



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ
ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΕΑΡΑ
ΣΠΟΡΟΦΥΤΑ ΣΠΑΝΑΚΙΟΥ**

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Εμμανουηλίδης Νικόλαος

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χαράλαμπος Καριπίδης, Γεωπόνος MSc, Καθηγητής
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Τμήμα Γεωπονίας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ
ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΕΑΡΑ
ΣΠΟΡΟΦΥΤΑ ΣΠΑΝΑΚΙΟΥ**

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Εμμανουηλίδης Νικόλαος

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χαράλαμπος Καριπίδης, Γεωπόνος MSc, Καθηγητής
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Τμήμα Γεωπονίας

ΑΡΤΑ Ιούnius ,2021

**COMPARATIVE EVALUATION OF TOTAL
ANTIOXIDANCE CAPACITY IN YOUNG SPINACH
SEEDLINGS**

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Εμμανουηλίδης Νικόλαος

Υπογραφή

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σπανάκι μπορεί να θεωρηθεί ως superfood. Είναι πλούσιο σε πολλά θρεπτικά συστατικά ενώ παράλληλα έχει χαμηλή θερμιδική αξία . Επίσης περιέχει μεγάλες ποσότητες αντιοξειδωτικών ουσιών ακόμη και από τα νεαρά στάδια (baby leaf), οι οποίες συμβάλουν στην σωστή λειτουργία των κυττάρων, συνεπώς και στην σωστή λειτουργία του οργανισμού. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί και να συγκριθεί η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε 2 ποικιλίες σπανακιού (συγκεκριμένα υβρίδια) σε νεαρά στάδια (baby leaf). Η σπορά των φυτών έγινε σε ομαδικούς δίσκους σποράς με ατομικές θέσεις. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε ξανθιά τύρφη εξουδετερωμένη για την διόρθωση της οξύτητας και εμπλουτισμένη με θρεπτικά μικροστοιχεία και ιχνοστοιχεία για την αρχική ανάπτυξη των φυτών. Ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας έγινε με την μέθοδο DPPH με αντιοξειδωτικό αναφοράς το ασκορβικό οξύ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα σπανάκια ακόμα και σε νεαρό στάδιο περιέχουν αρκετές ποσότητες αντιοξειδωτικών ουσιών. Ένα δεύτερο συμπέρασμα, είναι ότι μέσα σε κάθε τύπο-γονότυπο σπανακιού (στην συγκεκριμένη εργασία απλά υβρίδια), η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα στις τιμές που προσδιορίζονται πειραματικά με την μέθοδο DPPH. Τέλος διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υβριδίων αναφορικά με την περιεκτικότητά τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες.

Λέξεις- κλειδιά : σπανάκι , καλλιέργεια , διατροφική αξία , αντιοξειδωτικά

ABSTRACT

Spinach can be considered a superfood. It is rich in many nutrients while also having a low caloric value. It also contains large amounts of antioxidants even in young stage (baby leaf) which contribute to the proper functioning of cells and therefore to the proper functioning of the body. The aim of this study was to study and compare the total antioxidant capacity in 2 varieties, specifically hybrids, in young stages (baby leaf). The plants were sown in group sowing trays with individual positions. Peat moss neutralized to correct acidity and enriched with nutrients macronutrients and trace elements for the initial growth of plants was used as a seed substrate. The determination of total antioxidant capacity was done by the DPPH method with ascorbic acid as the antioxidant. The results showed that spinach even at a young stage contains sufficient amounts of antioxidants. A second conclusion is that in each type of spinach genotype (in this case simple hybrids), the content of antioxidants shows a relative stability in the values determined experimentally by the DPPH method. Finally, statistically significant differences were found between the two hybrids in terms of their content of antioxidants

Kkeywords : spinach , cultivation , nutritional value , antioxidants

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	3
<u>ABSTRACT</u>	4
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</u>	8
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</u>	8
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</u>	8
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	7
<u>ΣΠΑΝΑΚΙ</u>	9
<u>1.1 Γενικά στοιχεία</u>	9
<u>1.2 Βοτανική ταξινόμηση</u>	10
<u>1.3 Μορφολογία</u>	10
<u>1.4 Βοτανικοί χαρακτήρες</u>	11
<u>1.5 Απαιτήσεις σε κλίμα</u>	13
<u>1.6 Αποστάσεις φύτευσης</u>	14
<u>1.7 Φωτοπερίοδος</u>	14
<u>1.8 Απαιτήσεις εδάφους</u>	15
<u>1.9 Λίπανση</u>	15
<u>1.10 Ποικιλίες</u>	16
<u>1.11 Ποιοτικά χαρακτηριστικά</u>	18
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Διατροφική αξία του σπανακιού</u>	19
<u>2.2 Θρεπτική αξία</u>	19
<u>2.3 Οφέλη στην υγεία</u>	20
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Αντιοξειδωτικά</u>	2
<u>3.1 Αντιοξειδωτικά και η σημασία τους</u>	23

3.2 Η δράση των αντιοξειδωτικών	24
3.3 Ελεύθερες ρίζες	24
3.4 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών	25
3.5 Πηγες αντιοξειδωτικών	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	27
4.1 Σκοπός	27
4.2 Υλικά και μέθοδοι	27
4.3 Αποτελέσματα –Συζήτηση	
33	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<u>Πίνακας 1.1 Επίδραση της θερμοκρασίας</u>	<u>13</u>
<u>Πίνακας 1.2 Ποσότητες λιπασμάτων σε κιλά/στρέμμα ανάλογα με τον τύπο του εδάφους..</u>	<u>15</u>
<u>Πίνακας 2.1 Διατροφική ανάλυση ανά 100 γραμμάρια νωπού σπανακιού.....</u>	<u>19</u>
<u>Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα της TAC των baby φυτών σπανακιού.....</u>	<u>33</u>

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<u>Διάγραμμα 1. Σχέση μεταξύ ασκορβικού οξέος και διαλύματος DDPH.....</u>	<u>30</u>
--	---------------------------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<u>Εικόνα 1 Φασματοφωτόμετρο.....</u>	<u>31</u>
---	---------------------------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΠΑΝΑΚΙ

1.1 Γενικά στοιχεία

Το σπανάκι *Spinacea olerachea* L. ή σπανάκιον το λαχανώδες ανήκει στην οικογένεια *Amaranthaceae* (*Chenopodiaceae*) και είναι συγγενές με το παντζάρι, το σέσκουλο κ.ά. Το όνομα *Spinaceae* προέρχεται από το λατινικό *Spina*, το οποίο σημαίνει “άκανθα” ή “ακανθωτός καρπός” και το *Oleraceae* από τα Ισπανικά, που σημαίνει “βότανο της γλάστρας”. Υπάρχει και το σπανάκι της Νέας Ζηλανδίας (*Tetragonia tetragonioides*), το οποίο παρουσιάζει ομοιότητες με το κοινό σπανάκι, έχει το πλεονέκτημα ότι παρουσιάζει ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά ανήκει στην οικογένεια *Tetragoniaceae*

Η καλλιέργεια του σπανακιού παρουσιάζεται ευρέως στις περισσότερες χώρες του κόσμου, σε περιόδους - εποχές όπου οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και υπάρχει υψηλό ποσοστό υγρασίας, δηλαδή σε ψυχρό και υγρό κλίμα. Στις περιοχές όπου το κλίμα είναι εύκρατο η καλλιέργεια του σπανακιού γίνεται από τα τέλη του καλοκαιριού ως τις αρχές του επόμενου καλοκαιριού, κυρίως γίνεται η καλλιέργεια του κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Στις χώρες που είναι πιο βόρεια καλλιεργείται κυρίως κατά την άνοιξη έως το φθινόπωρο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα παρατηρείται ότι στις βορειότερες χώρες επιχειρούν να καλλιεργήσουν το σπανάκι σε θερμοκήπια χωρίς θέρμανση. Στην περιοχή της Ασίας, όπου αποτελεί και το κέντρο διασποράς του σπανακιού, καλλιεργείται σε μεγάλη κλίμακα (75% της παγκόσμιας παραγωγής). Το υπόλοιπο 25% καλλιεργείται στην Ευρώπη. Στην Ελλάδα η παραγωγή σπανακιού είναι σημαντική. Σε σύγκριση με τα μέσα της δεκαετίας του '80 (μέση συνολική παραγωγή 38.000 τόνοι), σήμερα (μέσος όρος πενταετίας 2008-2012, η παραγωγή 52.628 τόνοι) παρουσιάζεται μια αύξηση παραγωγής κατά 37%. Οι μεγαλύτερες ποσότητες Σημαντικές παράγονται στη Βοιωτία (23%), στην Ανατολική και Δυτική Αττική (15%) και στην περιοχή Θεσσαλονίκης (12%).

1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Βασίλειο: Φυτά (*Plantae*)

Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (*Magnoliophyta*)

Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (*Magnoliopsida*)

Υποομοταξία: Καρνοφυλλίδες (*Caryophyllidae*)

Τάξη: Καρνοφυλλώδη (*Caryophyllales*)

Οικογένεια: Χηνοποδιοειδή (*Chenopodiaceae*)

Γένος: *Spinacia*

Είδος: *S. oleracea*

1.3 Μορφολογία

Το σπανάκι είναι ετήσιο ποώδες, ανθοφόρο φυτό, του οποίου τα φύλλα χρησιμοποιούνται για τροφή από την αρχαιότητα. Μπορεί να μεγαλώσει έως 30 εκατοστά σε ύψος και τα φύλλα του μπορεί να έχουν πλάτος έως 15 εκατοστά και μήκος 30 εκατοστά. Ο σπόρος του προέρχεται από πολύ μικρά φρούτα (10 mm σε ακτίνα) τα οποία με τη σειρά τους προέρχονται από εξίσου μικρά λουλούδια (5 mm). Επίσης έχει ανάγκη από χαμηλές θερμοκρασίες για να αναπτυχθεί και ο χρόνος ανάπτυξης του κυμαίνεται από 1,5 – 2 μήνες, από τη σπορά μέχρι το στάδιο που θα είναι έτοιμο για γίνει συγκομιδή για να είναι εμπορεύσιμο (κυρίως τα φύλλα του).

