

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε στο εργαστήριο η επίδραση που έχουν οι χαμηλές θερμοκρασίες στην επιβίωση και ανάπτυξη του Λεπιδοπτέρου *Sesamia nonagrioides*. Για το σκοπό αυτό προνύμφες 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας, εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες που κυμαίνονταν για τις μεν διαπαύουσες προνύμφες από -8°C έως -12°C ενώ για τις μη διαπαύουσες προνύμφες από -4°C έως -9°C σε πληθυσμούς εργαστηριακής εκτροφής, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους, όπως είναι η ικανότητα υπέρψυξης, η μέση θανατηφόρος θερμοκρασία που θανατώνει το 50% του πληθυσμού και το νωπό βάρος, σε σχέση πάντοτε με τη διάπαυση. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το *S. nonagrioides* εμφανίζει μικρή σχετική ικανότητα υπέρψυξης και παράλληλα ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ διαπαυουσών και μη διαπαυουσών προνυμφών ως προς αυτήν. Επιπλέον, το *S. nonagrioides* δεν παρουσιάζει σημαντική θνησιμότητα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τη μέση θερμοκρασία υπέρψυξης (Μ.Θ.Υ.), καθώς το σύνολο των εντόμων πεθαίνει σε θερμοκρασίες λίγο μικρότερες από την Μ.Θ.Υ. έπειτα από παρατεταμένη έκθεση σε αυτές, τόσο στις διαπαύουσες όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες.

Τέλος, η συσχέτιση μεταξύ της αντοχής στο ψύχος και της διάπαυσης δεν είναι ξεκάθαρη, καθώς αν και οι διαπαύουσες προνύμφες παρουσιάζουν σημαντικά μικρότεροι θνησιμότητα έπειτα από παρατεταμένη έκθεση σε θερμοκρασίες μικρότερες των 0°C σε σχέση με τις μη διαπαύουσες προνύμφες, εντούτοις δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους ως προς την ικανότητα υπέρψυξης. Περαιτέρω έρευνα κρίνεται σκόπιμη, προκειμένου να αποσαφηνιστεί πλήρως ο ρόλος της διάπαυσης στην αντοχή στο ψύχος του *S. nonagrioides*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Καλαμπόκι

1.1.1 Εισαγωγή - Προέλευση

Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος (*Zea mays*) (Εικόνα 1) αποτελεί ένα ετήσιο φυτό, μοναδικό στο είδος του, το οποίο έχει εξημερωθεί ως καλλιέργεια με την πάροδο χιλιάδων ετών. Κατάγεται από την Κεντρική Αμερική και μάλλον από το Μεξικό και τις γειτονικές του χώρες. Μετά τα ταξίδια του Χριστόφορου Κολόμβου στην Αμερική, το καλαμπόκι μεταφέρθηκε στην Ισπανία το 1519 κι από εκεί διαδόθηκε σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες καθώς επίσης και στις Ινδίες, την Κίνα και νησιά του Ινδικού Ωκεανού. Από τους Άραβες



Εικόνα 1: Σπάδικας καλαμποκιού.

διαδόθηκε στις χώρες της Β. Αφρικής και στη Μέση Ανατολή.

Στην Ελλάδα καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά το 1576 στα Ιόνια Νησιά και στις απέναντι κοντινές ακτές. Μεταφέρθηκε από την Β. Αφρική γι' αυτό και πήρε το όνομα αραβόσιτος (αραβικό σιτάρι). Η ονομασία καλαμπόκι δεν είναι γνωστό από πού προέρχεται (Σφακιανάκης και Κατσαντώνης 1984).

Χρειάστηκαν περίπου εκατό χρόνια για να το χρησιμοποιήσουν σαν φυτό γεωργικού ενδιαφέροντος καθώς ως τότε το είχαν σαν ένα εξωτικό φυτό κατάλληλο για τους κήπους των αρχόντων. Σήμερα είναι ένα από τα διαδεδομένα φυτά σ' ολόκληρο τον κόσμο και καλλιεργούνται 1.340.240.000 στρ. περίπου (Μελλίδης και Ευγενίδης 2003). Στην χώρα μας το καλαμπόκι αποτελεί τη βάση για τη διατροφή των ζώων και ένα ποσοστό της παραγωγής περίπου 50000 τόνοι (2,8%) χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία (Μελλίδης και Ευγενίδης 2003). Γενικά η Ελλάδα

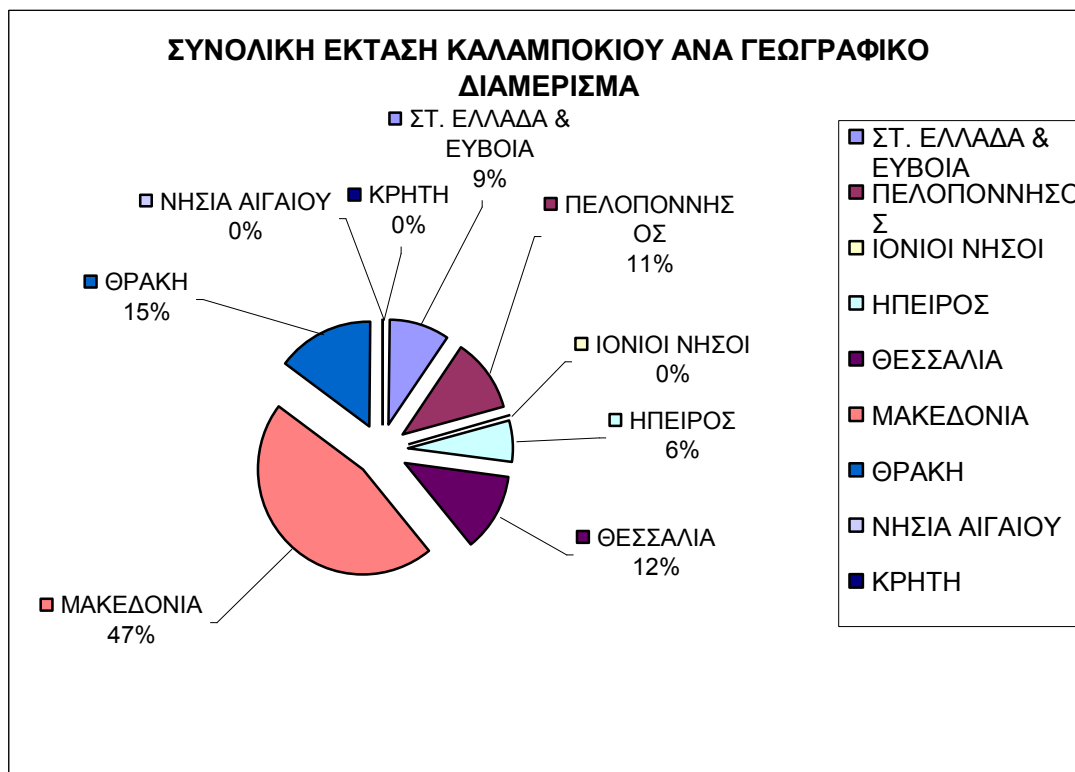
παράγει ετησίως περίπου 2,5 τόνους (Πίνακας 1 και Διαγράμματα 1 και 2). Καλλιεργείται περισσότερο σε περιοχές όπου υπάρχουν αρδευτικά δίκτυα και το κόστος αρδύσεως είναι χαμηλό, όπως οι πεδιάδες της Θεσσαλονίκης, των Γιαννιτσών, των Σερρών, της Ξάνθης, της Καβάλας, της Κομοτηνής, της Φθιώτιδος, του Αγρινίου κλπ.(Πίνακας 2. και Διάγραμμα 3). Σε περιοχές όπου το νερό είναι αντλούμενο οπότε το κόστος αρδύσεως δεν είναι χαμηλό, δεν επεκτάθηκε πολύ η καλλιέργεια του όπως στη Θεσσαλία. Τη μεγαλύτερη παραγωγή παγκοσμίως την έχουν οι Η.Π.Α. και ακολουθούν η Κίνα, η Βραζιλία και το Μεξικό (Σφακιανάκης και Κατσαντώνης 1984).

