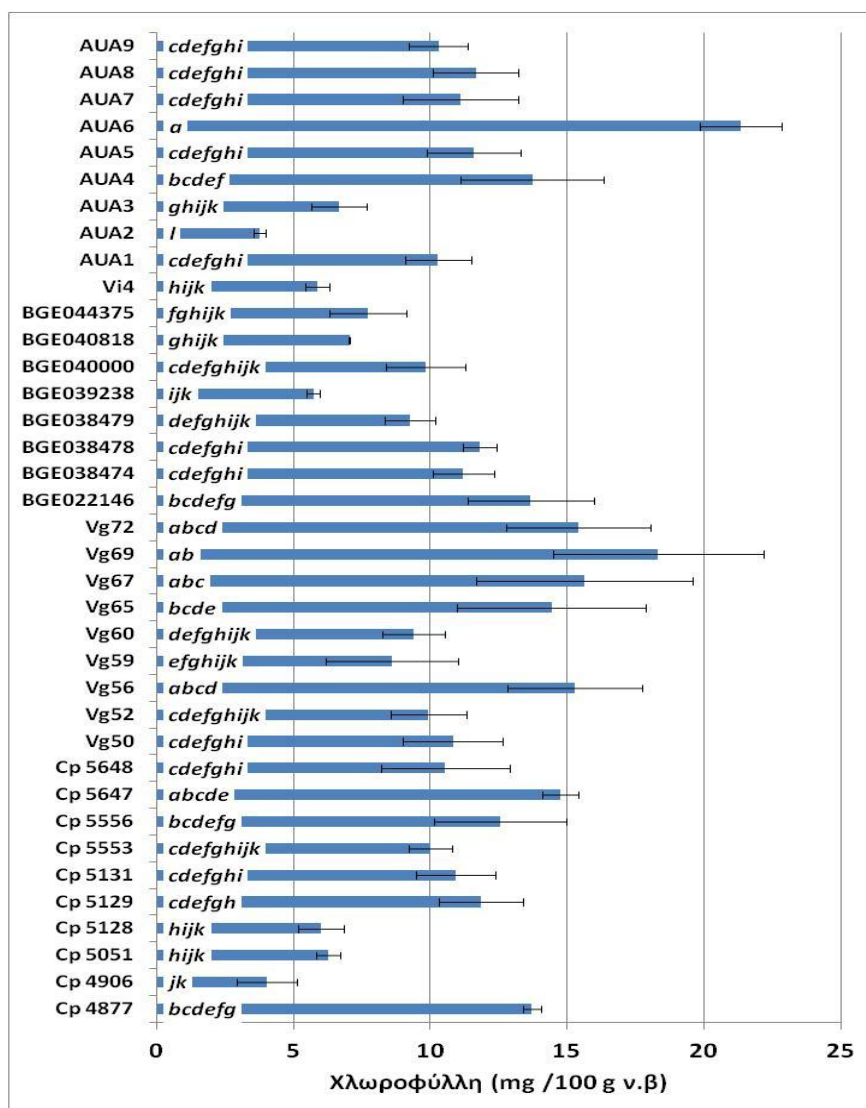


Σχήμα 3.6. Περιεχόμενο σε μαλτόζη (mg/ 100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.1.2. Χρώμα λοβών

3.1.2.1 Περιεχόμενο λοβών σε χλωροφύλλη



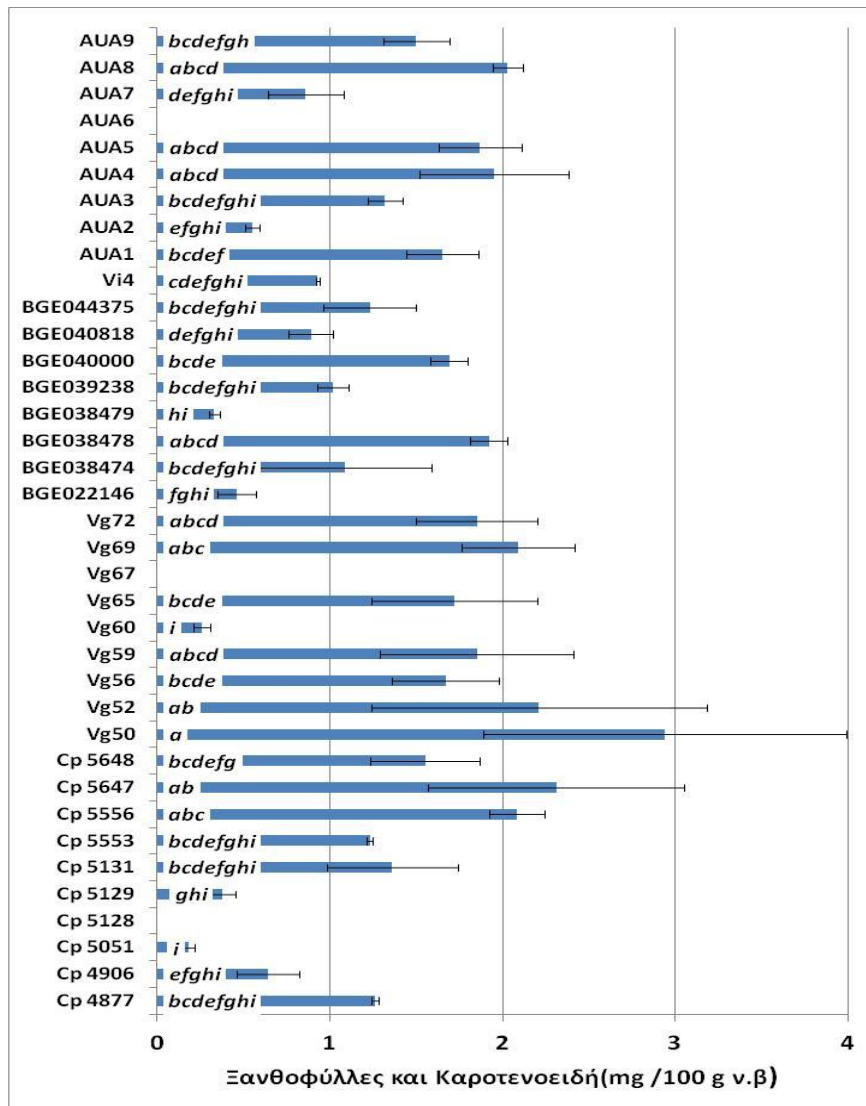
Σχήμα 3.7. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη (mg/ 100 g ν.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Λόγω της αδυναμίας μέτρησης του χρώματος με χρωματόμετρο, για την αξιολόγηση του πράσινου χρώματος των λοβών στους διάφορους γονότυπους, προσδιορίστηκε το περιεχόμενο των λοβών σε χλωροφύλλη. Από το Σχήμα 3.7 φαίνεται ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονοτύπους, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση

με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν πολλές από τις ποικιλίες Vg (Vg56, Vg65, Vg67, Vg69 και Vg72), η Cr5647 και η AUA6. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Cr4906, Cr5051, Cr5128, BGE039238, Vi4, AUA2 και AUA3.

3.1.2.2. Περιεχόμενο λοβών σε καροτενοειδή και ξανθοφύλλες



Σχήμα 3.8. Περιεχόμενο σε ξανθοφύλλες και καροτενοειδή (mg/ 100 g v.β) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

όπου δεν υπάρχουν μετρήσεις δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός καρροτενοειδών+ξανθοφυλλών