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του το φυτό αναπτύσσει βαθιά κεντρική ρίζα και πλήθος από επιφανειακές, δευτερεύουσες ρίζες. Στα επόμενα στάδια της ανάπτυξης του εμφανίζει ένα κυκλικό σύνολο από πολλά φύλλα, τα οποία αναπτύσσονται σε έναν υποτυπώδη ανεπτυγμένο βλαστό και στη συνέχεια, όταν ο βλαστός γίνεται πιο ανθεκτικός τότε αυξάνονται προοδευτικά και άλλα συμπλέγματα φύλλων. Τα φύλλα διαφοροποιούνται σε σχήμα και υφή, μπορεί να είναι με πιο στρογγυλή άκρη είτε με πιο έντονη γωνία, επίσης μπορεί να είναι πιο λεία ή πιο τραχιά με τα νεύρα τους να είναι πιο έντονα είτε να είναι πιο λεία.

1.4 Βοτανικοί χαρακτήρες

Φυτό: Ετήσιο, ποώδες φυτό, ψυχρής εποχής. Απαιτούνται περίπου 1,0-2,5 μήνες από τη σπορά μέχρι του εμπορικού σταδίου συγκομιδής. Καλλιεργείται για τα φύλλα του.

Ρίζα: Αναπτύσσει βαθιά κεντρική ρίζα και μεγάλο αριθμό πλάγιων δευτερευουσών επιφανειακών ριζών.

Βλαστός- φύλλα: Αρχικά το φυτό σχηματίζει εμφανή ροζέτα από τα φύλλα τα οποία βρίσκονται πολύ πυκνά τοποθετημένα, εναλλασσόμενα, πάνω σε υποτυπώδη μη ανεπτυγμένο βλαστό. Τα πολυάριθμα σαρκώδη φύλλα μπορεί να έχουν λεία επιφάνεια η ζαρωμένη, κυματοειδή (τύπος *savoy*), ανάλογα με την ποικιλία. Το έλασμα των φύλλων μπορεί να είναι ωοειδές, στρογγυλεμένο ή τριγωνοειδές και φέρεται πάνω σε κοντό μίσχο. Η ανάπτυξη των φύλλων ποικίλλει από πλάγια σε όρθια θέση και επηρεάζεται μερικώς από τις αποστάσεις φύτευσης. Κατά το δεύτερο στάδιο ανάπτυξης, το αναπαραγωγικό, ο βλαστός επιμηκύνεται και σχηματίζεται ανθικό στέλεχος που φέρει λεπτά επιμήκη οξύληκτα φύλλα.

Άνθη-Ανθοφόρος Βλαστός: Είναι φυτό δίοικο, δηλ. τα αρσενικά και θηλυκά άνθη φέρονται σε διαφορετικά φυτά και οι σπόροι παράγονται από το θηλυκό φυτό, ενώ το αρσενικό φυτό καταστρέφεται σύντομα μετά την άνθηση. Η αναλογία εμφάνισης αρσενικών και θηλυκών φυτών είναι 1:1. Η γύρη μεταφέρεται με τον άνεμο, είναι δηλ. ανεμόφιλο φυτό. Η γονιμοποιημένη ωοθήκη αναπτύσσεται σε καρπό που φέρει μόνο ένα σπόρο. Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά άνθησης, τα φυτά στο σπανάκι διακρίνονται σε 4 τύπους (α) εξαιρετικά αρσενικά, (β) βλαστητικά αρσενικά, (γ) θηλυκά και (δ) φυτά (σπάνια) με ερμαφρόδιτα άνθη. Παρατηρούνται επίσης και μόνονικα (μονόουικα) δίκλινα, δηλ. εμφανίζονται σε διάφορες αναλογίες αρσενικά και θηλυκά άνθη στο ίδιο φυτό. Τα αρσενικά φυτά σχηματίζουν ανθικά στελέχη και ανθίζουν πιο νωρίς από τα θηλυκά. Στην πράξη προτιμώνται τα βλαστητικά αρσενικά και τα θηλυκά, γιατί έχουν φύλλα μεγαλύτερα, αργούν να σχηματίσουν ανθικά στελέχη και δίνουν μεγαλύτερη παραγωγή, ενώ τα εξαιρετικά αρσενικά, τα οποία επίσης ανθίζουν πολύ νωρίτερα, έχουν φύλλα μικρά. Το φύλο των φυτών αναγνωρίζεται μετά την εμφάνιση των ανθοφόρων στελεχών (κούφιο εσωτερικά και με αυλακώσεις στην εξωτερική επιφάνεια, διακλαδιζόμενο) τα οποία αναπτύσσονται σε ύψος περίπου 70-100 εκ. μετά από έκθεση των φυτών σε μεγάλες φωτοπεριόδους.

Τα άνθη : φέρονται πάνω σε μασχαλιαίες ταξιανθίες ή σε επάκριες (όπως τα αρσενικά). Τα καθαρώς αρσενικά φυτά σχηματίζουν στο υψηλότερο τμήμα των ανθοφόρων στελεχών μικρά φύλλα, ενώ τα θηλυκά ή αρρενοθήλεα φυτά φέρουν μέχρι το άκρο των στελεχών τους φύλλα, τα οποία είναι πλήρως ανεπτυγμένα. Σε κάθε ανθοφόρο κλάδο η άνθηση γίνεται διαδοχικά.

Το θηλυκό άνθος: είναι μικρό, υποπράσινο και στερείται στεφάνης, αποτελείται δε από απλή ωοθήκη με 4-5 στύλους που φέρονται πάνω σε οδοντωτό κάλυκα (2-4 δόντια). Τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες στους άξονες των φύλλων και διατηρούνται επιδεικτικά επικονίασης για αρκετές ημέρες.

Το αρσενικό άνθος αποτελείται από 4-5 στήμονες που φέρονται πάνω σε τετράλοβο ή πεντάλοβο κάλυκα (δηλ. 4-5 σέπαλα). Τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά στερούνται πετάλων, δεν διακρίνονται δε εύκολα επί του φυτού. Το σπανάκι είναι ένα από τα σχετικά λίγα φυτά, όπου οι γυρεοσωλήνες διακλαδίζονται κατά την ανάπτυξή τους στον στύλο και μετά την γονιμοποίηση συνεχίζουν την ανάπτυξη τους υπό μορφή μυκηλίου. Κάθε θηλυκό άνθος, αφού γονιμοποιηθεί, δίνει ένα σπόρο ο οποίος περικλείεται από τα μέρη του κάλυκα

Καρπός: Η γονιμοποιημένη ωοθήκη αναπτύσσεται σε καρπό ο οποίος φέρει ένα μόνο σπόρο. Ο καρπός στο σπανάκι ονομάζεται σπόρος και είναι σκληρός σφαιροειδής.

Σπόρος: Υπάρχουν δύο τύποι σπόρων στο σπανάκι. Αυτοί που έχουν ακανθωτή εξωτερική επιφάνεια και οι άλλοι που έχουν λεία επιφάνεια. Ο ακανθωτός τύπος αποτελεί πρωτόγονο χαρακτήρα.

Με βάση τα δύο αυτά χαρακτηριστικά του σπόρου διακρίνουμε στο σπανάκι δύο βοτανικές ποικιλίες:

α) *Spinacia oleracea* var. *L. typica* Beck: με καρπό (σπόρο) ακανθώδη

β) *Spinacia oleracea* var. *L. glabra* (Mill.) Moench: με καρπό (σπόρο) χωρίς άκανθες.

Σήμερα καλλιεργούνται ποικιλίες που ανήκουν στη (β) βοτανική ποικιλία.

Σε 1 γραμμάριο περιλαμβάνονται 100-125 σπόροι. Ο σπόρος διατηρεί τη βλαστική ικανότητα του για 4-5 χρόνια.

Στο εξωτερικό περίβλημα του σπόρου υπάρχει ανασταλτικός της βλάστησης παράγων.

1.5 Απαιτήσεις σε κλίμα

Το σπανάκι είναι φυτό ψυχρής εποχής και ευδοκιμεί σε περιοχές με μέση θερμοκρασία 16 – 20 °C, αλλά αποδίδει ικανοποιητικά και σε χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες, γύρω στους 10 °C. Νεαρά φυτά μπορούν να ανεχθούν θερμοκρασίες παγετού μέχρι και -9 °C, χωρίς να υποστούν σημαντικές ζημιές. Η θερμοκρασία επηρεάζει την ποιότητα των φύλλων. Χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν αύξηση του πάχους των φύλλων και μειώνουν το μέγεθος και την παραγωγή.

Η άριστη θερμοκρασία εδάφους για τη βλάστηση του σπόρου κυμαίνεται από 10-15 °C. Ο σπόρος του σπανακιού εισέρχεται σε λήθαργο σε θερμοκρασίες πάνω από 30 °C, για τον λόγο αυτό η βλάστηση του είναι αδύνατη ή πολύ περιορισμένη σε υψηλές θερμοκρασίες. Στο πίνακα 1.1 παρουσιάζονται η επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους πάνω στο ποσοστό βλαστικότητας και στο χρόνο που απαιτείται για τη βλάστηση του σπόρου του σπανακιού.