Πίνακας 1. Καλλιέργεια καλαμποκιού σε στρέμματα και παραγωγή αυτού, ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για το έτος 2004.

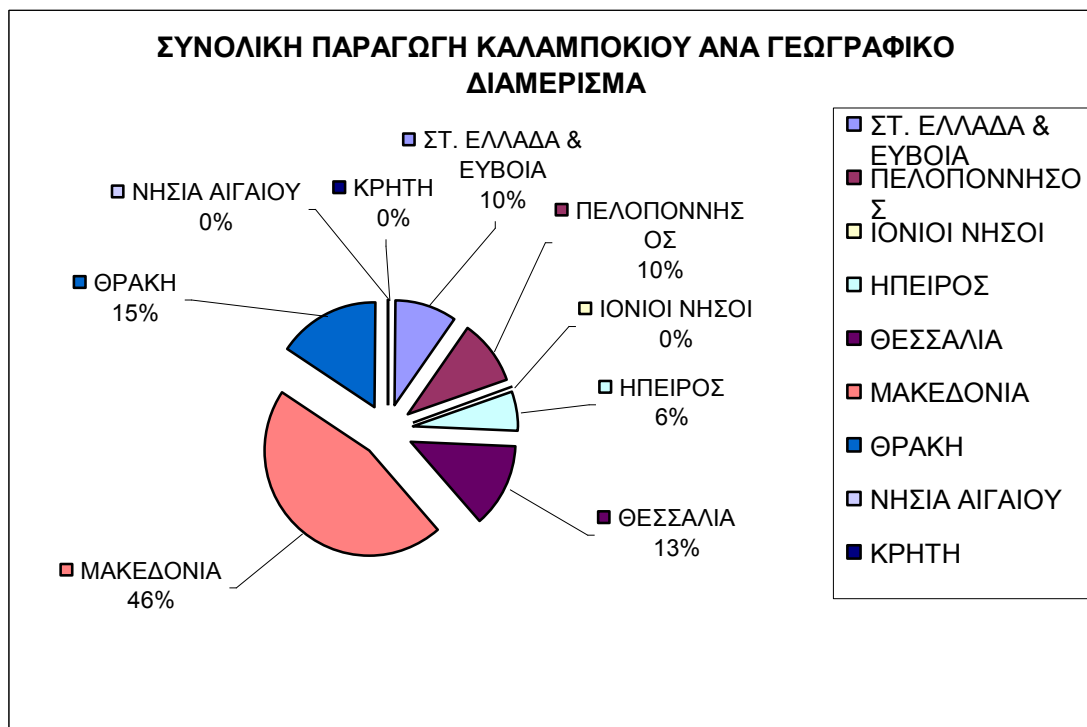
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ-ΝΟΜΟΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	2.406.431	2.451.239
ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑ & ΕΥΒΟΙΑ	220.877	234.012
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	271.508	243.584
ΙΟΝΙΟΙ ΝΗΣΟΙ	4.604	1.777
ΗΠΕΙΡΟΣ	150.705	146.474
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	292.552	320.877
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	1.112.513	1.123.577
ΘΡΑΚΗ	351.844	379.962
ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ	2.630	1.704
ΚΡΗΤΗ	513	154

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε. 2006

Διάγραμμα 1. Ποσοστιαία κατανομή εκτάσεων καλαμποκιού ανά δημοτικό/κοινοτικό διαμέρισμα για το έτος 2005 (Πηγή. Ε.Σ.Υ.Ε. 2006).



Διάγραμμα 2. Ποσοστιαία συνολική έκταση καλαμποκιού ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για το έτος 2004 (Πηγή. Ε.Σ.Υ.Ε. 2006).