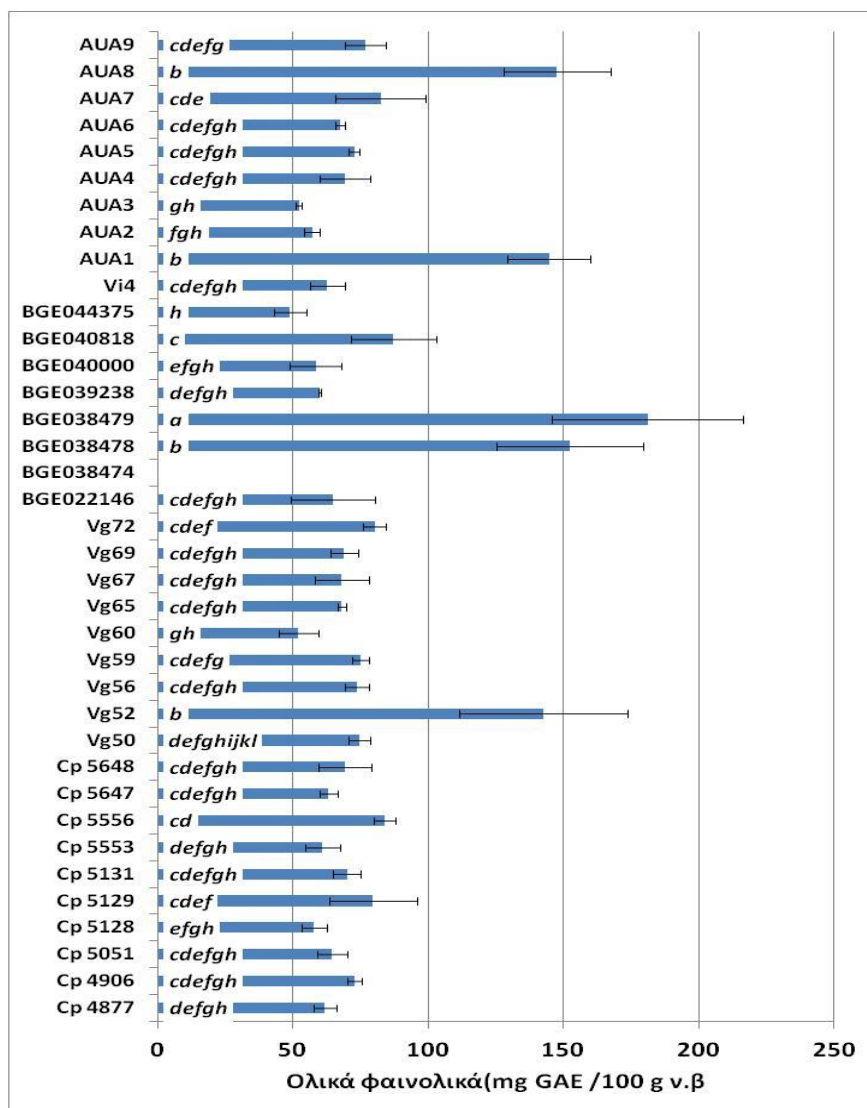
Όσον αφορά το περιεχόμενο των λοβών σε ξανθοφύλλες και καρροτενοειδή, παρουσιάστηκαν έντονες διακυμάνσεις ανάμεσα στους γονότυπους, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν οι Cr5556, Cr5647, Vg50, Vg52, Vg69 και AUA8 και τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν οι Cr5051, Cr5129, Vg 60 και BGE038479, ενώ στις Cr5128, Vg67 και AUA6 δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός καρροτενοειδών+ξανθοφυλλών λόγω του πολύ χαμηλού περιεχομένου τους.

Η μελέτη πιθανής συσχέτισης μεταξύ του περιεχομένου των λοβών σε χλωροφύλλη και καρροτενοειδή+ξανθοφύλλες στους προς μελέτη γονότυπους, έδειξε ότι δεν υπάρχει καμία συσχέτιση ($p=5\%$) μεταξύ των δύο αυτών χαρακτηριστικών που συμβάλλουν στο χρωματισμό των λοβών.

3.2. Αντιοξειδωτικές ουσίες και συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα

3.2.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ουσίες

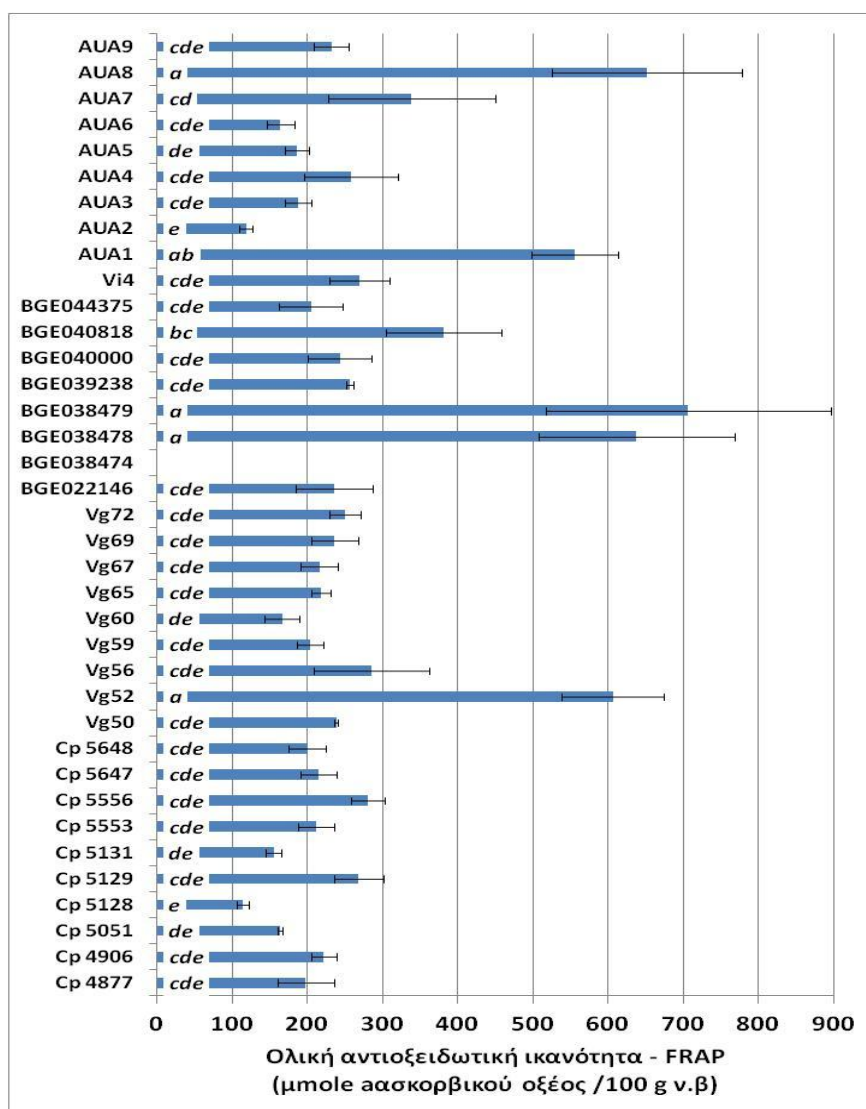
Σύμφωνα με το Σχήμα 3.9, το περιεχόμενο των λοβών σε ολικές φαινολικές ουσίες, παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις μεταξύ των τοπικών ποικιλιών που εξετάστηκαν, με τους γονότυπους BGE038479, BGE038478, AUA8, AUA1, και Vg52 να παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές (κοντά στα 150 mg GAE / 100 g v.β.) με σημαντική διαφορά σε σχέση με τους υπόλοιπους γονότυπους στους οποίους τα ολικά φαινολικά δεν ξεπερνούν τα 80 mg GAE / 100 g v.β., και στην πλειονότητά τους δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με τους υπόλοιπους γονότυπους πλην αυτών με τις υψηλότερες τιμές) παρουσίασαν οι BGE044375, Vg60, AUA3, AUA2, Cr5128 και BGE040000.



Σχήμα 3.9. Περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά (mg GAE/100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

3.2.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα (μέθοδος FRAP)

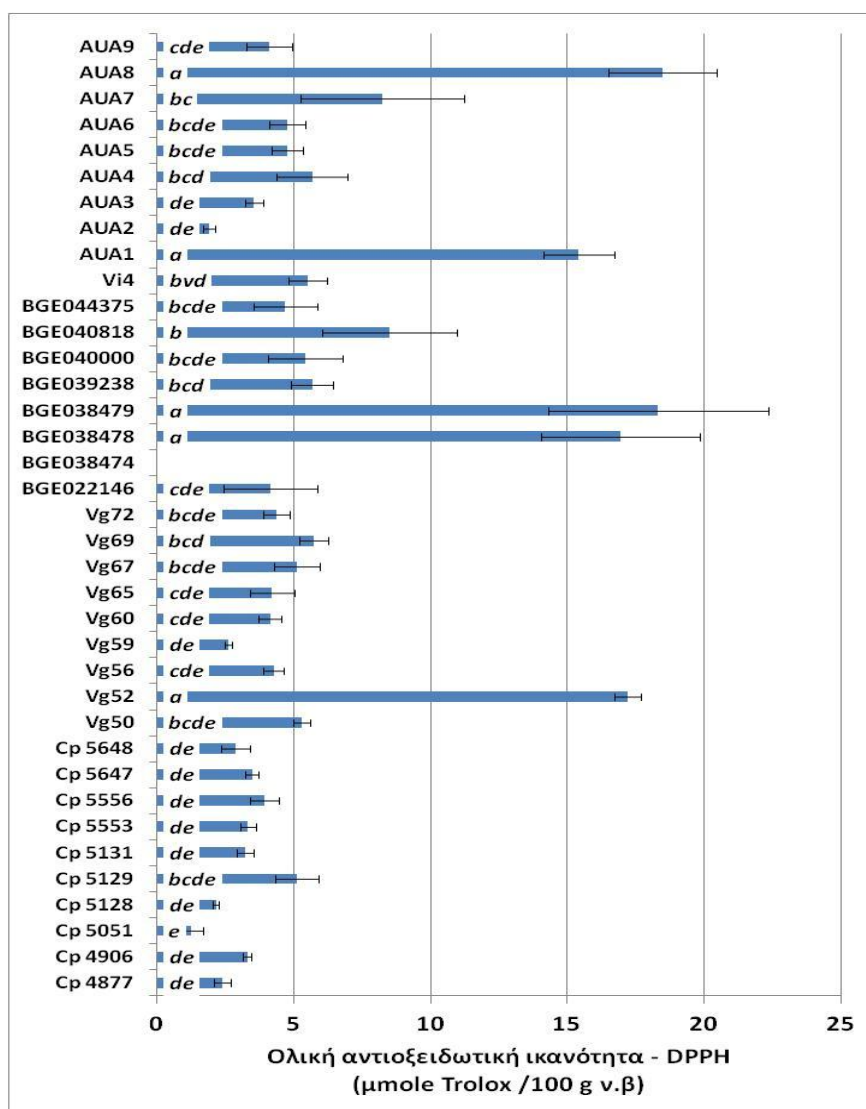


Σχήμα 3.10. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα - FRAP (μmole ασκορβικού οξέος/100 g ν.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

Όσον αφορά την εκτίμηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των λοβών με τη μέθοδο FRAP, παρουσιάζονται έντονες διακυμάνσεις κατ' αντιστοιχία με το περιεχόμενο των φαινολικών, ενώ τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους) παρουσίασαν οι BGE038479, AUA8, BGE038478 Vg52 και AUA1. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Cp5128, AUA2, Cp 5131, Cp 5051, Vg60 και AUA6.