Πίνακας 1.1: Επίδραση της θερμοκρασίας εδάφους στο ποσοστό βλαστικότητας και στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη βλάστηση του σπόρου του σπανακιού.

Θερμοκρασία (°C)	Βλαστικότητα %	Ημέρες για τη βλάστηση του σπόρου
0	83	63
5	96	23
10	91	12
15	82	7
20	52	6
25	30	5
30	30	6
35	0	-

Πηγή: Harrington and Minges (1954)

Οι απαιτήσεις του φυτού είναι οι ψυχρές εποχές και ευδοκιμεί σε περιοχές με μεσαίες θερμοκρασίες, δηλαδή από 16 -20 °C, όμως μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Έως και -9 °C μπορεί να αποδίδει χωρίς να είναι σε μεγάλο βαθμό οι αλλοιώσεις του φυτού. Η ανθεκτικότητα του φύλλου φαίνεται από το πάχος του φύλλου και την πυκνότητα, δηλαδή, όταν είναι χαμηλή η θερμοκρασία τα φύλλα είναι μεν πιο αραιά αλλά είναι παχύτερα ώστε να είναι πιο ανθεκτικά. Για να ευδοκιμήσει το φυτό του σπανακιού οι ιδανική θερμοκρασία στο έδαφος είναι από 10-15 °C. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του εδάφους είναι από 30 °C και πάνω, τότε ο σπόρος “πέφτει” σε

λήθαργο και δεν αναπτύσσεται, γι' αυτό το λόγο δεν παρουσιάζονται καλλιέργειες σε θερμές χώρες.

1.6 Αποστάσεις φύτευσης

Τα λαχανικά, τα βότανα και τα δέντρα χρειάζονται ζωτικό χώρο για να αναπτυχθούν. Ο ζωτικός χώρος, αφορά τόσο το ριζικό τους σύστημα όσο και το κορμό και τα φύλλα τους. Θα πρέπει να τηρήσετε τις αποστάσεις για μία επιτυχημένη καλλιέργεια. Ο ενδεδειγμένος τρόπος σποράς είναι σε γραμμές.

Σε αυτή την περίπτωση, διακρίνουμε δύο αποστάσεις σποράς.

- Την απόσταση ανάμεσα στα φυτά που βρίσκονται στην ίδια γραμμή.
- Την απόσταση ανάμεσα στις σειρές των φυτών

Συγκεκριμένα για το σπανάκι οι αποστάσεις φύτευσης είναι :

- Απόσταση στην ίδια σειρά 5 – 10cm
- Απόσταση αναμεσα στις σειρές 20 – 30cm

1.7 Φωτοπερίοδος

Όσον αφορά την αντίδραση στον φωτοπεριοδισμό, το σπανάκι είναι φυτό μεγάλης ημέρας, δηλ. για να σχηματίσει ανθικό στέλεχος και άνθη, θα πρέπει η διάρκεια της ημέρας (φωτός) να είναι μεγάλη. Για την καλλιέργεια του φυτού για κατανάλωση θα πρέπει να καλλιεργείται, όταν το μήκος της ημέρας είναι μικρό. Όταν επικρατούν μεγαλύτερες ημέρες από την «κριτική ελάχιστη», η παρουσία υψηλών θερμοκρασιών προκαλεί πρόωμη εμφάνιση ανθικών στελεχών (εαρινοποίηση). Η εμφάνιση αυτή των ανθικών στελεχών επιταχύνεται με την αύξηση του μήκους της ημέρας, και μάλιστα τα μεγαλύτερης ηλικίας φυτά είναι πιο ευαίσθητα στην άνθηση, σε σύγκριση με τα νεαρής ηλικίας φυτά. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι έκθεση των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες και στη συνέχεια η παρουσία υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλου μήκους ημέρες οδηγεί στην πιο γρήγορη άνθηση του σπανακιού. Πυκνή φύτευση επίσης συμβάλλει στον πρόωμο σχηματισμό ανθικών στελεχών σε σύγκριση με αραιή φύτευση. Οι ποικιλίες μεταξύ τους διαφέρουν στην αντίδραση στον φωτοπεριοδισμό. Η «κριτική περίοδος» κυμαίνεται από 12,5-15,0 ώρες. Έχει παρατηρηθεί ότι η βλαστική ανάπτυξη του

σπανακιού είναι ταχύτερη, όταν καλλιεργείται σε ελαφρά μικρότερη από την «κριτική περίοδο» φωτοπερίοδο της συγκεκριμένης ποικιλίας. Θα πρέπει επομένως οι ποικιλίες που θα καλλιεργηθούν να επιλέγονται ανάλογα με την «κριτική» φωτοπερίοδό τους, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωγραφική θέση της περιοχής καλλιέργειας (γεωγραφικό πλάτος και την εποχή καλλιέργειας). Οι φθινοπωρινές και χειμερινές σπορές δίνουν καλύτερη ποιότητα προϊόντος, ενώ οι όψιμες ανοιξιάτικες σπορές κινδυνεύουν να υποστούν εαρινοποίηση και να ανθίσουν, πριν τα φυτά αναπτύξουν αρκετό φύλλωμα. Επομένως πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες με ανθεκτικότητα στον σχηματισμό ανθικών στελεχών, όταν πρόκειται να ωριμάσουν σε συνθήκες μεγάλων ημερών και υψηλών θερμοκρασιών.

1.8 Απαιτήσεις σε έδαφος

Εδάφη μέσης συστάσεως, όπως τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη, πλούσια σε οργανική ουσία, είναι τα πλέον κατάλληλα για την καλλιέργεια του σπανακιού. Σε περιοχές όμως με υψηλές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας τα ελαφρά αμμώδη εδάφη που στραγγίζουν ευκολότερα θεωρούνται ακόμη περισσότερο κατάλληλα. Τα φυτά έχουν αρκετή ανθεκτικότητα στην αλατότητα αλλά είναι ευαίσθητα στην οξύτητα του εδάφους. Το άριστο pH πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6,0-7,5. Το φυτό μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά και σε χαμηλότερο pH μέχρι 5,5, καθώς και σε ελαφρά αλκαλικό εδαφικό περιβάλλον. Πιο όξινα εδάφη πρέπει να αποφεύγονται ή να διορθώνονται με προσθήκη ενώσεων ασβεστίου. Εάν το pH είναι πολύ υψηλό παρατηρείται τροφοπενία Μαγγανίου (Mn) και τα φύλλα κιτρινίζουν.

1.9 Λίπανση

Το σπανάκι είναι φυτό ταχείας ανάπτυξης και συμπληρώνει την ανάπτυξη του από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή σε σύντομο χρονικό διάστημα (35-70 ημέρες). Επομένως χρειάζεται αρκετές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων σε σύντομο χρονικό διάστημα και ιδίως στο τελικό στάδιο της ανάπτυξής του. Πειράματα έδειξαν ότι τα φυτά απέκτησαν το 68% του νωπού βάρους τους τις τελευταίες 21 ημέρες πριν τη συγκομιδή. Επίσης σημειώνεται ότι σε πειράματα με ανοιξιάτικη καλλιέργεια στην Καλιφόρνια έχει υπολογισθεί ότι αφαιρούνται από το έδαφος συνολικά 15,0 κιλά N, 2,2 κιλά P, 21,9 κιλά K, 3,8 κιλά Ca, 4,1 κιλά Mg και 4,0 κιλά Na το στρέμμα. Για να υπολογισθεί η ποσότητα

των λιπασμάτων που θα προστεθεί στο έδαφος, φρόνιμο είναι να προηγηθεί ανάλυση του εδάφους και προσθήκη λιπασμάτων με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης και θα πρέπει παράλληλα να συνυπολογιστεί ο τύπος του εδάφους, η λίπανση σε προηγούμενη καλλιέργεια, η εποχή κ.λπ. Γενικότερα, οι ποσότητες των λιπασμάτων σε κιλά/στρέμμα που συνιστώνται ανάλογα με τον τύπο του εδάφους παρουσιάζονται στον πίνακα 1.2

	Τύπος	Εδάφους
Θρεπτικό στοιχείο	Γόνιμα εδάφη	Άγονα εδάφη
Άζωτο (N)	3-6	7-11
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	11-17	11-17
Κάλιο(K ₂ O)	0-17	0-17

Πίνακας 1.2 ποσότητες λιπασμάτων σε κιλά/στρέμμα ανάλογα με τον τύπο του εδάφους

1.10 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες του σπανακιού μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες, ανάλογα με τον τύπο του φύλλου τους: τα ανώμαλης επιφάνειας (savoy), τα ημι-ανώμαλης επιφάνειας (semi-savoy) και τα επίπεδα (smooth).

Επίσης διακρίνονται σε αυτές που χρησιμοποιούνται για νωπή κατανάλωση στην αγορά και αυτές που καλλιεργούνται για μεταποίηση. Το σπανάκι που προορίζεται για την αγορά ανήκει κυρίως σε αυτές που έχουν ανώμαλη επιφάνεια φύλλου (savoy) (έχουν σχετικά μεγαλύτερο μέγεθος), ενώ αυτές για μεταποίηση στα επίπεδου φύλλου (smooth) (διότι αναπτύσσονται πιο γρήγορα, δίνουν υψηλή παραγωγή και πλένονται πιο εύκολα), ενώ τα ημί-ανώμαλης επιφάνειας φύλλου (semi-savoy) χρησιμοποιούνται τόσο για την αγορά όσο και για τη μεταποίηση.