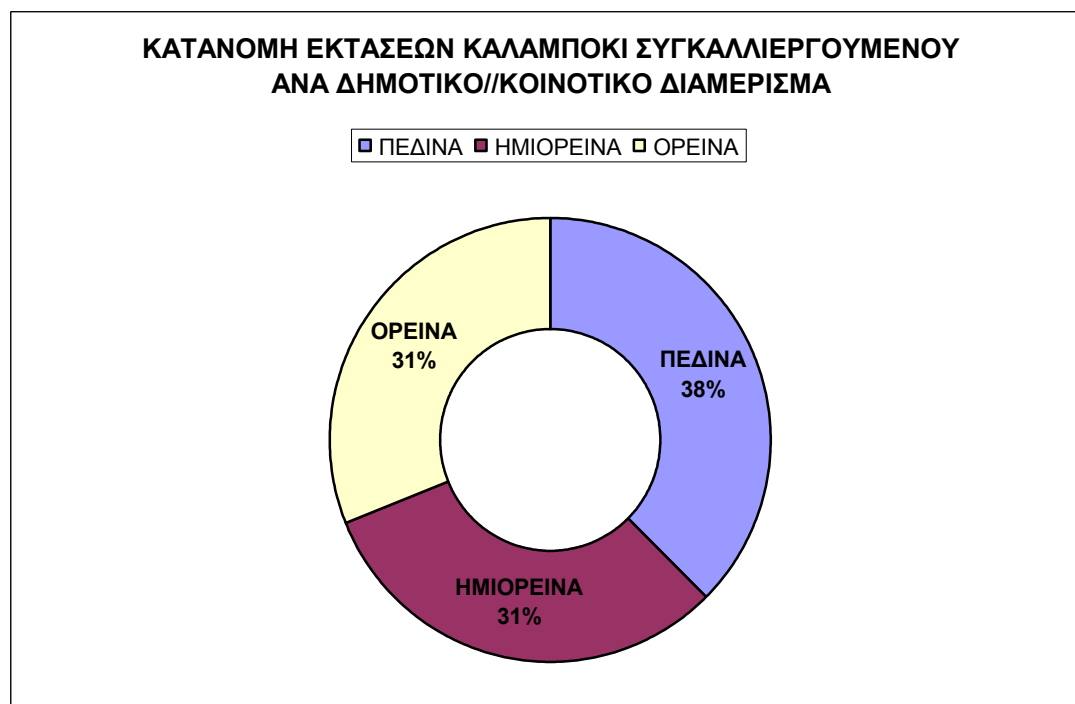


Πίνακας 2. Εκτάσεις καλλιεργειών καλαμποκιού σε χιλιάδες στρέμματα κατά είδη και κατά ομάδες (πεδινά, ημιορεινά, ορεινά) για τα έτη 2004 και 2005.

	2004 (ΣΥΝΟΛΟ)	2005			
		ΣΥΝΟΛΟ	ΔΗΜΟΤΙΚΑ/ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ		
			ΠΕΔΙΝΑ	ΗΜΙΟΡΕΙΝΑ	ΟΡΕΙΝΑ
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΓΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ	38.176*	37.589	20.959	10.102	6.527
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	2.410	2.437	1.774	489	174

* σε χιλιάδες στρέμματα; Πηγή: (Ε.Σ.Υ.Ε. 2006)

Διάγραμμα 3. Ποσοστιαία συνολική παραγωγή καλαμποκιού ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για το έτος 2004 (Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε. 2006).



Το καλαμπόκι οφείλει την μεγάλη εξάπλωσή του στην μεγάλη παραγωγικότητά και την ευρεία προσαρμοστικότητά του. Η σύγχρονη γενετική έρευνα και τα οικονομικά συμφέροντα που συνδέονται με την καλλιέργεια του καλαμποκιού έχουν επιτρέψει τη δημιουργία αμέτρητων ποικιλιών κατάλληλων για οποιοδήποτε περιβάλλον.

1.1.2. Χρησιμότητα

Το καλαμπόκι αποτελεί τροφή μεγάλης αξίας σε ενέργεια παρολ' αυτά σε πολλές χώρες η θρεπτική του αξία σε ανόργανα συστατικά και βιταμίνες είναι μικρότερη απ' ότι στα άλλα σιτηρά. Από το αλεύρι του καλαμποκιού παράγεται ψωμί, γνωστό με το όνομα μμπομπότα, το οποίο όμως δεν είναι καλής ποιότητας. Το καλαμποκάλευρο χρησιμοποιείται επίσης στην ζαχαροπλαστική, στην παραγωγή αμυλούχων προϊόντων και στην αλλαντοποιία. Στην Λατινική Αμερική από το καλαμπόκι παράγεται ενός είδος ζύμης από την οποία παρασκευάζονται τα «τορτίγιας» που αντικαθιστούν το ψωμί. Στη διατροφή μας χρησιμοποιείται και το λάδι του, το γνωστό αραβοσιτέλαιο που προέρχεται από τα φύτρα. Το άμυλό του επίσης χρησιμοποιείται στην ζυθοποιία (Δαλλιάνης 1999).

Εκτός από την διατροφή του ανθρώπου το καλαμπόκι είναι σημαντικό και για την διατροφή των ζώων. Τα ζώα τρέφονται με τους σπάδικες αλλά κυρίως με τα υπολείμματα της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή. Η κτηνοτροφία έχει στενή σχέση με την αύξηση της παραγωγής του (Δαλλιάνης 1999).

Ένας τομέας επίσης όπου χρησιμοποιείται το καλαμπόκι είναι η βιομηχανία για παραγωγή χημικών προϊόντων, κολλών, κατασκευή βερνικιών, στην υφαντουργία, για παραγωγή ελαίου σαπωνοποιίας κ.α. Οι κόκκοι του με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να γίνουν αλκοόλη βιομηχανικής χρήσης. Από το καλάμι του φτιάχνεται χαρτί και χαρτόνι. Οι άξονες των σπάδικων χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη, και για την παρασκευή φορμόλης, ενός ελαιώδους υγρού, το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή προϊόντων νάιλον (Δαλλιάνης 1999).

Τέλος έχει φαρμακευτικές χρήσεις με την παρασκευή διαφόρων φαρμακευτικών προϊόντων, για την παρασκευή αντιβιοτικών και εξαγωγή βιταμινών E και F (Δαλλιάνης 1999).

1.1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το καλαμπόκι είναι ποώδες φυτό, επιπολαιόριζο, με όρθια μορφή και ύψος 3-4 μ. σε ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας. Αποτελείται από τη ρίζα, το στέλεχος, τα φύλλα, τα σταχίδια και τα άνθη.

1.1.3.1. Ρίζα

Με το φύτεμα εμφανίζονται οι εμβρυακές ρίζες από το ριζίδιο, ενώ από τους κόμβους που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους εκπύσσονται οι μόνιμες ρίζες. Οι μόνιμες ρίζες αναπτύσσονται αρχικά οριζόντια και μετά σε βάθος εμφανίζοντας πλούσια διακλάδωση. Το βάθος των ριζών μπορεί να υπερβεί το ένα μέτρο αλλά το κυρίως ριζόστρωμα βρίσκεται μέχρι βάθους 30 εκ., ενώ σημαντικό ποσοστό ριζών φθάνουν και τα 60 εκ.