3.2.3 Αντιοξειδωτική ικανότητα (μέθοδος DPPH)



Σχήμα 3.11. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα - DPPH (μmole Trolox/100 g v.β) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

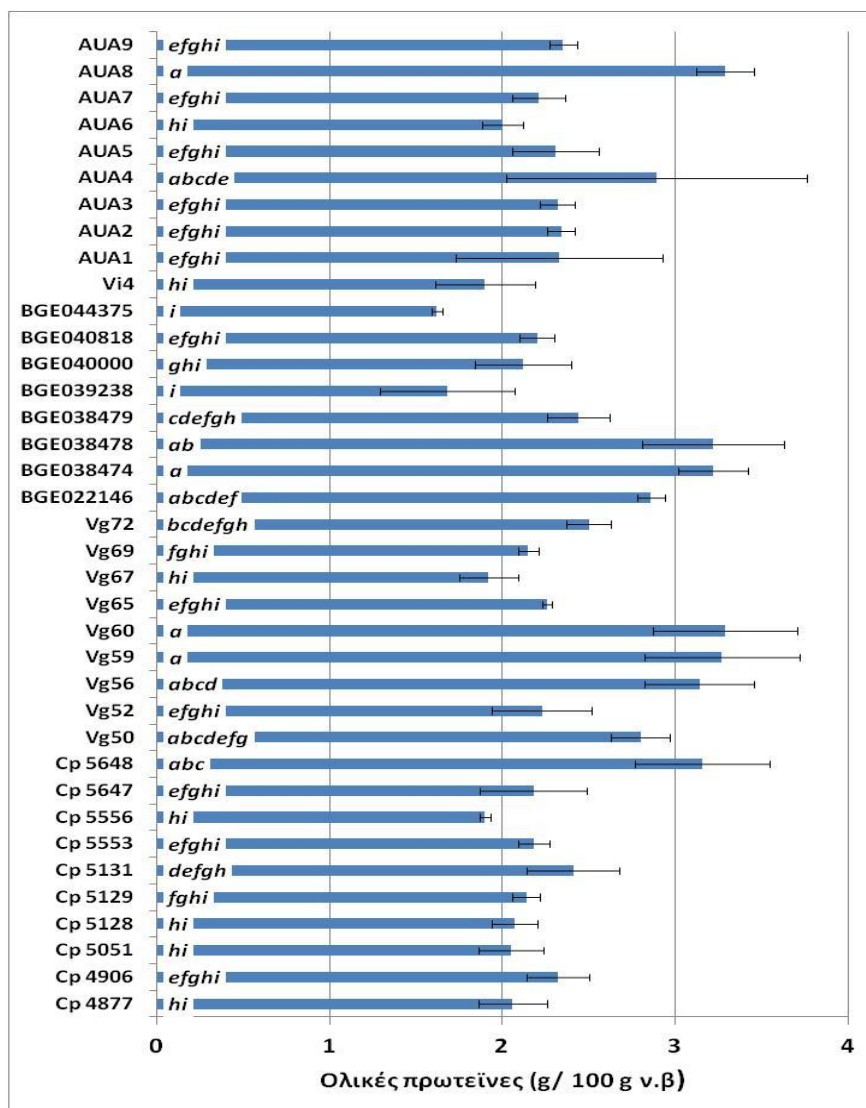
Αντίστοιχα με την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας κατά FRAP, η μέτρηση κατά DPPH εμφάνισε έντονες διακυμάνσεις μεταξύ των γονότυπων όπως και η FRAP, με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως και στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους) να παρουσιάζουν οι AUA8, BGE038479, Vg52, BGE038478 και AUA1. Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι Cp5051, AUA2, Cp5128, Cp4877, Vg59 και Cp5648.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης των λοβών του αμπελοφάσουλου (περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά, αντιοξειδωτικά κατά FRAP και DPPH), συσχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους, με συντελεστές συσχέτισης 0,96 (φαινολικά και FRAP), 0,94 (φαινολικά και DPPH) και 0,98 (FRAP και DPPH) (σημαντικοί σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).

3.3. Άλλα διατροφικά χαρακτηριστικά των λοβών

3.3.1 Περιεχόμενο σε ολικές διαλυτές πρωτεΐνες

Όσον αφορά το περιεχόμενο των λοβών σε ολικές πρωτεΐνες (Σχήμα 3.12), παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονότυπους με τις υψηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) να παρουσιάζουν οι Vg60, AUA8, Vg59, BGE038474, BGE038478, Cp 5648 και Vg56, στους οποίους το περιεχόμενο των λοβών σε διαλυτές πρωτεΐνες ξεπερνά το 3% v.β. Τις χαμηλότερες τιμές σε επίπεδα μεταξύ 1,5-2% v.β. (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι BGE044375, BGE039238, Vi4, Cp 5556, AUA6 και Vg67.



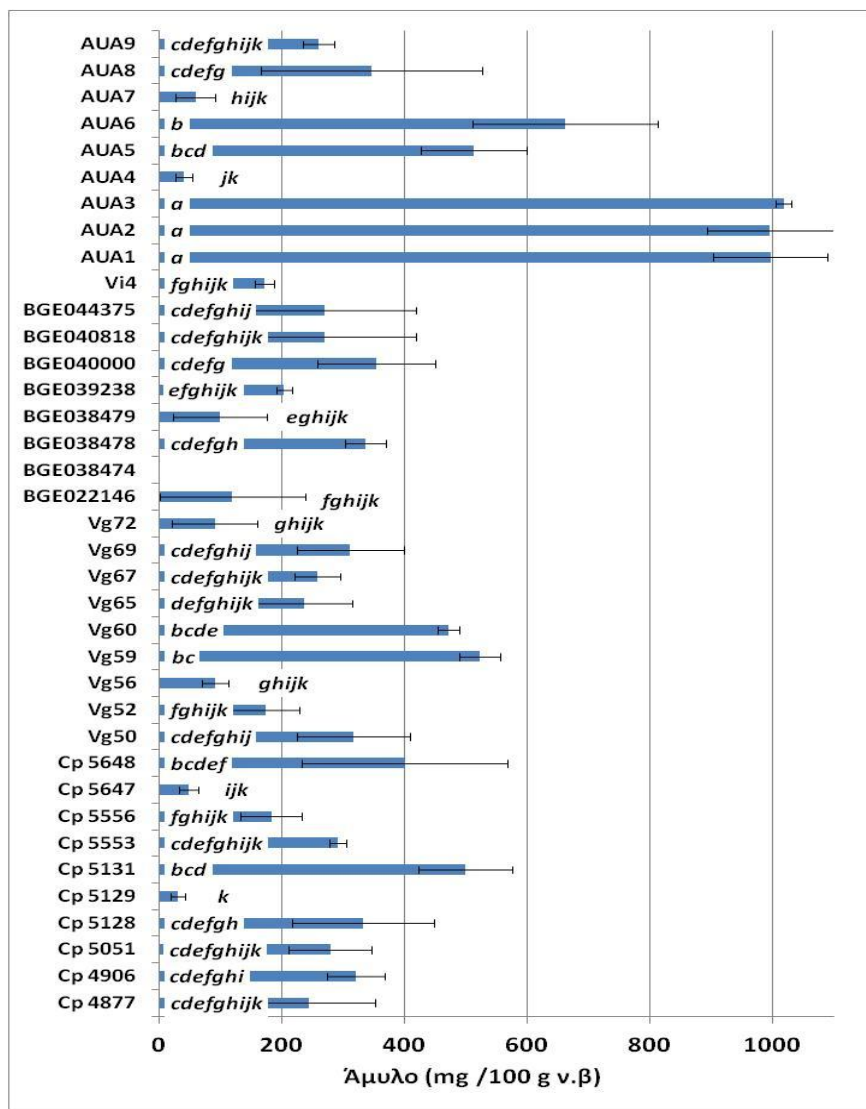
Σχήμα 3.12. Περιεχόμενο σε ολικές πρωτεΐνες (g / 100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

3.3.2 Περιεχόμενο σε άμυλο

Όσον αφορά το περιεχόμενο των λοβών σε άμυλο, παρουσιάστηκαν εντονότερες διακυμάνσεις με στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσά τους, με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζουν ελληνικές ποικιλίες, όπως οι AUA1, AUA2 και AUA3 που φτάνουν το 1 g αμύλου / 100 g v.β. (χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους), ακολουθούμενες με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις

AUA5, AUA6, Vg59, Vg60 και Cp5131. Τις χαμηλότερες τιμές παρουσίασαν οι Cp5129, AUA4, Cp 5647 και AUA7 (όχι όμως πάντα στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους).