Οι ποικιλίες επίσης μπορεί να διαχωριστούν σε αυτές που σχηματίζουν γρήγορα ανθικά στελέχη και στις άλλες που εμφανίζουν ανθικά στελέχη πολύ αργά. Επίσης διακρίνονται στις ελεύθερης γονιμοποίησης ποικιλίες (open-pollinated) και στα υβρίδια F1. Οι ελεύθερης γονιμοποίησης περιλαμβάνουν ποικιλίες μόνοικες και δίοικες. Μερικές ποικιλίες έχουν την τάση να αναπτύσσονται πλάγια-χαμηλά στο έδαφος, και άλλες έχουν την τάση να αναπτύσσονται προς τα πάνω-όρθιες. Οι τελευταίες προσφέρονται καλύτερα για μηχανική συγκομιδή. Επίσης διακρίνονται σε αυτές με αγκαθωτό σπόρο και λείο σπόρο. Σήμερα οι πλείστες ποικιλίες έχουν λείο σπόρο ο οποίος είναι εύκολος στη μεταχείριση και φυτεύεται με ακρίβεια από τις σπαρτικές μηχανές.

Ποικιλίες σπανακιού

- **Viroflay**

Πολύ δημοφιλής ποικιλία, κατάλληλη για συγκομιδή το φθινόπωρο, τον χειμώνα και νωρίς την άνοιξη. Τα φυτά είναι ζωνηρά, μεγάλα, με ελαφρά πλάγια βλάστηση, με μεγάλα λεία και με σκούρο πράσινο χρώμα φύλλα. Ο σπόρος είναι λείος. Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία και ανθεκτική στον περονόσπορο.

- **Nobel:** Ποικιλία ταχείας ανάπτυξης, κατάλληλη για φθινοπωρινή καλλιέργεια. Έχει φύλλα μεγάλα, πλατιά και σπόρο λείο.

- **Achille (Αχιλλεύς):** Πλατύφυλλο, παραγωγικό, με σκούρο πράσινο φύλλωμα, ανθεκτικό στην παραγωγή ανθικών στελεχών και στην υγρασία.

- **Geant d' Hiver:** Γαλλικής προέλευσης, με πολύ μεγάλο φύλλωμα σκούρου χρώματος, ανθεκτικό στο κρύο και στις ασθένειες, κατάλληλο για καλλιέργεια σε υγρές περιοχές τον χειμώνα.

Υβρίδια σπανακιού

- **Acosta F1:** Μπορεί να καλλιεργηθεί όλο τον χρόνο και έχει μεγάλη αντοχή στον σχηματισμό ανθικών στελεχών.

- **Spica F1:** Μπορεί να καλλιεργηθεί όλο τον χρόνο, ανθεκτικό στον σχηματισμό ανθικού στελέχους

- **Parys F1:** Υβρίδιο κατάλληλο για καλλιέργεια το φθινόπωρο και την άνοιξη. Πολύ ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έχει παχιά, σκούρου πράσινου χρώματος και λεία φύλλα, με πολύ μεγάλους μίσχους. Αποδίδει ικανοποιητικά. Είναι ανθεκτικό στις φυσιολογικές μορφές A και B του περονόσπορου και στο μωσαϊκό της αγγουριάς.

- **Correnta F1:** Φυτό με φύλλα χρώματος σκούρου πράσινου. Ο σπόρος είναι σφαιρικός. Είναι όψιμο, κατάλληλο για ανοιξιάτικη σπορά. Είναι ανθεκτικό στην παραγωγή ανθικού στελέχους, επομένως κατάλληλο και για καλοκαιρινή παραγωγή. Ανθεκτικό στον περονόσπορο.

- **Melody F1:** Υβρίδιο τύπου semi-savoy, με φύλλωμα ελαφρά κυματοειδές, πλατύ, ανθεκτικό στον περονόσπορο. Χρώμα φυλλώματος σκούρο πράσινο. Είναι ανθεκτικό στην παραγωγή ανθικού στελέχους, κατάλληλο για ανοιξιάτικη και καλοκαιρινή παραγωγή. Καλλιεργείται για νωπή κατανάλωση και για κατάψυξη. Έτοιμο για συγκομιδή 45 ημέρες μετά τη σπορά.
- **Polka F1:** Ταχείας ανάπτυξης φυτό, πολύ παραγωγικό, καλής ποιότητας, με φύλλα μεγάλα, πλατιά και λεία. Είναι ανθεκτικό σε όλες τις φυλές του περονόσπορου. Κατάλληλο για νωπή κατανάλωση και τη βιομηχανία. Κατάλληλη εποχή σποράς από το φθινόπωρο μέχρι αρχές του χειμώνα.

1.11 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα κυριότερα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι το βαθύ πράσινο χρώμα του φύλλου και η απουσία ανάπτυξης βλαστού (ανθοφόρος βλαστός). Το νωπό σπανάκι πρέπει να είναι τραγανό, σαρκώδες και η επιφάνεια των φύλλων ελαφρά κυματώδης. Αντίθετα, για μεταποίηση προτιμώνται τα επίπεδα φύλλα.

Την ποιότητα του σπανακιού επηρεάζουν οι αποστάσεις φύτευσης, το ύψος της αζωτούχου λίπανσης, η ποικιλία και η εποχή καλλιέργειας. Σχετικά πειράματα έδειξαν ότι καλλιέργεια την άνοιξη, όπου η ανάπτυξη του φυτού συντελείται γρήγορα, το χρώμα των φυτών ήταν ανοικτότερο σε σύγκριση με καλλιέργεια του φθινοπώρου. Πυκνή φύτευση προκαλεί επίσης ανοικτό χρωματισμό και αυξάνει την πιθανότητα σχηματισμού ανθικού στελέχους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:Διατροφική αξία του σπανακιού

2.1 Θρεπτική αξία

Το σπανάκι είναι αν αρκετά διαδεδομένο λαχανικό το οποίο καταναλώνεται νωπό σε σαλάτες αλλά και ως μαγειρεμένο . όπως γνωρίζουμε έχει πλούσια διατροφική αξία . Συγκεκριμένα τα 100 γραμμάρια σπανάκι έχουν μόνο 23 θερμίδες ενώ συγχρόνως ένα φλιτζάνι βρασμένο σπανάκι υπερκαλύπτει τις ημερήσιες ανάγκες του οργανισμού μας σε βιταμίνες Α και Κ. Επίσης, το σπανάκι είναι πλουσιότατη πηγή μαγγανίου φολλικού οξέος βιταμίνης Α βιταμίνης C, ριβοφλαβίνης βιταμίνης Β6 βιταμίνη Ε ασβεστίου καλίου φυτικών ινών ενώ παρέχει μαγνήσιο και σίδηρο (αν και στη λιγότερο απορροφήσιμη από τον οργανισμό μας μορφή του), βιταμίνη C και βιταμίνες του συμπλέγματος Β. . Μολονότι και έχει μεγάλες ποσότητες σιδήρου, περιέχει επίσης οξαλικό οξύ που φαίνεται να είναι μια ανασταλτική ουσία που εμποδίζει τον οργανισμό να απορροφήσει σίδηρο, οπότε δεν έχει τόσο ευεργετική δράση όσο θα μπορούσε να έχει. Το οξαλικό μπορεί να αναστέλλει επίσης την απορρόφηση του ασβεστίου. Το σπανάκι μαγειρεμένο ελαφρώς μπορεί να έχει χαμηλότερα επίπεδα οξαλικών με αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύπεπτο και να απορροφώνται πληρέστερα τα θρεπτικά συστατικά του.

Στον πίνακα 2.1 βλέπουμε την διατροφική ανάλυση ανά 100 γραμμάρια νωπού σπανακιού

Θερμίδες (Kcal)	23
Ολικοί υδατάνθρακες (gram)	3,6
Πρωτεΐνες (gram)	2,9
Ολικά λιπαρά (gram)	0,4
Ω 3 λιπαρά οξέα (mg)	138
Ω 6 λιπαρά οξέα (mg)	26
Βιταμίνη Α (IU)	9376
Βιταμίνη C (mg)	28,1
Βιταμίνη Κ (mcg)	483
Φολικό οξύ (mcg)	194
Ασβέστιο (mg)	99
Σίδηρος (mg)	2,7
Μαγνήσιο (mg)	79
Κάλιο (mg)	558
Φυτικές ίνες (gram)	2,2

2.2 ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

✓ Φιλικό με την καρδιά

Το σπανάκι είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε αντιοξειδωτικά - μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί σε αυτό 13 διαφορετικά είδη φλαβονοειδών, τα οποία έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το σπανάκι θωρακίζει τα αγγεία και παρέχει προστασία από τα καρδιαγγειακά νοσήματα και τα εγκεφαλικά επεισόδια. Αυτό επιβεβαιώνεται από ευρύτατες επιδημιολογικές μελέτες του Πανεπιστημίου του Harvard, οι οποίες απέδειξαν ότι τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, όπως το σπανάκι, μαζί με τα φρούτα, που είναι πλούσια σε βιταμίνη C, είναι ιδιαίτερα καρδιοπροστατευτικά. Επιπλέον, σύμφωνα με τις ίδιες μελέτες, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά (όπως το σπανάκι), τα κραμβοειδή (όπως το μπρόκολο) και τα εσπεριδοειδή συσχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού. Ακόμη, σύμφωνα με έρευνα σε ποντίκια, που δημοσιεύτηκε στην επιθεώρηση «Journal of Agriculture and Food Chemistry», έχει διαπιστωθεί ότι το σπανάκι περιέχει 4 πεπτίδια που συμβάλλουν στη μείωση της αρτηριακής πίεσης.