1.1.3.2. Στέλεχος

Το καλαμπόκι έχει άκαμπτο στέλεχος που το τελικό του ύψος κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 6 μέτρα, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Η αύξηση του αραβόσιτου γίνεται με ταχύ ρυθμό και μπορεί να φθάσει τα 10 εκ. ημερησίως. Το στέλεχος είναι εσωτερικά γεμάτο με εντεριώνη και εξωτερικά διαιρείται σε μεσογονάτια διαστήματα που τα χωρίζουν τα γόνατα. Σε κάθε γόνατο υπάρχει μια καταβολή οφθαλμού. Στα πρώτα όμως γόνατα υπάρχουν και καταβολές ριζών. Αδέλφωμα στο φυτό του αραβόσιτου δεν παρατηρείται συνήθως. Κάποιες φορές όμως εμφανίζονται βλαστοί από τη βάση του φυτού οι οποίοι όμως δεν παράγουν σπάδικες. Σε άλλες ποικιλίες πάλι μπορεί να εμφανιστούν βλαστοί σε ανώτερα γόνατα του στελέχους.

1.1.3.3. Φύλλα

Σε κάθε γόνατο φύεται και ένα φύλλο που αποτελείται από τον κολεό και το έλασμα. Το έλασμα είναι μακρύ μήκους 40-50 εκ. και πλάτους 4-5 εκ., λογχοειδές και παραλληλόνευρο. Στις διακοσμητικές ποικιλίες, που έχουν συνήθως χαμηλό ανάστημα, τα γόνατα είναι κοντά το ένα στο άλλο και τα φύλλα πυκνά.

1.1.3.4. Σταχίδια και άνθη

Ο αραβόσιτος είναι φυτό μόνοικο και δικλινές, έχει δηλαδή χωριστά τα θηλυκά από τα αρσενικά σταχίδια (Εικόνα 2). Τα αρσενικά σχηματίζουν φόβη και βρίσκεται στην κορυφή του στελέχους του φυτού, ενώ τα θηλυκά είναι σπαδικοειδής στάχης που βρίσκεται στη μασχάλη ενός από τα φύλλα, συνήθως μια ή δυο σε κάθε φυτό στις ποικιλίες για παραγωγή και σε σημαντικό αριθμό στις διακοσμητικές. Ο σπάδικας αποτελείται από τον παχύ άξονα, στον οποίο τα ζεύγη των σταχιδίων σχηματίζουν επιμήκεις σειρές. Ένας σπάδικας μπορεί να φέρει από 4 μέχρι 30 ή και περισσότερες σειρές κόκκους.



Εικόνα 2: Σταχίδια και άνθος καλαμποκιού.

1.1.3.5. Επικονίαση και γονιμοποίηση

Η διασπορά της γύρεως δεν γίνεται αμέσως αλλά λίγο κάθε φορά. Κάθε κίνηση του φυτού βοηθά στο τίναγμα της γύρης αλλά ο κύριος παράγοντας που μεταφέρει τη γύρη στο στίγμα είναι ο άνεμος. Οι μέλισσες και άλλα έντομα μεταφέρουν τη γύρη αλλά κατά τύχη μόνο μπορούν να επισκεφθούν τον ύπερο.

Η πρωτανδρία στον αραβόσιτο συντελεί κατά κανόνα στη σταυρογονιμοποίηση και μόνο κατά 10% συμβαίνει η αυτογονιμοποίηση. Ο χρόνος που μεσολαβεί από την επικονίαση μέχρι την γονιμοποίηση δεν είναι σταθερός γιατί εξαρτάται από την ποικιλία του αραβόσιτου και τις συνθήκες του περιβάλλοντος, ιδίως την υγρασία και την θερμοκρασία. Η υψηλή θερμοκρασία και ο ξηρός άνεμος μπορεί να έχουν καταστρεπτικά αποτελέσματα.

Κατά τη βλάστηση προηγείται ο βλαστικός πυρήνας και ακολουθούν οι δύο σπερματικοί. Ένας από τους σπερματικούς ενώνεται με το αυγό και σχηματίζει το ζυγωτή, ενώ ο άλλος ενώνεται με τους δύο πολικούς πυρήνες και σχηματίζει το τριπλοειδές ενδοσπέρμιο. Ο ζυγωτής θα εξελιχθεί σε έμβρυο, που αποτελεί το 11% σε βάρος του κόκκου, ενώ το υπόλοιπο το ενδοσπέρμιο. Όταν ωριμάζει ο σπάδικας του

καλαμποκιού, παρουσιάζει πολυάριθμες σειρές από τους χαρακτηριστικούς κόκκους(Μελλίδης και Ευγενίδης 2003).

1.1.3.6. Ο κόκκος του καλαμποκιού

Ο κόκκος του καλαμποκιού (Εικόνα 3) αποτελείται από τον μητρικό ιστό, το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο (Παπακώστα 2008). Οι κόκκοι έχουν τον γενότυπο της μητέρας και δεν επηρεάζονται από τον πατέρα. Το βάρος του



Εικόνα 3: Κόκκοι καλαμποκιού.

κόκκου ποικίλλει πολύ και το σχήμα μπορεί να είναι σφαιρικό, ωοειδές, πεπλατυσμένο κλπ. Ο κόκκος περιέχει

κατά μέσο όρο 77% άμυλο, 2% σάκχαρο, 5% έλαιο, 9% πρωτεΐνη και 2% τέφρα.

Ανάλογα με το είδος του ενδοσπερμίου το καλαμποκι διακρίνεται στους εξής τύπους:

1. Οδοντόμορφος, όπου τα σπόρια είναι συρρικνωμένα στην κορυφή,
2. Σκληρός, όπου το εξωτερικό περίβλημα του κόκκου εμποδίζει την συρρίκνωση του και γι' αυτό προτιμάται στην κονσερβοποιία,
3. Σακχαρώδης, που έχει σπόρια με γλυκιά νόστιμη γεύση αλλά το σάκχαρο του φυτού δεν μετατρέπεται σε άμυλο όπως στα άλλα,
4. Μικρόκοκκος, όπου οι σπόροι είναι πολύ μικροί και σκληροί και όταν θερμανθούν διαστέλλονται και σκάνε παράγοντας το γνωστό ποπ-κορν,
5. Αλευρώδης, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλευριού
6. Κηρώδης, ο οποίος έχει κόκκινη απόχρωση και χρησιμοποιείται στην βιομηχανική παραγωγή συγκολλητικών ουσιών και
7. Ενδεδυμένος, που είναι χαμηλής ποιότητας και χρησιμοποιείται για ζωοτροφή.