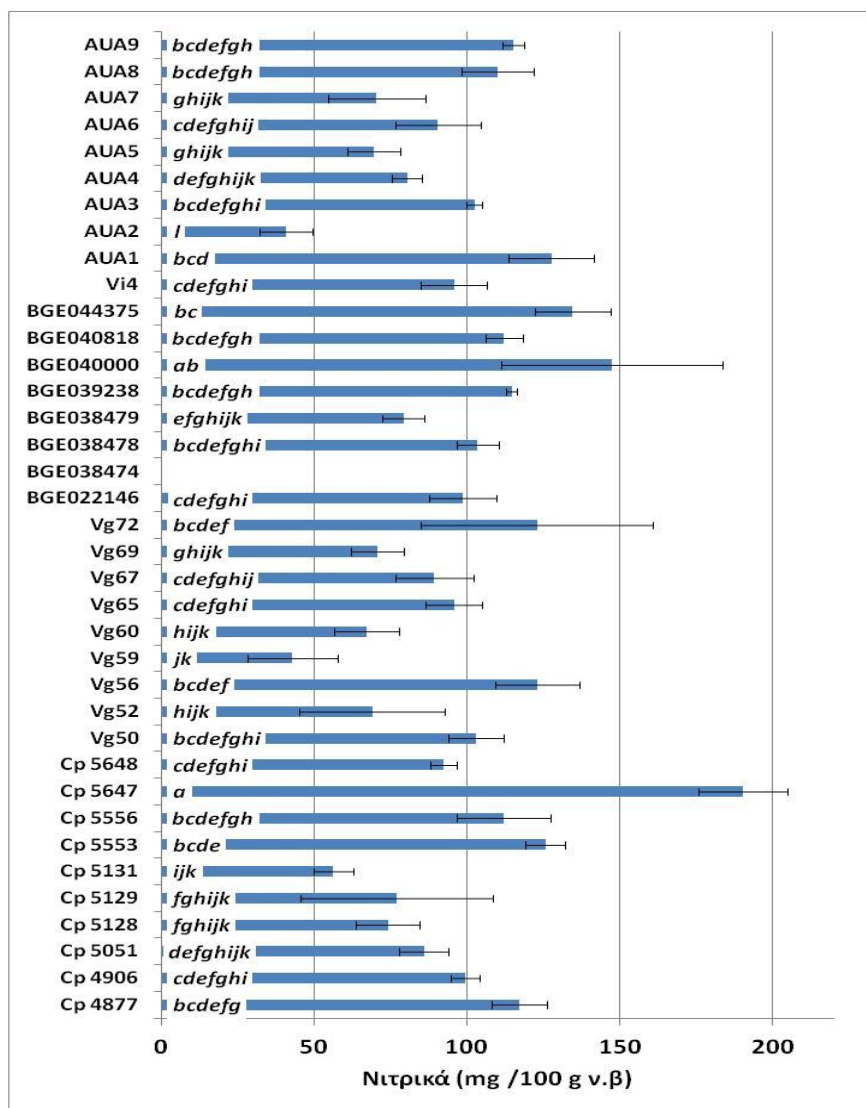


Σχήμα 3.13. Περιεχόμενο σε άμυλο (mg/ 100 g ν.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.4. Περιεχόμενο των λοβών σε αντιδιατροφικούς παράγοντες

3.4.1. Περιεχόμενο σε νιτρικά



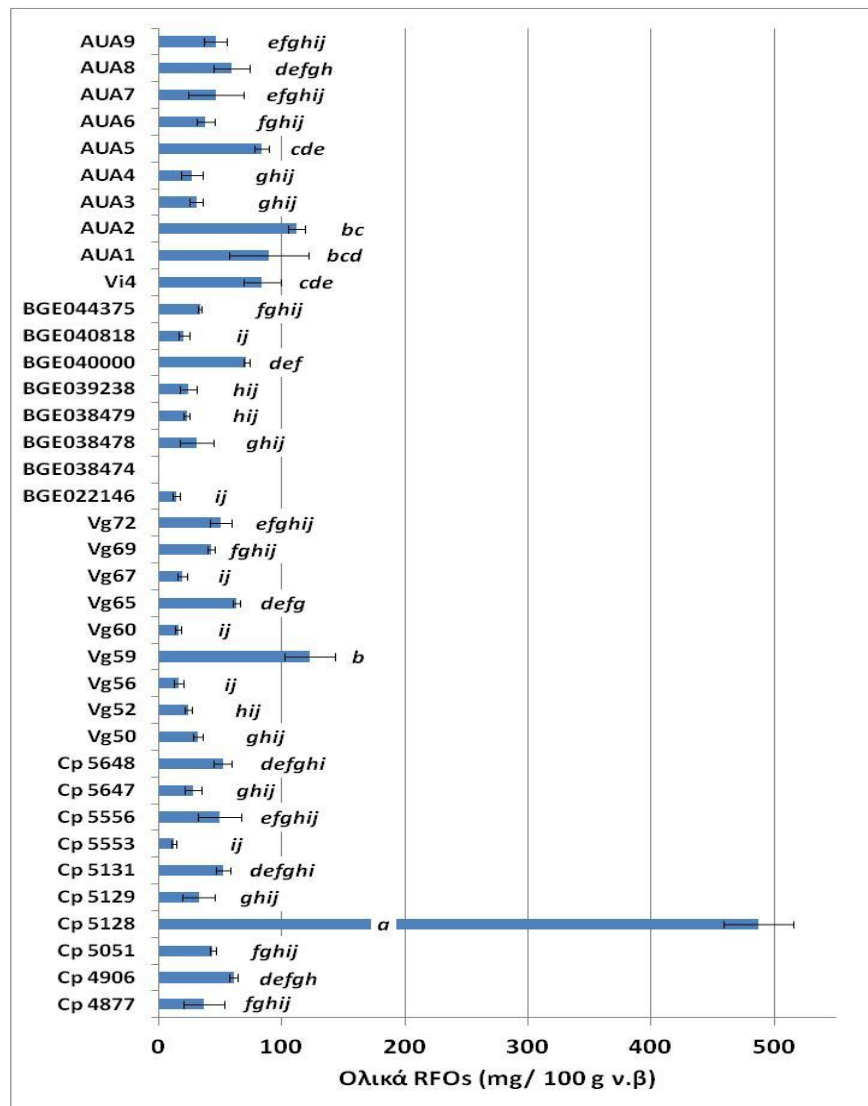
Σχήμα 3.14. Περιεχόμενο σε νιτρικά (mg / 100 g v.β.) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

**μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.*

Ως προς το περιεχόμενο των λοβών σε νιτρικά (Σχήμα 3.14), παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους γονότυπους, με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζουν οι Cp5647, BGE040000, BGE044375 και AUA1 (όχι όμως στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους). Τις χαμηλότερες τιμές (όχι όμως στατιστικά σημαντικές

μεταξύ τους ή σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους γονότυπους) παρουσίασαν οι AUA2, Vg59 και Cp 5131. Το περιεχόμενο σε νιτρικά των λοβών κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, με μέγιστες τιμές κοντά στα 200 mg NO₃⁻ /100 g v.β., και τις ελάχιστες να φτάνουν τα 50 mg NO₃⁻ /100 g v.β.

3.4.2. Περιεχόμενο σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (RFOs)



Σχήμα 3.15. Περιεχόμενο σε ολικά RFOs (mg / 100 g v.β) νωπών λοβών 37 τοπικών ποικιλιών αμπελοφάσουλου (οι γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση του αντίστοιχου μέσου).

*μέσοι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Το περιεχόμενο σε ολικά RFOs των λοβών (Σχήμα 3.15), γενικά κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα σε όλους τους γονότυπους, μεταξύ 30-100 mg RFOs / 100 g ν.β., εκτός από την ποικιλία Cr5128 που παρουσίασε στατιστικά υψηλότερο περιεχόμενο στους ολιγοσακχαρίτες αυτούς (φτάνοντας στα 487 mg RFOs / 100 g ν.β.) .

3.5. Σύγκριση ποιοτικών χαρακτηριστικών των λοβών των υποειδών *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis* και *V. unguiculata* ssp. *unguiculata*.

Από τα προαναφερθέντα αποτελέσματα και την ανάλυση της διασποράς μεταξύ των γονότυπων για κάθε χαρακτηριστικό που προσδιορίστηκε, φαίνεται ότι, οι γονότυποι του υποείδους *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis* που εξετάστηκαν δεν παρουσίασαν ιδιαιτερότητες ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά σε σχέση με τις ποικιλίες που ανήκουν στο υποείδος *V. unguiculata* ssp. *unguiculata*.