✓ Αντικαρκινική προστασία

Οι επιστήμονες μελετούν εκτενώς τις αντικαρκινικές ιδιότητες του σπανακιού, κυρίως λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς του σε φλαβονοειδή και πολυφαινόλες (αντιοξειδωτικές ουσίες). Σε μια πρόσφατη μελέτη, που δημοσιεύτηκε στην έγκυρη επιστημονική επιθεώρηση «International Journal of Cancer» (Νοέμβριος 2007), βρέθηκε ότι ορισμένα είδη φλαβονοειδών που υπάρχουν στο σπανάκι συσχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου των ωοθηκών. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι η αυξημένη πρόσληψη λουτεολίνης (φλαβόνης), καθώς και κεπερόλης (φλαβονόλης), πηγή των οποίων είναι το σπανάκι, συσχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης αυτής της μορφής καρκίνου κατά 34% και κατά 40% αντίστοιχα. Επιπλέον, σε μια ακόμη έρευνα, που δημοσιεύτηκε στο ίδιο περιοδικό το Δεκέμβριο του 2007, διαπιστώθηκε μια ακόμη ιδιότητα του σπανακιού, ότι προστατεύει σημαντικά από την εμφάνιση καρκίνου του οισοφάγου.

✓ Προφυλασσει τα ματιά και ενισχύει την υγεία των μαλλιών και του δέρματος

Σε έρευνα που δημοσιεύτηκε στην επιθεώρηση «Archives of Ophthalmology» παρατηρήθηκε ότι η πρόσληψη λουτεΐνης -του αντιοξειδωτικού που το σπανάκι περιέχει σε αφθονία- καθώς και βιταμίνης E συσχετίζονται με σημαντική μείωση του κινδύνου

εμφάνισης καταρράκτη στις γυναίκες. Σε παρόμοια συμπεράσματα είχαν καταλήξει παλαιότερα και ερευνητές του Πανεπιστημίου του Harvard. Οι τελευταίοι διαπίστωσαν ότι η κατανάλωση σπανακιού, τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα, μειώνει στο μισό την πιθανότητα να γίνει επέμβαση καταρράκτη στους άνδρες.

Το σπανάκι έχει μεγάλες ποσότητες βιταμίνης Α, η οποία φαίνεται να προστατεύει την υγεία των ματιών από την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και να μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης ερεθισμών, ξηροφθαλμίας και καταρράκτη. Μελέτες, επίσης, έδειξαν μια σχέση μεταξύ της κατανάλωσης νιτρικών λαχανικών, όπως τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και τα παντζάρια, και χαμηλότερου κινδύνου ανάπτυξης πρώιμου σταδίου εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας (AMD), που αποτελεί κύρια αιτία μόνιμης απώλειας όρασης σε άτομα ηλικίας 60 ετών και άνω. Πιο συγκεκριμένα σε μελέτη παρατήρησης στην Αμερική σε 2.000 ενήλικες ηλικίας 49 ετών και άνω σε διάστημα 15 ετών, διαπιστώθηκε πως τα άτομα που έτρωγαν 100 έως 142 χιλιοστόγραμμα (mg) νιτρικών λαχανικών κάθε μέρα είχαν 35% χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης πρώιμου σταδίου AMD από ό, τι άτομα που κατανάλωναν λιγότερα από 69 mg νιτρικών λαχανικών καθημερινά. Ωστόσο, δεν υπήρχε επιπλέον όφελος για εκείνους που κατανάλωναν περισσότερα από 142 mg ημερησίως. Ακόμα, Η βιταμίνη Α συμβάλλει στο να διατηρηθούν το δέρμα και τα μαλλιά σωστά ενυδατωμένα. Η βιταμίνη Α είναι επίσης απαραίτητη για την ανάπτυξη όλων των σωματικών ιστών, συμπεριλαμβανομένου του δέρματος και των μαλλιών. Επίσης, το σπανάκι είναι πλούσια σε βιταμίνη C, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση και τη συντήρηση του κολλαγόνου, το οποίο παρέχει σταθερή δομή στο δέρμα και τα μαλλιά. Παράλληλα, η έλλειψη σιδήρου είναι μια κοινή αιτία της τριχόπτωσης, η οποία μπορεί να αποφευχθεί με την επαρκή πρόσληψη τροφών πλούσιων σε σίδηρο, όπως το σπανάκι

✓ **Ωφέλιμο για τα οστά**

Το σπανάκι αποτελεί μία από τις καλύτερες πηγές βιταμίνης Κ - ένα φλιτζάνι φρέσκο σπανάκι καλύπτει το 200% των ημερήσιων αναγκών μας. Η βιταμίνη Κ ενεργοποιεί την οστεοκαλσίνη, μια πρωτεΐνη που συμμετέχει στην εναπόθεση ασβεστίου στα οστά. Έχει παρατηρηθεί ότι η βιταμίνη Κ επενεργεί θετικά στην οστική πυκνότητα και μειώνει τον κίνδυνο καταγμάτων. Πρόσφατη έρευνα που δημοσιεύτηκε στην επιθεώρηση «Nutrition in Clinical Practice» προτείνει την αύξηση της πρόσληψης βιταμίνης Κ στο πλαίσιο της προστασίας των οστών.

✓ **Δυναμώνει το μυαλό**

Η κατανάλωση σπανακιού φαίνεται ότι μπορεί να καθυστερήσει τον εκφυλισμό των νευρικών κυττάρων του εγκεφάλου που επέρχεται με την πάροδο των χρόνων. Αυτό ήταν το συμπέρασμα συμπίεσμα έρευνας που δημοσιεύτηκε στην επιθεώρηση «Journal of Neuroscience» και πραγματοποιήθηκε σε ποντίκια. Οι ερευνητές πειραματίστηκαν με το σπανάκι, τη φράουλα και τη βιταμίνη Ε, αλλά παρατήρησαν ότι η δράση του σπανακιού ήταν η πλέον εντυπωσιακή.

✓ **Ευνοεί την φυσιολογική Λειτουργία του Εντέρου**

Το σπανάκι έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και νερό, και τα δύο συμβάλλουν στην πρόληψη της δυσκοιλιότητας και στην προώθηση μιας υγιούς λειτουργίας του εντέρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: αντιοξειδωτικά

3.1 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ

Τα αντιοξειδωτικά είναι ανθρωπογενείς ή φυσικές ουσίες που εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση των συστατικών των τροφίμων η οποία προκαλείται από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο και δρουν με τέτοιο τρόπο ώστε να δεσμεύουν και να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες(είναι ασταθή άτομα χημικών στοιχείων που προκαλούν βλάβες στα κύτταρα.) μετατρέποντάς τες σε μη τοξικές άρα και ακίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Τα περισσότερα αντιοξειδωτικά είναι αρωματικές ενώσεις, που διαθέτουν μία τουλάχιστον ελεύθερη υδροξύλι ή αμινική ομάδα. Οι σημαντικότερες ενώσεις που προστίθενται στα τρόφιμά ανήκουν στις πολυκυκλικές φαινόλες, με μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες. Τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με τους λεγόμενους συνεργούς σταθεροποιητές και συμπλοκοποιητές. Τα μίγματα αυτά συντελούν στην ενεργοποίηση και την βελτίωση της αντιοξειδωτικής δράσης, στη διεύρυνση της εφαρμογής των αντιοξειδωτικών σε περισσότερες κατηγορίες τροφίμων, καθώς και στην ευκολότερη χρησιμοποίησή τους. Στην κατηγορία των συνεργών ουσιών ανήκουν διάφορες χημικές ενώσεις, όπως τα οξέα και τα άλατα. Τα αντιοξειδωτικά ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους, μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

Πρωτογενή αντιοξειδωτικά: Είναι συνήθως φαινολικές ενώσεις, που οδηγούν στον τερματισμό των αλυσιδωτών αντιδράσεων ελεύθερων ριζών. Στις αντιδράσεις αυτές παίζουν το ρόλο του δότη ηλεκτρονίων. Παραδείγματα πρωτογενών αντιοξειδωτικών αποτελούν οι φυσικές και συνθετικές τοκοφερόλες, το ΒΗΑ (βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη), το ΒΗΤ (βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο), το ΤΒΗQ (tetra-βουτυλουδροκινόνη), κ.α.

Δευτερογενή αντιοξειδωτικά: Η δράση τους επικεντρώνεται στη διάσπαση των υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων (προϊόντα οξείδωσης), προς σταθερά τελικά προϊόντα, που δεν λαμβάνουν μέρος σε αλυσιδωτές αντιδράσεις. Τέτοια αντιοξειδωτικά είναι το διαρυλοθειοδιπροπιονικό οξύ και ο αντίστοιχος εστέρας.

Ενώσεις που απομακρύνουν το οξυγόνο: Τα αντιοξειδωτικά αυτά αντιδρούν με το οξυγόνο και σχηματίζοντας ενώσεις με αυτό, εμποδίζουν την αντίδραση με τα λιπίδια που αποτελεί έναρξη της αυτοοξείδωσης. Την ικανότητα αυτή παρουσιάζουν αντιοξειδωτικά

όπως το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ο παλμιτικός εστέρας, το ερυθροβικό οξύ και τα άλατα του με νάτριο, κ.α..