1.1.4. Υβρίδια καλαμποκιού

Μέχρι τη δεκαετία του 1930 καλλιεργούνταν στις περισσότερες χώρες που ευδοκίμωσε το καλαμπόκι τοπικοί πληθυσμοί ή ποικιλίες. Από το 1910 ήδη είχε αρχίσει η προσπάθεια παραγωγής υβριδίων καλαμποκιού και κατά το 1959 άρχισε η καλλιέργειά τους. Σήμερα τα υβρίδια χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στην καλλιέργεια του καλαμποκιού. Τα υβρίδια είναι πολύ πιο παραγωγικά, είναι όμως και περισσότερο απαιτητικά σε καλλιεργητικές φροντίδες. Για την καλλιέργεια των υβριδίων ο παραγωγός θα πρέπει να προμηθεύεται κάθε χρόνο σπόρο και να μην χρησιμοποιεί σπόρο από την παραγωγή του γιατί οι σπόροι που παράγονται από τα φυτά που καλλιεργούμε, δεν αναπαράγουν αναλλοίωτες τις ιδιότητες του μητρικού φυτού και έχουμε και σημαντική μείωση της απόδοσης. Τα υβρίδια σε σχέση με τους πληθυσμούς του καλαμποκιού διαφέρουν στα εξής:

- Έχουν μικρή παραλλακτικότητα μεταξύ τους
- Έχουν μεγαλύτερη απόδοση
- Παρουσιάζουν μικρή αντοχή σε κακές συνθήκες καλλιέργειας

Η δημιουργία υβριδίων περιλαμβάνει:

- Τη βελτίωση των πληθυσμών του καλαμποκιού
- Τη δημιουργία καθαρών σειρών και
- Την εκτίμηση της ειδικής συνδυαστικής ικανότητας των καθαρών σειρών (Σφακιανάκης και Κατσαντώνης 1984).

Τα υβρίδια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Τα απλά, τα οποία προέρχονται από την διασταύρωση δύο καθαρών σειρών
- 2) Τα διπλά, τα οποία προέρχονται από τη διασταύρωση δύο απλών υβριδίων και
- 3) Τα υβρίδια τριών καθαρών σειρών που προέρχονται από τη διασταύρωση ενός απλού υβριδίου και μιας καθαρής σειράς

Τα πρώτα υβρίδια που καλλιεργήθηκαν ήταν τα διπλά, όχι επειδή ήταν παραγωγικότερα σε σχέση προς τα απλά, αλλά γιατί είναι ευκολότερη η σποροπαραγωγή τους και ο σπόρος κοστίζει λιγότερο. Τα απλά υβρίδια σε σύγκριση προς τα διπλά δίνουν μεγαλύτερες αποδόσεις, είναι περισσότερο ομοιόμορφα ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά γιατί όλα τα φυτά ενός απλού

υβριδίου έχουν τον ίδιο γενότυπο, είναι απαιτητικά σε θρεπτικά στοιχεία και νερό και λιγότερο ανθεκτικά σε ασθένειες και έντομα. Ενδιάμεσες ιδιότητες μεταξύ των απλών και των διπλών υβριδίων παρουσιάζουν τα υβρίδια των τριών καθαρών σειρών. Ένα από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των υβριδίων του καλαμποκιού είναι η πρωιμότητα, γιατί από αυτήν εξαρτάται η δυναμικότητα του υβριδίου. Έχει αποδειχθεί ότι τα υβρίδια μακρού βιολογικού κύκλου είναι κατά κανόνα παραγωγικότερα των υβριδίων μικρότερου κύκλου (Υφούλης 1982). Για την εκλογή του κατάλληλου υβριδίου θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τα έξης:

- ❖ Τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου της περιοχής όπου πρόκειται να καλλιεργηθεί το υβρίδιο
- ❖ Την αποδοτικότητα του υβριδίου και ορισμένα άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά που συνδέονται θετικά με την απόδοση
- ❖ Την επάρκεια του νερού, η οποία είναι ο σπουδαιότερος περιοριστικός παράγοντας

Πολλές φορές είναι δυνατόν σε μια περιοχή να συντρέχουν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την καλλιέργεια μακρού βιολογικού κύκλου υβριδίων, εντούτοις όμως υπάρχουν ορισμένοι λόγοι που μας επιβάλλουν να προτιμήσουμε υβρίδια μικρότερου βιολογικού κύκλου. Οι λόγοι αυτοί είναι:

- Η υψηλή δαπάνη ξηράνσεως του σπόρου των υβριδίων μεγάλου βιολογικού κύκλου και
- Η όψιμη συγκομιδή των υβριδίων μεγάλου βιολογικού κύκλου.

Εκτός από όλους τους παραπάνω λόγους για την εκλογή του κατάλληλου υβριδίου, την τελική επιλογή θα την καθορίσει και η εποχή σποράς του, για την οποία αναφερόμαστε αναλυτικότερα παρακάτω.

1.1.5. Τεχνική καλλιέργειας

Για να επιτύχουμε μια καλλιέργεια καλαμποκιού με υψηλές αποδόσεις δεν αρκεί μόνο η εκλογή του κατάλληλου υβριδίου, χρειάζεται επίσης να του παρασχεθούν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες. Το καλαμπόκι είναι φυτό προσαρμοστικό σε ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών, όμως ως άριστο οικολογικό περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί το εξής: Έδαφος μέσης συστάσεως, βαθύ, καλώς αποστραγγιζόμενο, με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, ικανό να προμηθεύει το φυτό με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, με pH γύρω στο 6,5 και θερμοκρασία κατά τη βλαστική περίοδο από 21-32°C.