3.6. Σύγκριση ελληνικών και εισαγόμενων τοπικών ποικιλιών

Αντίστοιχα, η σύγκριση των ελληνικών και των ξένων τοπικών παραδοσιακών ποικιλιών, έδειξε σημαντικές διαφορές σε ορισμένους μόνο από τους παράγοντες-χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές ουσίες και τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, μερικοί από τους ελληνικούς γονοτύπους φάνηκαν να υπερτερούν συγκριτικά με την πλειοψηφία των υπόλοιπων γονοτύπων που μελετήθηκαν. Το ίδιο ισχύει και για το περιεχόμενο των λοβών σε άμυλο, όπου οι περισσότερες από τις ελληνικές τοπικές ποικιλίες περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες που εξετάστηκαν.

Σε γενικές γραμμές οι ελληνικές τοπικές ποικιλίες ή παρουσίασαν αντίστοιχα ή και ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τους ξένους γονοτύπους και δεν παρατηρήθηκε να υστερούν έναντι αυτών.

3.7. Συσχετίσεις μεταξύ των μετρούμενων χαρακτηριστικών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ της περιεκτικότητας των ολικών φαινολικών και της συνολικής αντιοξειδωτικής δράσης (όπως εκτιμήθηκε με τις μεθόδους FRAP και DPPH), καθώς και μεταξύ του περιεχομένου των λοβών σε γλυκόζη και φρουκτόζη.

Παρά ταύτα, δεν εμφανίστηκε θετική συσχέτιση μεταξύ όλων των άλλων συνδυασμών διαλυτών σακχάρων, ενώ σημαντική συσχέτιση δεν παρατηρήθηκε και στους ακόλουθους συνδυασμούς: μεταξύ του περιεχομένου σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή+ξανθοφύλλες, μεταξύ αμύλου και πρωτεϊνών, αμύλου και φρουκτόζης, γλυκόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης, μεταξύ των RFOs και των ολικών διαλυτών στερεών (ΟΔΣ), αμύλου, φρουκτόζης, γλυκόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης με τη χλωροφύλλη ή τα νιτρικά. Επιπλέον, η περιεκτικότητα των λοβών σε διαλυτά σάκχαρα όπως υπολογίζεται από το άθροισμα της γλυκόζης, φρουκτόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης σε κάθε γονότυπο, δεν συσχετίζεται με την περιεκτικότητα των ολικών διαλυτών στερεών (ΟΔΣ). Όπως προαναφέρθηκε, τα ολικά σάκχαρα των λοβών όπως προσδιορίζονται από το άθροισμα των διαλυτών σακχάρων που μετρήθηκαν (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη και RFOs) αποτελούν περίπου το 50-80% του συνόλου των σακχάρων που αναλύθηκαν από τις εφαρμοζόμενες μεθόδους. Επομένως, το άθροισμα των σακχάρων που προσδιορίστηκαν δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει το σύνολο των διαλυτών σακχάρων των λοβών.

3.8. Ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis)

Η ανάλυση κατά συστάδες πραγματοποιήθηκε αρχικά χρησιμοποιώντας όλα τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν (εξαιρέθηκε ο γονότυπος BGE038474 στον οποίο δεν μετρήθηκαν όλα τα χαρακτηριστικά, λόγω έλλειψης δείγματος), χωρίς όμως να είναι δυνατή η καθαρή διάκριση ομάδων γονότυπων. Ακολούθησε επομένως, ανάλυση χρησιμοποιώντας ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν, με διαχωρισμό των χαρακτηριστικών ανάλογα με το αν αναφέρονται στη γεύση (π.χ. ΟΔΣ και τιτλοδοτούμενη οξύτητα), στο περιεχόμενο των λοβών σε αντιοξειδωτικά (φαινολικά, FRAP και DPPH), σε σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη), σε διαιτητικούς παράγοντες (χλωροφύλλη, πρωτεΐνες και φαινολικά) και αντιδιαιτητικούς παράγοντες (RFOs και νιτρικά).

Οι ομάδες που προέκυψαν από την ανάλυση κατά συστάδες σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, συνοψίζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1. Ταξινόμηση τοπικών ποικιλιών σε ομάδες σύμφωνα με την ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis) με βάση χαρακτηριστικά των λοβών που σχετίζονται με τη γεύση, τις αντιοξειδωτικές ουσίες, τα σάκχαρα, τους διαιτητικούς και αντιδιαιτητικούς παράγοντες.

Παράγοντας (χαρακτηριστικά λοβών)	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3	Ομάδα 4
Γεύση (ΟΔΣ, τιτλοδοτούμενη οξύτητα)	Cp4877, Cp5647	Cp4906, Cp5128, Vg56, Vg69, Vg72, BGE022146	Vg59, AUA2	υπόλοιπες ποικιλίες
Αντιοξειδωτικά (φαινολικά, FRAP, DPPH)	Vg52, BGE038478, BGE038479, AUA1, AUA8	BGE040818, AUA7	υπόλοιπες ποικιλίες	
Διαλυτά σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη)	Cp4877, Cp5556, Cp5647, AUA7	AUA3	BGE038479, AUA2	υπόλοιπες ποικιλίες
Διαιτητικοί παράγοντες (χλωροφύλλη, πρωτεΐνες, φαινολικά)	Vg52, BGE038478, BGE038479, AUA1, AUA8	Cp5648, Vg50, Vg56, Vg59, Vg60, Vg72, BGE022146, AUA4	Cp4877, Cp5129, Cp5131, Cp5553, Cp5556, Cp5647, Vg65, Vg67, Vg69, BGE040000, AUA5, AUA6, AUA7, AUA9	Cp4906, Cp5051, Cp5128, BGE039238, BGE040818, BGE044375, Vi4, AUA2, AUA3
Αντιδιαιτητικοί παράγοντες (RFOs, νιτρικά)	-	-	-	-

Από τον Πίνακα 3.1 ως προς την κατάταξη των τοπικών ποικιλιών σε ομάδες ανάλογα με τα ποιοτικά, διατροφικά και αντιδιατροφικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν προκύπτει ότι:

- Οι ποικιλίες Cr4877 και Cr5647 παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές ΟΔΣ και τιτλοδοτούμενης οξύτητας, γι' αυτό και κατατάσσονται σε δική τους ομάδα.
- Όμοια, οι ποικιλίες Vg52, BGE038478, BGE038479, AUA1 και AUA8 κατατάσσονται σε δική τους ομάδα λόγω του υψηλού περιεχομένου σε φαινολικά και της υψηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας κατά FRAP και DPPH.
- Αντίστοιχα, οι ποικιλίες Cr4877, CP5556, Cr5647, AUA7 κατατάσσονται σε μια ξεχωριστή ομάδα ως προς τα διαλυτά σάκχαρα, λόγω του υψηλού τους περιεχομένου σε γλυκόζη και φρουκτόζη (όχι όμως και σε σακχαρόζη, ενώ οι Cr4877 και Cr5647 είχαν υψηλό περιεχόμενο σε μαλτόζη).
- Ο διαχωρισμός με βάση τα διαιτητικά χαρακτηριστικά (χλωροφύλλη, φαινολικά και πρωτεΐνες) δεν αντικατοπτρίζει απαραίτητα τις διαφορές στο περιεχόμενο των ποικιλιών στα χαρακτηριστικά αυτά, γιατί δεν υπάρχουν κοινές τάσεις μεταξύ των γονότυπων ως προς το περιεχόμενό τους στους παράγοντες αυτούς.
- Δεν ήταν δυνατός ο διαχωρισμός των ποικιλιών σε ομάδες όταν επιλέχθηκαν μαζί ως αντιδιαιτητικοί παράγοντες τα RFOs και τα νιτρικά, λόγω της διαφορετικής εικόνας που παρουσιάζουν οι ποικιλίες ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά.

4. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία καταβλήθηκε προσπάθεια χαρακτηρισμού διαφόρων ποιοτικών χαρακτηριστικών, καθώς και διαιτητικών και αντιδιατροφικών παραγόντων σε λοβούς αμπελοφάσουλου που προέρχονται από 37 τοπικούς πληθυσμούς που προέρχονται από την περιοχή της νότιας Ευρώπης (Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία).

Σε αντίθεση με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την ποιότητα, τα διατροφικά χαρακτηριστικά και τους αντιδιατροφικούς παράγοντες των ξηρών σπερμάτων των μαυρομάτικων φασολιών, στους λοβούς του αμπελοφάσουλου υπάρχει έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τα χαρακτηριστικά αυτά.

Ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη γεύση των λοβών (ΟΔΣ, τιτλοδοτούμενη οξύτητα και διαλυτά σάκχαρα) παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων γονότυπων. Ως προς το περιεχόμενο των λοβών σε ΟΔΣ, σχεδόν όλοι οι γονότυποι ξεπέρασαν τα 5 °Brix με αυτούς με τις υψηλότερες τιμές να ξεπερνούν τα 6,5 °Brix., φτάνοντας (Cr 5647) ως τα 7,5 °Brix. Λόγω έλλειψης στοιχείων σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λοβών του αμπελοφάσουλου, στο εξής θα γίνεται σύγκριση με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των πράσινων λοβών του φασολιού. Έτσι, οι τιμές ΟΔΣ του αμπελοφάσουλου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα ή και ξεπερνούν τα ΟΔΣ των λοβών πράσινου φασολιού (5,9 °Brix - Trail et al. 1992).