Ενώσεις που δημιουργούν ενεργειακά σύμπλοκα (συνεργιστικές ενώσεις): Οι ενώσεις που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία σχηματίζουν χημικά σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα, όπως του χαλκού και του σιδήρου. Με τον τρόπο αυτό δεσμεύουν σωματίδια που δρουν ως εκκινητές της οξείδωσης. Παραδείγματα αποτελούν το κιτρικό οξύ, τα αμινοξέα, το αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ (EDTA), κ.α. ωστόσο για να εκδηλωθεί η αντιοξειδωτική τους δράση, πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με άλλο αντιοξειδωτικό

Τα αντιοξειδωτικά με βάση την προέλευση τους διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Συνθετικά αντιοξειδωτικά:** τα αντιοξειδωτικά αυτά συντίθενται βιομηχανικά. Πολλά από αυτά, αν και παρουσιάζουν ακόμη και έντονη αντιοξειδωτική δράση, δεν χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα τροφίμων, λόγω των αρνητικών επιπτώσεων τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Συνθετικά αντιοξειδωτικά που επιτρέπονται ως πρόσθετα τροφίμων είναι το BHT, το BHA, το Trolox, το PG το TBHQ.
- **Φυσικά αντιοξειδωτικά:** η πλειοψηφία των φυσικών αντιοξειδωτικών είναι φαινολικές ενώσεις οι οποίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις τοκοφερόλες, τα φλαβονοειδή, και τα φαινολικά οξέα.

3.2 Η δράση των αντιοξειδωτικών

Η δράση των αντιοξειδωτικών στηρίζεται στην απομάκρυνση ή την εξουδετέρωση των ROO* και R* ελεύθερων ριζών και σε ορισμένες περιπτώσεις στην πλήρη αναστολή της οξείδωσης (στα σουλφονικά, στη διάσπαση από τα υπεροξείδια). Επειδή τα περισσότερα αντιοξειδωτικά δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις, επιταχύνουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών ROO* και R*, με τη δημιουργία μιας ανενεργού και αντιοξειδωτικής ελεύθερης ρίζας. Επιγραμματικά αποδεικνύεται, πως όλοι οι αναστολείς της οξείδωσης πρέπει απ' ενός να είναι ενεργοί, ώστε να αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες και να διασπάσουν την αλυσίδα και αφετέρου μεταφορικά ενεργά, για να αποφευχθεί η άμεση αντίδραση του οξυγόνου με την ανταλλασσόμενη ελεύθερη ρίζα. Η μεγάλη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών, σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις κατά τη φάση της

διάδοσης, μπορεί για παράδειγμα να οδηγήσει στη λειτουργία των αντιοξειδωτικών ως μεταφορέων και κατά συνέπεια στη δράση τους ως προοξειδωτικά. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν ολοφάνερο πως, η προσθήκη των αντιοξειδωτικών πρέπει να γίνεται πολύ πριν από το στάδιο της προαγωγής (διάδοση). Αν όμως στο υπόστρωμα αυξηθεί η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών, τότε το προστιθέμενο αντιοξειδωτικό ανταποκρίνεται γρήγορα και θα καταναλωθεί, οπότε είναι πλέον αδύνατον να επιβραδυνθεί με παρεμβολή η πρόοδος της αλυσιδωτής αντίδρασης.

3.3 Ελεύθερες ρίζες

Ελεύθερες ρίζες ονομάζονται κάθε μόριο ή άτομο που έχει ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Θα μπορούσαμε αλλιώς να αποδώσουμε τον ορισμό των ελευθέρων ριζών ότι είναι “αφόρτιστα μόρια (άκρως αντιδραστικά και βραχύβια) που έχουν τουλάχιστον 1 μόριο αζώτου μη συζευγμένο. είναι ασταθή μόρια, που σημαίνουν ότι πάντα αναζητούν χημικά συστατικά που έχουν άλλα κύτταρα για να καλύψουν την δική τους ανάγκη. Τα δραστικά μόρια οξυγόνου και τα αντιδραστικά μόρια αζώτου παράγονται από το σώμα μας από διάφορα ενδογενή συστήματα, σε διαφορετικές φυσικοχημικές συνθήκες ή παθολογικές καταστάσεις.

Οι ελεύθερες ρίζες μπορεί να είναι πολύ επιβλαβείς, αλλά η παραγωγή τους μέσα στο σώμα δεν είναι σίγουρα κάτι ασυνήθιστο ή ακόμα και εντελώς επιβλαβές. είναι ένα υποπροϊόν της κατανάλωσης ενέργειας στα μιτοχόνδρια μας, . Καθώς αναπνέουμε, δεν μπορούμε παρά να κάνουμε κάποιες ελεύθερες ριζοσπάστες Παρά τη συμβολή τους στη διαδικασία γήρανσης, οι ελεύθερες ρίζες είναι επίσης βασικοί παράγοντες του ανοσοποιητικού συστήματος. Τα σώματά μας παράγουν ελεύθερες ρίζες ως υποπροϊόντα κυτταρικών αντιδράσεων, του μεταβολισμού των τροφών, της αναπνοής και σε άλλες ζωτικές λειτουργίες. Το ήπαρ παράγει και χρησιμοποιεί τις ελεύθερες ρίζες για αποτοξίνωση, ενώ τα λευκά αιμοσφαίρια στέλνουν τις ελεύθερες ρίζες για να καταστρέψουν τα βακτήρια, τους ιούς και τα κατεστραμμένα κύτταρα.

3.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

- Προστατεύουν τις διπλές ημιδιαπερατές κυτταρικές μεμβράνες, εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου, αλλά και εκείνες των μετάλλων, που πολλοί αγνοούν την ύπαρξη τους.
- Δρουν καρδιοπροστατευτικά: Αυξάνουν την ανθεκτικότητα των αγγείων, περιορίζουν τους φλεγμονώδεις παράγοντες, αποτρέπουν την οξείδωση της LDL χοληστερίνης και συμβάλλουν στον έλεγχο των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης και της ομοκυστεΐνης.
- Ασκούν αντικαρκινική δράση : Μπλοκάρουν ή εμποδίζουν την προσκόλληση επικίνδυνων ενζύμων στους ιστούς, αδρανοποιούν καρκινογόνες ουσίες που προκαλούν μεταλλάξεις σε υγιή κύτταρα κι επιβραδύνουν τους μηχανισμούς καρκινογένεσης.
- Βελτιώνουν τις πνευματικές ικανότητες και την ψυχική διάθεση, προστατεύοντας τους νευροδιαβιβαστές από την οξείδωση και βελτιώνοντας την εγκεφαλική μικροκυκλοφορία.
- Διατηρούν το δέρμα ελαστικό και το προφυλάσσουν από την πρόωρη γήρανση, περιορίζοντας τη διάσπαση του κολλαγόνου.
- Προστατεύουν οστά και αρθρώσεις, περιορίζοντας οιδήματα, φλεγμονές και εκφυλιστικές αλλοιώσεις.
- Βελτιώνουν τη λειτουργική κατάσταση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των ματιών και ενισχύουν την όραση.
- Δρουν αντιαλλεργικά σε μεγάλο φάσμα αλλεργιών.
- Διαφυλάσσουν τα αποθέματα άλλων απαραίτητων θρεπτικών ουσιών στον οργανισμό, αποτρέπουν την καταστροφή τους και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ενισχύουν τη δράση τους.

3.5 Πηγές αντιοξειδωτικών

- **Βιταμίνη Α:** Αυγό, βούτυρο, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, συκώτι, ιχθυέλαια
- **Βιταμίνη C:** Φρούτα, κυρίως εσπεριδοειδή, (πορτοκάλια, μανταρίνια), φραγκοστάφυλα, φράουλες, ακτινίδια, κεράσια, μούρα, πεπόνι, ντομάτα, λάχανο, πράσινη πιπεριά, πράσινα φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι, σπανάκι), σταυρανθή (μπρόκολο, κουνουπίδι, λαχανάκια Βρυξελλών)
- **Β-καροτένιο:** Φρούτα κυρίως εσπεριδοειδή, (πορτοκάλια, μανταρίνια), λαχανικά πράσινου, κίτρινου και πορτοκαλί χρώματος, ντομάτες, και επίσης (σε μικρότερες ποσότητες) βερίκοκα, γλυκοπατάτες, καρπούζι, κολοκύθα.
- **Βιταμίνη Ε:** φυτικά ελαια ,(ηλιέλαιο , αραβοσιτελαιο , βαμβακελαιο) και κυριως ελαιολαδο ,δημητρικα, , ανεπεξέργαστα, σόγια, αμύγδαλα, καρύδια, φουντούκια,λαχανικά σκούρα πράσινα, λαχανικά φυλλώδη, φύτρα σταριού, αυγά.
- **Σελήνιο :** Κρέας, συκώτι, θαλασσινά, αβοκάντο, ελιές, ξηροί καρποί, δημητριακά, σπόροι, φρούτα και λαχανικά που φυτρώνουν στο έδαφος
- **Φλαβονοειδή:** Αρακάς, βατόμουρα, εσπεριδοειδή, κόκκινο κρασί, κουμ κουάτ, κρεμμύδια, μέλι, μήλα, μπρόκολο, πικρή σοκολάτα, σόγια, σταφύλια, τσάι πράσινο και μαύρο, φασολάκια πράσινα και επίσης στους ανθούς λαχανικών και λουλουδιών και στα φύκια
- **Ψευδάργυρος:** δημητριακά, συκώτι, όσπρια, θαλασσινά, σπόροι σιταριού, μαγιά μύρας, αυγά
- **Ανθοκυανίνες:** Γογγύλια, κάρδαμο, κεράσια, κουνουπίδι, κραμβολάχανο, λάχανο κατσαρό, μούρα, μπρόκολο, μύρτιλλα, σπαράγγια, σταφύλια, φράουλες
- **Ελλαγικό οξύ:** Βατόμουρα, κεράσια, σταφύλια, φράουλες
- **Λυκοπένιο:** Ντομάτες (φρέσκες, λιαστές και επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας) και επίσης (λιγότερο) γκρέιπφρουτ, καρπούζι και πιπεριές
- **Φαινόλες:** Ελαιόλαδο, ελιές, εσπεριδοειδή, κακάο, κρασί, λιναρόσπορος, μπρόκολο, σκόρδο, σοκολάτα πικρή, τσάι πράσινο.
- **Συνένζυμο Q10:** Σαρδέλα, σκουμπρί, σόγια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 :ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Σκοπος