1.1.5.1. Προετοιμασία χωραφιού

Η σωστή προετοιμασία του χωραφιού είναι μεγάλης σημασίας, γιατί βελτιώνει τις συνθήκες υγρασίας, αερισμού και θερμοκρασίας του εδάφους, αυξάνει την ποσότητα των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων αυτού κι έτσι εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συνθήκες για καλό φύτευμα του σπόρου κι ανάπτυξη του φυτού. Είναι απαραίτητο ένα φθινοπωρινό όργωμα, το οποίο θα ελαττώσει την επιφανειακή ροή του νερού κι έτσι όλες οι βροχές του χειμώνα θα συγκρατηθούν και θα αποθηκευτούν μέσα στο χωράφι. Επίσης θα ενσωματώσει τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας νωρίς ώστε να γίνει χουμοποίηση αυτών κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το Φεβρουάριο- Μάρτιο χρειάζεται ένα δεύτερο πιο ελαφρό όργωμα για καταστροφή των ζιζανίων. Εάν δεν υπάρχουν ζιζάνια ή είναι πολύ μικρά μπορεί να γίνει κατεργασία με καλλιεργητή αντί του οργώματος. Έτσι τον Απρίλιο πριν από την σπορά δεν χρειάζεται όργωμα αλλά το χωράφι μπορεί να προετοιμασθεί με ένα ή δύο δισκοσβαρνίσματα.

1.1.5.2. Σπορά

A) Εποχή σποράς

Η σπορά του καλαμποκιού γίνεται όσο το δυνατόν πρωιμότερα. Η πρώιμη σπορά έχει τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με την όψιμη:

- ✓ Εξασφαλίζει άριστες θερμοκρασίες αναπτύξεως για το βλαστικό στάδιο του καλαμποκιού,
- ✓ Αποφεύγουμε τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού κι έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση των σπαδικών,

- ✓ Εκμεταλλευόμαστε την υγρασία του χειμώνα καλύτερη και τα φυτά αναπτύσσουν μεγάλο ριζικό σύστημα νωρίτερα, το οποίο βοηθά τα φυτά να αντεπεξέλθουν στις ξηροθερμικές συνθήκες του καλοκαιριού,
- ✓ Η πρόιμη σπορά κάνει τα φυτά με μικρότερο ύψος, οπότε είναι περισσότερο ανθεκτικά στο πλάγιασμα και
- ✓ Η πρόιμη σπορά σημαίνει και πρόιμη συγκομιδή.

B) Βάθος σποράς

Το βάθος σποράς επηρεάζει το φύτεμα και την ομοιομορφία φυτρώματος του σπόρου, εξαρτάται δε από την πρωιμότητα σποράς, τις υγρασιάκες συνθήκες του εδάφους και το μέγεθος του σπόρου. Το άριστο βάθος σποράς πρέπει να είναι 5-6 εκ., όμως σε πρόιμες σπορές το βάθος θα πρέπει να είναι 1-2 εκ. μικρότερο, ενώ σε όψιμες σπορές πρέπει να είναι 1-2,5 εκ. μεγαλύτερο. Επίσης σπόρος με μικρό μέγεθος θα πρέπει να σπέρνεται σε μικρότερο βάθος σε σχέση προς τον σπόρο με μεγάλο μέγεθος.

Γ) Πυκνότητα σποράς

Η πυκνότητα επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του καλαμποκιού. Τόσο οι υψηλές όσο και οι χαμηλές πυκνότητες επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση. Με τις μικρές πυκνότητες έχουμε μικρές αποδόσεις γιατί δεν εκμεταλλευόμαστε όλο τον διαθέσιμο χώρο. Ενώ με τις υψηλές πυκνότητες παρατηρείται μεγάλο ποσοστό στειρότητας στα φυτά, αλληλοσκίαση των φυτών με αποτέλεσμα τα φυτά να αποκτούν μεγάλο ύψος, λεπτό στέλεχος κι έτσι γίνονται ευαίσθητα στο πλάγιασμα. Επίσης, ενώ δεν επηρεάζεται η άνθηση των αρσενικών ανθέων, καθυστερούν 4-5 μέρες την άνθηση των θηλυκών με αποτέλεσμα να μην συμπίπτουν χρονικά με άμεση επίπτωση στην γονιμοποίηση. Τέλος, οι μεγάλες πυκνότητες δίνουν μικρότερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης στον καρπό.

Η σπορά γίνεται με σπαρτικές μηχανές, οι οποίες σπέρνουν με ακρίβεια στις αποστάσεις και το βάθος που θέλουμε, ενώ συγχρόνως εκτελούν κυλίνδρισμα πάνω στη γραμμή που σπέρνουν. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιούμε είναι από 2,5- 3,5 kg/στρ. και θα πρέπει να είναι υγιής, απολυμασμένος, ομοιόμορφος και να έχει μεγάλη φυτρωτική ικανότητα.

1.1.5.3. Συγκομιδή

Ο σπόρος του καλαμποκιού περνά ορισμένα στάδια ώσπου να ωριμάσει, που είναι τα εξής:

- Στάδιο γάλακτος: διαρκεί 20 ημέρες μετά την γονιμοποίηση
- Στάδιο πήξεως: το περιεχόμενο του κόκκου πήζει, αλλά συνεχίζει να είναι μαλακό. Διαρκεί 35 ημέρες μετά την γονιμοποίηση
- Στάδιο σκληρύνσεως: διαρκεί 5 ημέρες
- Στάδιο υαλώδους τομής: διαρκεί επίσης 5 ημέρες
- Στάδιο πλήρους ωριμάνσεως: αρχίζει 50 ημέρες μετά την γονιμοποίηση

Η πιο κατάλληλη εποχή συγκομιδής είναι όταν η υγρασία του σπόρου έχει φθάσει στο 14%. Θα μπορούσε να συγκομισθεί και όταν η υγρασία του είναι 37% γιατί τότε έχει ήδη συμπληρωθεί η αποθήκευση θρεπτικών στοιχείων. Η παραπέρα ξήρανσή του όμως διευκολύνει τη συγκομιδή και την αποθήκευση του. Η συγκομιδή γίνεται με ειδικές μηχανές. Προτού αποθηκευτεί ο σπόρος πρέπει να περάσει από τεχνητά ξηραντήρια για να κατέβει η υγρασία, οπότε μπορεί να διατηρηθεί με ασφάλεια.