Όμοια, το περιεχόμενο των λοβών του αμπελοφάσουλου σε οργανικά οξέα (τιτλοδοτούμενη οξύτητα) παρουσίασε σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των εξεταζόμενων γονότυπων, φτάνοντας ή και ξεπερνώντας το 0,25% (υψηλότερες τιμές στους Cr4877, Cr5128, Cr5647, Vg56, Vg69 και Vg72), σε όμοια επίπεδα με αυτά που αναφέρονται σε λοβούς πράσινου φασολιού (0,215-0,287% - Culprepper 1936).

Λόγω ανεπάρκειας βιβλιογραφικών δεδομένων στους λοβούς του αμπελοφάσουλου, αν θεωρηθεί ότι γευστικότεροι θεωρούνται οι λοβοί με υψηλότερο περιεχόμενο σε ΟΔΣ και τιτλοδοτούμενη οξύτητα, οι γονότυποι Cr5647 και Cr4877 παρουσιάζουν υψηλό περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά και οξέα σε σχέση με τις υπόλοιπες τοπικές ποικιλίες, επομένως ενδεχομένως θα έχουν

ανώτερη γεύση. Αντίθετα, η ποικιλία Vg52 παρουσίασε χαμηλό περιεχόμενο σε ΟΔΣ και σε οξέα. Λόγω όμως του συνολικά υψηλού περιεχομένου σε ΟΔΣ σε σχέση με τη χαμηλή περιεκτικότητα σε οξέα των λοβών ανεξαρτήτως γονότυπου, θεωρητικά ως γευστικότεροι θεωρούνται οι λοβοί που έχουν υψηλά ΟΔΣ, ανεξάρτητα με την τιμή της τιτλοδοτούμενης οξύτητας.

Ως προς το περιεχόμενο σε διαλυτά σάκχαρα, οι λοβοί των παραδοσιακών τοπικών ποικιλιών που εξετάστηκαν, φάνηκαν να έχουν ένα ιδιαίτερος πολύπλοκο προφίλ διαλυτών σακχάρων, του οποίου ο προσδιορισμός του καλύφθηκε μόνο κατά το 50-80 % από την παρούσα μελέτη, παρά τον προσδιορισμό των σακχάρων με δύο μεθόδους υγρής χρωματογραφίας. Από την ανάλυση των σακχάρων με HPLC, τα χρωματογραφήματα έδειξαν πλήθος κορυφών με αξιοσημείωτο εμβαδό, όχι απαραίτητως κοινά σε κάθε γονότυπο, από τα οποία μόνο μέρος αυτών κατάφερε να προσδιοριστεί και ποσοτικοποιηθεί (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη και ολικά RFOs). Λόγω αυτής της έλλειψης δυνατότητας πλήρους προσδιορισμού και ποσοτικοποίησης του αθροίσματος των διαλυτών σακχάρων των λοβών, το σύνολο των σακχάρων αυτών που προσδιορίστηκαν δεν παρουσιάζει καλή συσχέτιση με τα ΟΔΣ των αντίστοιχων λοβών, πιθανά λόγω του ότι αποτελεί ένα μέρος μόνο του συνόλου των διαλυτών σακχάρων των λοβών.

Το περιεχόμενο των λοβών των διαφόρων γονότυπων σε επιμέρους διαλυτά σάκχαρα παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Ως προς τη φρουκτόζη, τις υψηλότερες τιμές ξεπερνώντας τα 500 mg φρουκτόζης / 100 g v.β. παρουσίασαν οι γονότυποι Cr4877, Cr 5556, Cr5647, BGE044375, AUA4 και AUA7, ενώ τιμές χαμηλότερες ή που ξεπερνούν ελαφρά τα 200 mg φρουκτόζης / 100 g v.β. παρουσίασαν οι Cr5128, Cr 5129, Vg59, Vg60 και AUA5. Όμοια ήταν η εικόνα για το περιεχόμενο των λοβών σε γλυκόζη, με τους γονότυπους Cr4877 και AUA7 ξεπερνούν τα 1000 mg γλυκόζης / 100 g v.β, τους Cr 5556, Cr5647, BGE044375, Vi4, AUA2 και AUA3 να ξεπερνούν τα 750 mg γλυκόζης / 100 g v.β. (παρατηρείται ότι οι γονότυποι που είχαν ψηλό περιεχόμενο φρουκτόζη είχαν και σε γλυκόζη), ενώ οι Cr5128, Cr5129, Cr5553, BGE038478, Vg59, Vg60 και AUA5 παρουσιάζουν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις κάτω από τα 400 mg γλυκόζης / 100 g v.β., σε αντιστοιχία πάλι με τη χαμηλή συγκέντρωση σε φρουκτόζη.

Από την ανάλυση των διαλυτών σακχάρων φάνηκε να υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση του περιεχομένου των λοβών σε γλυκόζη και φρουκτόζη στους

εξεταζόμενους γονοτύπους και συγκεκριμένα οι γονότυποι που είχαν υψηλό ή χαμηλό περιεχόμενο σε φρουκτόζη, παρουσίασαν αντίστοιχη εικόνα και για τη γλυκόζη. Αντίθετα, σε λοβούς πράσινου φασολιού το περιεχόμενο σε φρουκτόζη αναφέρεται κατά πολύ υψηλότερο σε σχέση με αυτό της γλυκόζης (φρουκτόζη 1,35%, γλυκόζη 0,29% - Sanchez-Mata *et al.*, 2003).

Όσον αφορά το περιεχόμενο των λοβών σε σακχαρόζη παρουσιάζονται εντονότερες διακυμάνσεις, χωρίς να εμφανίζεται αντιστοιχία με το περιεχόμενο των λοβών σε φρουκτόζη και γλυκόζη. Έτσι, τις υψηλότερες τιμές παρουσιάζει η AUA3 ξεπερνώντας τα 900 mg σακχαρόζης / 100 g v.β., όταν οι περισσότεροι γονότυποι δεν ξεπερνούν τα 300 mg σακχαρόζης / 100 g v.β. και στη συνέχεια οι BGE039238 και AUA2. Σε αντίθεση με τη φρουκτόζη και τη γλυκόζη, το περιεχόμενο των λοβών σε σακχαρόζη δεν παρουσίασε θετική συσχέτιση με το αντίστοιχο περιεχόμενο των λοβών στα υπόλοιπα διαλυτά σάκχαρα (γλυκόζη, σακχαρόζη, φρουκτόζη, μαλτόζη και RFOs). Σε λοβούς πράσινου φασολιού αναφέρεται χαμηλή περιεκτικότητα σε σακχαρόζη (107 mg / 100 g v.β. - Sanchez-Mata *et al.*, 2003). Σε γενικές γραμμές, το περιεχόμενο των λοβών του αμπελοφάσουλου σε μαλτόζη είναι χαμηλό (έως 100 mg μαλτόζης / 100 g v.β.), ανεξάρτητα του εξεταζόμενου γονότυπου.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των λοβών σε αντιοξειδωτικές ουσίες παρατηρήθηκε ότι ανεξάρτητα από το γονότυπο, οι ολικές φαινολικές ουσίες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών. Παρουσιάστηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της περιεκτικότητας των ολικών φαινολικών και της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των λοβών, όπως εκτιμήθηκε με τις μεθόδους FRAP και DPPH, ενώ σημαντική ήταν και η συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών μεθόδων. Αυτό σημαίνει ότι, οι διακυμάνσεις στο επίπεδο των φαινολικών μεταξύ των γονότυπων παρουσιάζονται αντίστοιχα και στην ολική αντιοξειδωτική δράση κατά FRAP και DPPH. Το περιεχόμενο των λοβών σε ολικές φαινολικές ουσίες εμφάνισε έντονες διακυμάνσεις μεταξύ των τοπικών ποικιλιών που εξετάστηκαν, με τους γονότυπους BGE038479, BGE038478, AUA8, AUA1 και Vg52 να παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές (κοντά στα 150 mg GAE / 100 g v.β.), όταν στους υπόλοιπους γονότυπους τα ολικά φαινολικά δεν ξεπέρασαν τα 80 mg GAE / 100 g v.β. Στους λοβούς του αμπελοφάσουλου η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα κατά FRAP κυμάνθηκε μεταξύ 40-90 mg AA / 100 g v.β., ενώ σε όμοιες τιμές

κυμάνθηκε η αντίστοιχη αντιοξειδωτική ικανότητα σε λοβούς πράσινου φασολιού (Berger *et al.*, 2007).

Ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, αν και είναι γνωστό ότι οι σπόροι των ψυχανθών αποτελούν πολύ πλούσιες πηγές φυτικών πρωτεϊνών, αποδείχθηκε ότι ο νωπός λοβός του αμπελοφάσουλου είναι σχετικά πλούσιος σε πρωτεΐνες, ιδιαίτερα σε σχέση με άλλα καρποδοτικά λαχανικά (εκτός όμως αυτών που ανήκουν στα ψυχανθή). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, σε ορισμένους γονότυπους το περιεχόμενο των λοβών σε διαλυτές πρωτεΐνες ξεπερνά το 3% ν.β., με τις χαμηλότερες τιμές να κυμαίνονται μεταξύ 1,5-2% ν.β., όταν στο πράσινο φασολάκι οι τιμές κυμαίνονται στο 1,8% ν.β., στους λοβούς του αρακά στο 2,8% ν.β., στους πράσινους ανώριμους σπόρους του αρακά στο 5,4% ν.β. και στα φρέσκα κουκιά στο 7,1% ν.β. (Ολύμπιος 2015).

Λόγω αδυναμίας προσδιορισμού του χρώματος με χρωματομέτρο, η ένταση του πράσινου χρώματος των λοβών εκτιμήθηκε με το περιεχόμενό τους σε χλωροφύλλη. Παρουσιάστηκαν έντονες διαφορές μεταξύ των γονότυπων (μέγιστη τιμή 17 mg / 100 g ν.β. και ελάχιστη 4 mg / 100 g ν.β.), που αντικατοπτρίζουν τις διαφορές στο πράσινο χρώμα των λοβών μεταξύ των ποικιλιών που εξετάστηκαν, στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης για κατανάλωση ως νωπά λαχανικά. Αντίστοιχες διακυμάνσεις αναφέρονται και για το νωπό φασολάκι (10,5-20 mg / 100 g ν.β. Monreal *et al.*, 1999). Παράλληλα, δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση του περιεχομένου των λοβών σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή+ξανθοφύλλες.

Ως αντιδιατροφικοί παράγοντες των λοβών του αμπελοφάσουλου προσδιορίστηκαν οι ολικοί ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης (RFOs) και τα νιτρικά. Από την παρούσα μελέτη, διαπιστώθηκε ότι οι λοβοί του αμπελοφάσουλου (τουλάχιστον στους γονότυπους που μελετήθηκαν) έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά αφού το περιεχόμενό τους κυμάνθηκε σε επίπεδα μεταξύ 50-200 mg NO₃⁻ /100 g ν.β. Το περιεχόμενο αυτό βρίσκεται σε αντιστοιχία με το περιεχόμενο σε νιτρικά λοβών πράσινου φασολιού που καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα (31-159 mg NO₃⁻ /100 g ν.β. - Siomos and Dogras, 1999), ενώ είναι πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αυτό εγχώριων φυλλωδών λαχανικών, όπως των φύλλων του παντζαριού (443-981 mg NO₃⁻ /100 g ν.β.) και του μαρουλιού τύπου Ρωμάνο (151-351 mg NO₃⁻ /100 g ν.β.) (Siomos and Dogras, 1999).

Το περιεχόμενο των λοβών σε ολικά RFOs γενικά κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα σε όλους τους γονότυπους, μεταξύ 30-100 mg RFOs / 100 g v.β., εκτός από την ποικιλία Cr5128 που παρουσίασε ιδιαίτερα υψηλότερο περιεχόμενο στους ολιγοσακχαρίτες αυτούς (φτάνοντας στα 487 mg RFOs / 100 g v.β.). Θα μπορούσε επομένως να συναχθεί ότι οι λοβοί του αμπελοφάσουλου δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα από τη δράση των ολιγοσακχαριτών αυτών (φούσκωμα στο γαστρεντερικό σύστημα) κατά την κατανάλωσή τους. Αντίθετα, στα σπέρματα των διαφόρων ψυχανθών οι συγκεντρώσεις σε ολικά RFOs μπορούν να ανέλθουν στο 14% ξ.β. στο *Lupinus albus*, (Gangola *et. al* 2014, Sosulski *et al.* 1982, Martinez-Villaluenga *et al.* 2008), όταν στο φασόλι μπορεί να φτάσουν στο 10,7% (Gangola *et. al* 2014, Martinez-Villaluenga *et al.* 2008), και στο μαυρομάτικο φασόλι να φτάνουν στο 5,3% με την σταχυόζη να επικρατεί (Gangola *et. al* 2014, Martin-Cabrejas *et al.* 2008). Σε αντίθεση, οι σπόροι των αγροστωδών έχουν πολύ χαμηλό περιεχόμενο σε RFOs, όπως για παράδειγμα στο σιτάρι (*Triticum aestivum*) που περιέχει μόνο ραφφινόζη, σε συγκέντρωση 0,3% ξ.β (Gangola *et. al* 2014, Huynh *et al.* 2008).

Από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν δεν φαίνεται να παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις στους γονότυπους που ανήκουν στο υποείδος *V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis* (πηχιάρικα αμπελοφάσουλα ή αμπελοφάσουλο γίγαντας) τα οποία χαρακτηρίζονται από το μεγάλο μήκος των λοβών, σε σχέση με τις ποικιλίες που ανήκουν στο υποείδος *V. unguiculata* ssp. *unguiculata*.

Από τη σύγκριση των ελληνικών και των ξένων τοπικών ποικιλιών, φαίνεται ότι οι ελληνικές ποικιλίες παρουσιάζουν κάποιες ιδιαιτερότητες σε κάποια χαρακτηριστικά, χωρίς όμως να υπερτερούν ή να υστερούν ξεκάθαρα στα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, μερικοί από τους ελληνικούς γονοτύπους φάνηκαν να υπερτερούν σημαντικά σε σχέση με την πλειοψηφία των εισαγόμενων γονοτύπων όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές ουσίες και τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, καθώς και το περιεχόμενο των λοβών σε άμυλο, όπου οι περισσότερες από τις ελληνικές τοπικές ποικιλίες περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες που εξετάστηκαν. Σε γενικές γραμμές οι ελληνικές τοπικές ποικιλίες ή παρουσίασαν αντίστοιχα ή και ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τους ξένους γονότυπους και δεν παρατηρήθηκε να υστερούν έναντι αυτών.

Συμπερασματικά, αν και παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των διαφόρων τοπικών ποικιλιών που εξετάστηκαν, στους περισσότερους γονότυπους και ιδιαίτερα σε αυτούς που προέρχονται από τον ελλαδικό χώρο, οι λοβοί στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης για κατανάλωση ως νωπό λαχανικό παρουσίασαν πολύ καλά διατροφικά χαρακτηριστικά, με υψηλό περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά και διαλυτά σάκχαρα, χλωροφύλλη, καροτενοειδή, ολικά φαινολικά και κατά συνέπεια υψηλή αντιοξειδωτική δράση, πρωτεΐνες, ιδιαίτερα σε σχέση με άλλα λαχανικά, εκτός όμως από ψυχανθή και χαμηλό περιεχόμενο σε νιτρικά, ιδιαίτερα σε σχέση με φυλλώδη λαχανικά, καθώς και σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας της ραφφινόζης, ιδιαίτερα σε σχέση με τους σπόρους των ψυχανθών. Συνεπώς, η καλλιέργεια της βίγνας για νωπό λοβό, μπορεί να αποτελέσει μια αξιόλογη εναλλακτική καλλιέργεια, παράγοντας λαχανικά υψηλής διατροφικής αξίας, αξιοποιώντας παράλληλα τοπικούς πληθυσμούς και εγχώριο γενετικό υλικό που υπάρχει σε αφθονία στο μεσογειακό χώρο, όπως και στη χώρα μας.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία:

- Admassu Shimelis, E., & Kumar Rakshit, S. (2005). Antinutritional factors and in vitro protein digestibility of improved haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. *International journal of food sciences and nutrition*, 56(6), 377-387.
- Alajaji, S. A. and El-Adawy, T. A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *J. Food Compos. Anal.* 19: 806-812.
- Andersen, K. E., Bjerregaard, C., Møller, P., Sørensen, J. C., & Sørensen, H. (2005). Compositional variations for α -galactosides in different species of leguminosae, brassicaceae, and barley: a chemotaxonomic study based on chemometrics and high-performance capillary electrophoresis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(14), 5809-5817.
- Arnon, D.I., (1949). Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24, 1-15.
- Asante, I. K., Adu-Dapaah, H., & Acheampong, A. O. (2007). Determination of some mineral components of wowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Using instrumental neutron activation analysis. *West African Journal of Applied Ecology*, 11(1).
- Barham D., Trinder P. (1972). An improved color reagent for the determination of blood glucose by oxidase system. *Analyst*, 97, 142-145.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal. Biochem* 239, 70-76.
- Bradford, M.M., (1976). A rapid sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-Dye Binding. *Anal. Biochem.*, 72, 248-254.
- Carbonaro M. (2011). Role of pulses in nutraceuticals. In *Pulse foods: Processing, quality and nutraceutical applications*. Tiwari, B. K., Gowen, A., & McKenna, B. (Eds.). Academic Press. 385-418.

- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L., (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 6 (1), 71-80.
- Culpepper, C. W. (1936). Effect of stage of maturity of the snap bean on its composition and use as a food product. *Journal of Food Science*, 1(4), 357-376.
- Deanon, J. R., & Soriano, J. M. (1967). The Legumes. *Vegetable Production in South East Asia*, 66-91.
- Dekker, R.F.H. and Richards, N.G. 1971. Determination of starch in plant material. *J. Sci. Food Agric.*, 22, 441-444.
- Del Rosario, R.R., Flores, D.M. (1981). Functional properties of four types of mung bean flour. *J. Sci. Food Agric.* 32 pp. 175–180
- Dilis, V., & Trichopoulou, A. (2009). Nutritional and health properties of pulses. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 1(3), 149-157.
- Feng, S., Wang, Y., Yang, S., Xu, Y., & Chen, X. (2010). Anthocyanin biosynthesis in pears is regulated by a R2R3-MYB transcription factor PyMYB10. *Planta*, 232(1), 245-255.
- Gangola, M. P., Jaiswal, S., Khedikar, Y. P., & Chibbar, R. N. (2014). A reliable and rapid method for soluble sugars and RFO analysis in chickpea using HPAEC–PAD and its comparison with HPLC–RI. *Food chemistry*, 154, 127-133.
- Gulewicz, P., Ciesiolka, D., Frias, J., Vidal-Valverde, C., Frejnagel, S., Trojanowska, K., & Gulewicz, K. (2000). Simple method of isolation and purification of α -galactosides from legumes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(8), 3120-3123.
- Hall AE (2004) Breeding for adaptation to drought and heat in cowpea. *Eur J Agron* 21:447–454
- Harlan J.R., 1992. *Crops and Man*. Second edition. ASA, CSSA, Madison, WI, USA.
- Harris, N., Chrispeels, M. J., & Boulter, D. (1975). Biochemical and histochemical studies on protease activity and reserve protein metabolism in the cotyledons of germinating cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Journal of Experimental Botany*, 26(4), 544-554.

- Haytowitz, D.B. and Matthews, R.H., (1984). Composition of Foods: Vegetables and Vegetable Products Raw, Processed, revised. USDA Agricultural Handbook 8-11, USDA, Washington, D.C.
- Huynh, B., Palmer, L., Mather, D. E., Wallwork, H., Graham, R. D., Welch, R. M. and Stangoulis, J. C. R. (2008). Genotypic variation in wheat grain fructan content revealed by a simplified HPLC method. *J. Cereal Sci.* 48: 369-378.
- Kochhar, N., Walker, A. F., & Pike, D. J. (1988). Effect of variety on protein content, amino acid composition and trypsin inhibitor activity of cowpeas. *Food chemistry*, 29(1), 65-78.
- Lichtenhaler, H.K. and Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F4.3.1.-F4.3.8.
- Martín-Cabrejas, M. A., Díaz, M. F., Aguilera, Y., Benítez, V., Mollá, E. and Esteban, R. M. (2008). Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes. *Food Chem.* 107: 1045-1052.
- Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., & Vidal-Valverde, C. (2008). Alpha-galactosides: antinutritional factors or functional ingredients. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(4), 301-316.
- Nielsen ,S.S., Brandt, W.E., Singh, B.B. (1993). Genetic variability for nutritional composition and cooking time of improved cowpea lines. *Crop Sci.*, 33, pp. 469–472
- Oke, O. L. (1967). Chemical studies on some Nigerian pulses. *West African Journal of Biology and Applied Chemistry*, 9, 52-55.
- Omueti, O., & Ojomo, O. A. (1982). Phytic acid content of maturing pods of cowpea (*Vigna unguiculata*), var.'Dinner'. *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)*.
- Omueti, O., Ojomo, O. A., Ogunyanwo, O., & Olafare, S. (1986). Biochemical components and other characteristics of maturing pods of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata*). *Experimental agriculture*, 22(01), 25-32.
- Owolabi, A. O., Ndidi, U. S., James, B. D., & Amune, F. A. (2012). Proximate, antinutrient and mineral composition of five varieties (improved and local) of cowpea, *Vigna unguiculata*, commonly consumed in samaru community, Zaria-Nigeria. *Asian Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 70-72.

- Piccaglia, R. and Galletti, G.C. (1988). Sugar and sugar alcohol determination in feedstuffs by HRGC, HPLC and enzymic analysis. *J. Sci. Food Agric.*, 45, 203-213.
- Polegri, L., & Negri, V. (2010). Molecular markers for promoting agro-biodiversity conservation: a case study from Italy. How cowpea landraces were saved from extinction. *Genetic resources and crop evolution*, 57(6), 867-880.
- Quemener, B., & Brillouet, J. M. (1983). Ciceritol, a pinitol digalactoside form seeds of chickpea, lentil and white lupin. *Phytochemistry*, 22(8), 1745-1751.
- Reddy, N.R., Salunkhe, D., (1980). Changes in oligosaccharides during germination and cooking of black gram and fermentation of black gram rice blends. *Cereal Chemistry*, 57, pp. 356–360
- Saini, H. S. and Knights, E. J. (1984). Chemical constitution of starch and oligosaccharide components of 'desi' and 'kabuli' chickpea (*Cicer arietinum*) seed types. *J. Agric. Food Chem.* 32: 940-944.
- Singh M., Bisht I.S., Sardana S., Gautam N.K., Husain Z.& Gupta S., (2006). Asiatic Vigna. In: *Plant Genetic Resources: Foodgrain Crops*. pp. 275-301. Dhillon B.S., Saxena S., Agrawal A., and Tyagi R.K., Eds New Delhi, Narosa Publishing House Pvt Ltd.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 16, 144-158.
- Siomos A.S. and Dogras, C. (1999). Nitrates in vegetables produced in Greece. *Journal of Vegetable Crop Production* 5(2):3-13.
- Sosulski, F. W., Elkowicz, L. and Reichert, R. D. 1982. Oligosaccharides in eleven legumes and their air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.* 47: 498-
- Stavropoulos N., Gogkas D., Chatziathanassiou A., Zagilis E., Drakopoulos G., Paitaridou D., Trigas P., Thanopoulos R., Koutsomitros S., Perdikaris A., Lourida B & Alesta A., (2006). Greece: Second Country Report concerning the state on plant genetic resources for food and agriculture. Hellenic Democracy, Ministry of Rural Development and Food, Athens.
- Tarawali, S.A., Singh, B.B., Gupta, S.C., Tabo, R., Harris, F., Nokoe, S., Fernández-Rivera, S., Bationo, A., Manyong, V.M., Makinde, K., Odion, E.C., (2002). Cowpea as a key factor for a new approach to integrated crop–

livestock systems research in the dry savannas of West Africa. In: Fatokun, C.A., Tarawali, S., Singh, B.B., Kormawa, P.M., Tamo, M. (Eds.), Proceedings of the World Cowpea Conference III on Challenges and Opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea Production. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, pp. 237–255.

- Udensi, E. A., Ekwu, F. C., & Isinguzo, J. N. (2007). Antinutrient factors of vegetable cowpea (*Sesquipedalis*) seeds during thermal processing. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(2), 194-197.
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(10), 4113-4117.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Hernandez, A., Martín-Alvarez, P. J., Sierra, I., Rodríguez, C. & Vicente, G. (2003). Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(4), 298-306.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sotomayor, C., Diaz-Pollan, C., Fernandez, M., & Urbano, G. (1998). Nutrients and antinutritional factors in faba beans as affected by processing. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 207(2), 140-145.
- Villa, T. C. C., Maxted, N., Scholten, M., & Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. *Plant genetic resources: characterization and utilization*, 3(03), 373-384.

Ελληνική βιβλιογραφία:

- Δαλιάνης Κ., (1983). Ψυχανθή για καρπό και σανό, εκδ. Σταμούλης Α., Αθήνα, σελ 295-305.
- Δαλιάνης Κ., (1993). Ψυχανθή για καρπό και σανό. εκδ. Σταμούλης Α. Αθήνα.
- Θανόπουλος Ρ., Σαμαράς Σ., Γανίτης Κ., Γκατζελάκη Χ., Κόταλη Ε., Ψαρρά Ε., Κυπριωτάκης Ζ., Τζίτζικας Ε.Ν., Καλαιτζής Π., Τερζόπουλος Π.Ι., Μπεμπέλη Π.Ι., (2008). Τοπικές ποικιλίες καλλιεργούμενων ειδών στην Κρήτη με έμφαση στα κηπευτικά: Ένα δυναμικό για πολλαπλή αξιοποίηση. *Γεωργία – Κτηνοτροφία* 9: 42-47.

Ολύμπιος, Χ, (2014). Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Υπαίθριων Κηπευτικών, εκδ Σταμούλης Α., Αθήνα, σελ 551-581,

Πηγές από το διαδίκτυο

F.A.O., (2004). The State of Food Insecurity in the World 2004. Retrieved from:
<http://www.fao.org/docrep/007/y5650e/y5650e00.htm>.

F.A.O., (2013). FAOStat, World Production. Retrieved from:
<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.

U.S.D.A., (2005). USDA Nutrient Database for Standard Reference.
Release 17 (2005), Retrieved from:
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR17/rports/sr 17 page.htm>.

U.S.D.A., (2016). USDA Nutrient Database for Standard Reference.
Release 28 (2016), Retrieved from:
<http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964>