Το σπανάκι είναι από τα πλέον θρεπτικά λαχανικά. Όπως έχει εκτεθεί στο εισαγωγικό μέρος της παρούσας εργασίας, τα σπανάκια περιέχουν πολλές ουσίες με υψηλή θρεπτική αξία (κυρίως βιταμίνες και ανόργανα μεταλλικά στοιχεία). Ιδιαίτερα οι βιταμίνες ανήκουν στην κατηγορία των ουσιών που έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες και συνεπώς ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας μπορεί να αποτελέσει ένα ασφαλές κριτήριο έμμεσης εκτίμησης της διατροφικής αξίας των σπανακιών.

Μια αρκετά δημοφιλής μορφή κατανάλωσης των σπανακιών είναι τα νερά φυτά (baby) σε νωπή μορφή σε διάφορες σαλάτες. Έχουν ήπια γεύση και μπορούν να καταναλωθούν ωμά τόσο τα φύλλα όσο και τα στελέχη. Η κατανάλωσή τους ως ωμό τρόφιμο είναι ο καλύτερος τρόπος για να μεγιστοποιηθεί η θρεπτική τους αξία.

Στην παρούσα εργασία έγινε πειραματικός προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε νεαρά φυτά από δύο απλά υβρίδια σπανακιού. Σκοπός ήταν να αξιολογηθεί η περιεκτικότητα των νεαρών φυτών του σπανακιού σε αντιοξειδωτικές ουσίες και αν υφίστανται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υπό αξιολόγηση υβριδίων.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν φυτά σπανακιού από τα απλά υβρίδια 1714 (F₁) και Fuji (F₁). Το 1714 (F₁) είναι υβρίδιο σπανακιού πολύ γρήγορης ανάπτυξης κατάλληλο για φθινοπωρινή, χειμωνιάτικη και ανοιξιάτικη καλλιέργεια. Έχει υψηλή παραγωγικότητα και εξαιρετική ποιότητα λόγω και της αντοχής του σε 13 φυλές περονόσπορου. Αναπτύσσει σκούρα πράσινα οβάλ φύλλα, μεγάλου πάχους, με κοντό μίσχο. Το υβρίδιο Fuji (F₁) αναπτύσσει σκούρα πράσινα οδοντωτά τρυφερά φύλλα. Τα στελέχη είναι επίσης τρυφερά και νόστιμα. Μπορεί να γίνει σπορά από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο, σε περιοχές απαλλαγμένων από παγετούς ή σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο και στη συνέχεια εκτός του θερμοκηπίου όλο το υπόλοιπο έτος. Καταναλώνεται ανά πάσα στιγμή από baby leaf έως την ωρίμανση.

Η σπορά των φυτών έγινε σε ομαδικούς δίσκους σποράς με ατομικές θέσεις. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε ξανθιά τύρφη εξουδετερωμένη για την διόρθωση

της οξύτητας και εμπλουτισμένη με θρεπτικά μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία για την αρχική ανάπτυξη των φυτών.

Μετά την σπορά ακολούθησε άρδευση μέχρι του βαθμού υδατοϊκανότητας του υποστρώματος. Η άρδευση γινόταν τακτικά έτσι ώστε το υπόστρωμα σποράς να έχει πάντα επάρκεια υγρασίας.

Μετά το φύτευμα των φυτών και την εμφάνιση των πρώτων πραγματικών φύλλων, μαζί με το νερό του ποτίσματος γινόταν και χορήγηση θρεπτικών στοιχείων (υδρολίπανση). Χρησιμοποιήθηκε υδατοδιαλυτό λίπασμα με σύνθεση

Όταν τα φυτά έφθασαν στο κατάλληλο στάδιο (baby leaf), μετά από τέσσερις εβδομάδες από την σπορά τους, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για να γίνουν οι προσδιορισμοί της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων

Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας εφαρμόστηκε η μέθοδος του Διφαινυλο-πικρυλ-υδραζυλίου (DPPH). Η μέθοδος αυτή είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μέθοδος προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής δράσης μιας ουσίας. Το DPPH είναι μια σταθερή ρίζα, το οργανικό διάλυμα του οποίου παρουσιάζει έντονο ιώδες (μοβ) χρώμα. Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα των εκχυλισμάτων να αποχρωματίζουν το διάλυμα του DPPH.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση του αντιοξειδωτικού με μεθανολικό ή αιθανολικό διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλ-2-πικριλυδραζυλικής ρίζας (απορροφά στα 515 nm) η οποία με την προσφορά υδρογόνου/ηλεκτρονίου ανάγεται σε υδραζίνη με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος.

Η φασματοφωτομετρική αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί τη ρίζα DPPH* ως αντιδραστήριο (η συγκέντρωση του οποίου είναι 60 μM). Μετά από επώαση αντιδραστηρίου και δείγματος για 30 min, στους 25 °C μετράται η απορρόφηση στα 515 nm. Για την εύρεση του ποσοστού της παρεμποδιστικής δράσης κάθε εκχυλίσματος χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$I \% = [(A_0 - A)/A_0] * 100$$

Όπου I % = η % παρεμπόδιση της ελεύθερης ρίζας

A₀ = η απορρόφηση του τυφλού

A = η απορρόφηση του δείγματος

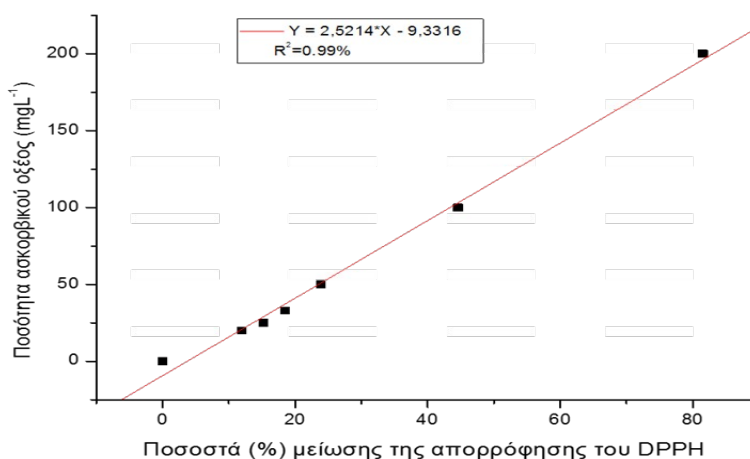
Για παράδειγμα: Έστω ότι το βασικό διάλυμα DPPH των 60 μM έχει τιμή απορρόφησης 0,70 στα 515nm (απορρόφηση σε χρόνο $t=0$), και μετά την προσθήκη του δείγματος, η απορρόφηση ελαττώνεται στο 0,5 (η τιμή που καταγράφει το φωτόμετρο μετά από 30 min), το ποσοστό αντιοξειδωτικής ικανότητας του δείγματος αυτού θα είναι:

$$((0,7-0,5)/0,7)\times 100=28,5\%$$

Οι τιμές αυτές, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την στατιστική ανάλυση και σύγκριση των διαφόρων πειραματικών μεταχειρίσεων, συνήθως εκφράζονται σε «ισοδύναμες ποσότητες» κάποιων ισχυρών αντιοξειδωτικών ουσιών αναφοράς, όπως είναι το τροlox (ανάλογο της βιταμίνης E) ή το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ή το Γαλλικό Οξύ. Οι ποσότητες αυτές αφορούν την ποσότητα του αντιοξειδωτικού αναφοράς, η οποία έχει το ίδιο αποτέλεσμα (ως ποσοστό %) αποχρωματισμού στο βασικό διάλυμα DPPH (μάρτυρα).

Στην παρούσα εργασία ως αντιοξειδωτικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το ασκορβικό οξύ μέσω του οποίου καταρτίστηκε καμπύλη αναφοράς που σχετίζει τα ποσοστά μείωσης της απορρόφησης του DPPH με τις συγκεντρώσεις του ασκορβικού οξέος.

Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος της τάξεως των 0, 20, 25, 35, 50, 100 και 200 mgL^{-1} (χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα ασκορβικού οξέος ελήφθησαν ποσότητες των 50 μl , οι οποίες αντέδρασαν με 1950 μl από το βασικό διάλυμα των 60 μMol του DPPH. Η καμπύλη αναφοράς που προέκυψε από τις μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στο γράφημα της παρακάτω εικόνας.



Διαγραμμα Σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60 μΜοΙ του DPPH.

Η εξίσωση παλινδρόμησης:

$$Y = 2,5214 * X - 9,3316 \quad (R^2=0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος των 60 μΜοΙ του DPPH και των τιμών της ποσότητας του ασκορβικού οξέος που αντιστοιχούν σε αυτές.