1.1.5.4. Ενσίρωση

Το καλαμπόκι μπορεί να αποθηκευτεί και να διατηρηθεί για μερικά χρόνια σε σιλό. Το ενσιρωμένο καλαμπόκι αποτελεί μια πολύ καλή τροφή για τα ζώα. Όλες οι ποικιλίες που καλλιεργούνται μπορεί να χρησιμοποιηθούν για ενσίρωση, αυτές όμως με πλούσιο φύλλωμα είναι πιο κατάλληλες για το σκοπό αυτό. Γενικά, οι όψιμοι τύποι που σπέρνονται στα πεταχτά δίνουν περισσότερη ενσιρωμένη μάζα, αλλά μικρότερη θρεπτική αξία από τους τύπους που παράγουν καρπό. Η εποχή συγκομιδής του καλαμποκιού για ενσίρωση είναι δύσκολο να προσδιορισθεί, κατά κανόνα όμως μπορεί να γίνει όταν οι σπόροι «νυχιάζονται». Τα φυτά αφήνονται να αναπτυχθούν κατά το δυνατόν περισσότερο, για να δώσουν περισσότερη μάζα, χωρίς όμως να φθάσουν στο στάδιο της αποξηράνσεως των φύλλων ούτε να υποστούν την επίδραση παγετού. Η συγκομιδή γίνεται με ειδικά μηχανήματα που κόβουν τα φυτά σε μικρά κομμάτια και τα ρίχνουν σε οχήματα για τη μεταφορά τους στο σιλό. Εκεί πιέζεται επαρκώς η φυτική μάζα και αρχίζει αμέσως η ζύμωση κατά τη διάρκεια της οποίας σχηματίζονται οργανικά οξέα που συντελούν στη διατήρηση της μάζας.

1.1.5.5. Επίσπορη καλλιέργεια

Μερικές φορές μετά τη συγκομιδή των χειμερινών σιτηρών ή ψυχανθών, μπορούμε να κάνουμε ένα πλούσιο πότισμα, να οργώσουμε και να σβαρνίσουμε ώστε να ετοιμάσουμε γρήγορα το χωράφι για επίσπορη καλλιέργεια με καλαμπόκι (δεύτερη καλλιέργεια μέσα στον ίδιο χρόνο). Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε τα πρώιμα υβρίδια ώστε να προλάβουν να ωριμάσουν υπό κανονικές συνθήκες. Η επίσπορη καλλιέργεια έχει ιδιαίτερη ανάγκη από καλλιεργητικές περιποιήσεις ιδίως από αζωτούχο λίπανση, συχνές αρδεύσεις και οπωσδήποτε από καταπολέμηση των εντόμων. Μετά την συγκομιδή τους πρέπει να αποξηραίνονται πριν από την αποθήκευσή τους.

1.1.6. Απαιτήσεις καλλιέργειας

1.1.6.1. Λίπανση

Το καλαμπόκι εκμεταλλεύεται πάρα πολύ τις λιπάνσεις, τόσο τις οργανικές όσο και τις ανόργανες αζωτούχες λιπάνσεις που πραγματοποιούνται κατά την άροση. Γενικά όμως το καλαμπόκι επειδή παράγει μεγάλη ποσότητα βιομάζας απορροφά και μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, ειδικά τα απλά υβρίδια που καλλιεργούνται για τις υψηλές αποδόσεις που έχουν. Τουλάχιστον 12 θρεπτικά στοιχεία χρειάζεται να είναι διαθέσιμα στο έδαφος σε επαρκείς ποσότητες στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού, για να μπορέσει να απορροφήσει, να αναπτυχθεί φυσιολογικά και να αποδώσει το μέγιστο παραγωγικό δυναμικό του υβριδίου. Βασικά στοιχεία θρέψης του καλαμποκιού είναι το Άζωτο (Α), ο Φώσφορος (Ρ), το Κάλιο (Κ), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο(Mg), το Μαγγάνιο (Mn), ο Ψευδάργυρος (Zn), ο Σίδηρος (Fe), το Βόριο (Β) και ο Χαλκός (Cu). Ελλειμματική παρουσία αυτών στο έδαφος σε αφομοιώσιμη μορφή προκαλεί τροφopenίες. Για να καθορισθεί όμως η ορθολογική λίπανση στο καλαμπόκι θα πρέπει να γνωρίζουμε:

- Τη χημική και μηχανική σύσταση του εδάφους,
- Την συνολική ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που προσλαμβάνεται από το φυτό,
- Την κατανομή αυτών στα διάφορα φυτικά μέρη,
- Το ρυθμό πρόσληψης των θρεπτικών κατά την διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού,
- Την πρωιμότητα του υβριδίου και
- Την ύπαρξη και αναγνώριση τροφopenιών στο χωράφι μας.

1.1.6.2. Άρδευση

Το νερό αποτελεί το σπουδαιότερο περιοριστικό παράγοντα της αποδόσεως του καλαμποκιού. Οι υψηλές ανάγκες του καλαμποκιού σε νερό και οι ξηροθερμικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας κατά την περίοδο του καλοκαιριού δεν μας επιτρέπουν να καλλιεργήσουμε καλαμπόκι χωρίς πότισμα. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης οι ανάγκες σε νερό είναι περιορισμένες ενώ στα μετέπειτα στάδια οι ανάγκες του είναι πολύ μεγαλύτερες. Τα απλά υβρίδια είναι πολύ απαιτητικά σε νερό. Επειδή το κόστος για την άρδευση είναι συνήθως υψηλό επιβάλλεται να μεριμνήσουμε τόσο για την αποθήκευση και διατήρηση των μεγαλύτερων ποσοτήτων

νερού βροχής στο χωράφι, όσο και για την αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση αυτού από την καλλιέργεια με τους εξής τρόπους:

- ⇒ Με σωστή κατεργασία εδάφους για να αποθηκεύσουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ποσότητες νερού βροχής του χειμώνα
- ⇒ Καταπολεμώντας αποτελεσματικά τα ζιζάνια τα οποία ανταγωνίζονται την καλλιέργεια και καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού
- ⇒ Αποφεύγοντας τις μεγάλες πυκνότητες φυτών
- ⇒ Εξασφαλίζοντας επάρκεια θρεπτικών στοιχείων για μέγιστη απόδοση