Δεδομένου για την παραγωγή 1 L μεθανολικού εκχυλίσματος δυνητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν 100 g νωπών ιστών, η παραπάνω γραμμική σχέση αποδίδει την ισοδύναμη ποσότητα σε ασκορβικό οξύ που περιέχεται σε 1 λίτρο εκχυλίσματος, που δυνητικά προκύπτει από 100 g νωπών φυτικών ιστών.



Εικόνα 1. Φασματοφωτόμετρο για την μέτρηση της απορρόφησης των δειγμάτων

Η διαδικασία προσδιορισμού των ολικών αντιοξειδωτικών στην παρούσα εργασία ήταν η εξής:

1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών: Αρχικά γινόταν η εκχύλιση των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους φυτικούς ιστούς. Από κάθε ένα από τα δύο υβρίδια που μελετήθηκαν, επιλέχθηκαν τυχαία 20 φυτά και από το κάθε ένα από αυτά ελήφθησαν δύο δείγματα νωπών φυτικών ιστών (σύνολο 40 επαναλήψεις ανά επέμβαση). Χρησιμοποιήθηκαν

τμήματα φύλλων σπανακιού, τα οποία είχαν βάρος 100 mg και τα οποία τεμαχίζονταν σε όσο το δυνατό μικρά τεμαχίδια.

Στην συνέχεια και μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα γινόταν προσθήκη 1 mL καθαρής μεθανόλης. Ακολούθως το μείγμα ιστών και μεθανόλης υφίστατο δόνηση (vortex) για 1 min. Έπειτα οι δοκιμαστικοί σωλήνες σφραγίζονταν με ελαστική ταινία (para-film) για την αποτροπή της εξάτμισης της μεθανόλης και αφήνονταν σε ηρεμία για 30 min. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της μεθανόλης η αιθανόλη (αλλά λόγω κόστους χρησιμοποιείται κυρίως μεθανόλη).

2.Παρασκευή διαλύματος DPPH: Για την παρασκευή του διαλύματος DPPH συγκέντρωσης 60μM διαλύονται 2,36mg σε 100 mL καθαρής μεθανόλης (ή αιθανόλης). Η απορρόφηση του διαλύματος αυτού είναι τυπικά $0,680 \pm 0,005$ στα 515 nm.

3.Προσδιορισμός ποσοστού αντιοξειδωτικής ικανότητας: Σε κυψελίδα του φασματοφωτόμετρου προστίθενται 50 μL εκχυλίσματος από το εκάστοτε δείγμα. Προστίθενται 1950 μL από το διάλυμα των 60 μM του DPPH και σφραγίζεται με πλαστικό φιλμ η κυψελίδα για αποτροπή της εξάτμισης της μεθανόλης. Η κυψελίδα τοποθετείται σε σκοτεινό μέρος για 30 min και σε θερμοκρασία περίπου 25 °C. Μετά την παρέλευση των 30 min μετράται η απορρόφηση του δείγματος σε φασματοφωτόμετρο στα 515 nm. Επιπλέον μετράται και η απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος στο ίδιο μήκος κύματος. Το τυφλό δείγμα ήταν διάλυμα 50 μL μεθανόλης και 1950 μl διαλύματος DPPH. Ο μηδενισμός του οργάνου έγινε με καθαρή μεθανόλη.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) των φυτών σπανακιού στην παρούσα εργασία, εκπεφρασμένα σε ισοδύναμη ποσότητα ασκορβικού οξέος, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1. Αποτελέσματα της TAC των baby φυτών σπανακιού (υβρίδια 1714 και Fuji). Οι τιμές αφορούν ισοδύναμη ποσότητα (mg) σε ασκορβικό οξύ ανά 100 g νωπών ιστών. (Οι τιμές έχουν στρογγυλοποιηθεί στην μονάδα).

α/α φυτού	Τύπος Υβριδίου			
	1714 F ₁		Fuji F ₁	
1	31	24	69	45
2	24	45	49	49
3	45	42	45	66
4	28	28	45	45
5	38	49	49	55
6	24	31	45	55
7	21	49	55	52
8	28	49	55	42
9	45	52	42	55
10	49	42	66	45
11	42	24	66	59
12	28	35	49	76
13	45	42	45	52
14	49	38	62	49
15	35	28	59	31
16	45	45	52	38
17	31	42	45	66
18	28	35	52	42
19	35	49	42	38
20	45	45	69	55
Μέσος ± Τυπ Σφ	37,6±2,02 (a)		51,4±2,16 (b)	

(Οι δύο μέσοι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με την δοκιμασία του t, για 78 ΒΕ και επίπεδο σημαντικότητας 5%).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να εξάγουμε ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία αφορούν τα φυτά του σπανακιού.

Αρχικά εύκολα διαπιστώνεται ότι τα σπανάκια ακόμα και σε νεαρό στάδιο περιέχουν αρκετές ποσότητες αντιοξειδωτικών ουσιών. Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι τα

νεαρά (baby) φυτά σπανακιού έχουν και αυτά υψηλή διατροφική αξία όπως και τα ώριμα (μεγαλύτερης) ηλικίας φυτά.

Ένα δεύτερο συμπέρασμα που μπορεί να διατυπωθεί από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι ότι μέσα σε κάθε τύπο-γονότυπο σπανακιού (στην συγκεκριμένη εργασία απλά υβρίδια), η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα στις τιμές που προσδιορίζονται πειραματικά με την μέθοδο DPPH. Πράγματι ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV) για τις τιμές της TAC που προσδιορίστηκαν από τα νεαρά δείγματά του υβριδίου 1714 ήταν 24%, ενώ για το υβρίδιο Fuji ήταν 18,7%. Και οι δύο συντελεστές κρίνονται ικανοποιητικοί για πειράματα αγρού (Μενεξές και Κουτσός, 2016).

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας υπολογίστηκαν από την παρακάτω σχέση:

$$CV=(StDev/\bar{Y})\times 100$$

Όπου, StDev: Τυπική απόκλιση και \bar{Y} : μέσος

Όσον αφορά το υβρίδιο 1714, το 55 % των μετρήσεων ήταν μεταξύ των τιμών 28,6 και 46,7 ($\bar{Y}-StDev$ και $\bar{Y}+StDev$), ενώ στο υβρίδιο Fuji το 65 % των μετρήσεων ήταν μεταξύ των τιμών 41,8 και 61 ($\bar{Y}-StDev$ και $\bar{Y}+StDev$).

Τέλος διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υβριδίων αναφορικά με την περιεκτικότητά τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες. Οι τιμές της TAC που προέκυψαν από την ανάλυση των ιστών του υβριδίου Fuji ήταν σημαντικά μεγαλύτερες σε σχέση με τις τιμές από το υβρίδιο 1714. Η τιμή της στατιστικής του t που προέκυψε από την σύγκριση των δύο ομάδων τιμών της TAC, από τα δύο υβρίδια που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, ήταν $t=6,59$. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή του t για επίπεδο σημαντικότητας 5% και 78 βαθμούς ελευθερίας, η οποία είναι $t=1,66$ με $P<0,001$ (όταν η πειραματικά προσδιοριζόμενη τιμή του t είναι μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη τιμή, οι δύο πληθυσμοί διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους).

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στα σπανάκια ο γονότυπος επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα των φυτών σε αντιοξειδωτικές ουσίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Μενεξές Γ., Κουτσός Θ. 2016. Σπουδαιότητα και ιδιότητες του συντελεστή παραλλακτικότητας (coefficient of variation - CV). 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών με θέμα «Η συμβολή της βελτίωσης των φυτών στην έξοδο από την οικονομική κρίση», 28-30 Σεπτεμβρίου 2016, Φλώρινα
2. **Τζιμπράκου Αμαρίλντ** 2019. Μελέτη συσσώρευσης νιτρικών ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης του σπανακιού. Πτυχιακή Μελέτη. ΤΕΙ Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.
3. **Αδάμος Δημήτριος – Αλεξιάδης Αλέξανδρος** 2018. Μελέτη συσσώρευσης νιτρικών σε νεαρά φυτά σπανακιού σε σχέση με το στάδιο ανάπτυξης τους. Πτυχιακή Μελέτη. ΤΕΙ Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.
4. **Αναργύρου Δήμητρα-Πανταζή Ιωάννα-Χαρούλα** 2020 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΣΠΑΝΑΚΙΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΑΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
5. **Βίτσιου Ευαγγελή Σιατερλή Καλλιόπη** 2019 ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΑΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
6. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CE%B9>
7. <https://www.madata.gr/diafora/health/69426-antioxeidotika-ti-einai-kai-ti-kanoy.html>
8. <https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/16813-spanaki>
9. Τι είναι οι ελεύθερες ρίζες και πώς μας επηρεάζουν; (art-therapy.center)
10. Antioxidants: In Depth | NCCIH (nih.gov)

11. Ανδρέας Δ. Τσιάντης 2007. Harrington and Minges (1954). Διπλωματική Διατριβή. Η επίδραση της συσσώρευσης νιτρικών (NO_3^-) στους φυτικούς ιστούς σπανακιού με τη χρήση οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων σε συνδυασμό θεικών (S0 2- 4). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
12. [Αποστάσεις και οδηγίες για φύτεμα. Φυτεύω λαχανικά, βότανα, δέντρα \(helppost.gr\)](#)
13. [Σπανάκι - Diatrofi.gr | Υγιεινή Διατροφή, Ευεξία και Υγεία](#)