Για τη σωστή άρδευση πρέπει να έχουμε υπόψη τα παρακάτω:

- ❖ Την υδατοϊκανότητα του εδάφους και το μέγεθος του ριζικού συστήματος.
- ❖ Σε κάθε πότισμα θα πρέπει να έχουμε κορεσμό του εδάφους σε όλη την περιοχή του ριζικού συστήματος.
- ❖ Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά την περίοδο, 15 ημέρες πριν την άνθηση και 15 ημέρες μετά, γιατί η έλλειψη νερού στο στάδιο αυτό προκαλεί μεγάλη μείωση της αποδόσεως.
- ❖ Σε εδάφη ελαφριά με μικρή υδατοχωρητικότητα θα πρέπει να ποτίζουμε πιο συχνά με λιγότερο νερό σε κάθε πότισμα, ενώ στα βαριά εδάφη με μεγάλη υδατοχωρητικότητα μπορούμε να κάνουμε λιγότερα ποτίσματα αλλά με περισσότερο νερό κάθε φορά.
- ❖ Να γίνεται πότισμα μέχρι το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης.

1.1.7 Εχθροί – Ασθένειες - Ζιζάνια

Η καλλιέργεια του καλαμποκιού χρειάζεται προστασία από έντομα, ασθένειες και ζιζάνια προκειμένου να εξασφαλίσουμε υψηλότερες αποδόσεις και καλύτερη ποιότητα δημητριακού.

1.1.7.1. Εχθροί

Το καλαμπόκι έχει πολλούς εχθρούς από τους οποίους οι κυριότεροι είναι:

1. Αγρότιδες (*Agrotis spp.*) (Εικόνα 4): οι προνύμφες τους κόβουν τα στελέχη των νεαρών φυτών στη βάση τους.



Εικόνα 4: Αγρότιδες



Εικόνα 5:
Σιδεροσκούληκο

2. Σιδεροσκούληκα (*Elateridae sp.*) (Εικόνα 5): κάνουν ζημιά μόνο στο υπόγειο τμήμα των φυτών τρώγοντας τους σπόρους, τα νεαρά φυτά ή εισχωρούν από την ρίζα και τρώνε το εσωτερικό.



3. Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*) (Εικόνα 6): Προσβάλλει τα φύλλα, τις ταξιανθίες και τους σπάδικες όπου εισχωρεί και προχωρώντας κατά μήκος αυτού του τρώει.

Εικόνα 6: Προνύμφη πράσινου σκουληκιού.



Εικόνα 7: Προνύμφες από *O. nubilalis*.

4. Πυραλίδα (*Ostrinia nubilalis*) (Εικόνα 7): Προσβάλλει όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού όπου τρώγοντας το εσωτερικό του υποβαθμίζει τα στελέχη και ρίχνει τους σπάδικες.

Σεσάμια (*Sesamia nonagrioides*) (Εικόνα 8): Εισέρχονται στο στέλεχος δημιουργώντας στοές και τρέφονται από την εντεριώνη. Επίσης εισχωρούν στον άξονα του σπάδικα τον οποίο κατατρώνουν.



Εικόνα 8: Προνύμφη από *S. nonagrioides*.

5. Άλλοι εχθροί που μπορεί κατά περιοχές να προσβάλλουν το καλαμπόκι είναι αφίδες που προσβάλλουν τα κορυφαία φύλλα και τη φόβη, θρίπες τα φύλλα, τετράνυχτοι τα φύλλα, ακρίδες τα φύλλα, το στέλεχος και τους σπάδικες.

1.1.7.2. Ασθένειες

Οι κυριότερες από τις ασθένειες του καλαμποκιού είναι:

1. Άνθρακας (παθογόνο αίτιο: *Ustilago maydis*): προσβάλλει όλα τα υπέργεια τμήματα του φυτού προκαλώντας χαρακτηριστικούς όγκους (Εικόνα 9) ποικίλου μεγέθους περιβαλλόμενους από λευκή μεμβράνη.



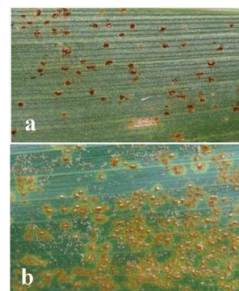
Εικόνα 9: Κάρκινωμα σε φυτό καλαμποκιού.



Εικόνα 10: Επιμήκεις κηλίδες ελμινθοσπορίασης.

2. Ελμινθοσπορίαση (παθογόνο αίτιο: *Helminthosporium spp.*): προκαλεί επιμήκεις κηλίδες αρχικά χλωρωτικές και στη συνέχεια νεκρωτικές (Εικόνα 10).

3. Σκωρίαση (παθογόνο αίτιο: *Puccinia sorghi*): Προσβάλλει τα φύλλα σχηματίζοντας μικρές φλύκταινες, αρχικά πορτοκαλόχρωμων και αργότερα σκούρου χρώματος (Εικόνα 11).



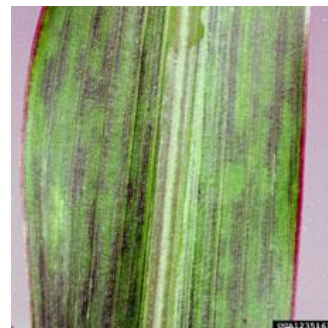
Εικόνα 11: Κηλίδες σκωρίασης.



Εικόνα 12: Προσβολή λαιμού ενός φυταρίου.

4. Τήξεις φυταρίων (παθογόνο αίτιο: *Pythium spp.*, *Fusarium*): Προσβάλλεται κυρίως ο σπόρος κατά το φύτευμα αλλά και τα νεαρά φυτά (Εικόνα 12) από διάφορους μύκητες εδάφους.

5. Ιός του νανισμού με μωσαϊκό (παθογόνο αίτιο: Ιός MDMV): Στην αρχή της προσβολής εμφανίζεται ένα ακανόνιστο μωσαϊκό στα φύλλα που αργότερα γίνονται χλωρωτικές ραβδώσεις κατά μήκος των νεύρων (Εικόνα 13). Οι σπάδικες δεν αναπτύσσονται κανονικά και φέρουν ελάχιστους κόκκους.



Εικόνα 13: Χλωρωτικές ραβδώσεις από προσβολή του ιού MDMV.

6. Ιός του νανισμού και της τραχύτητας των φύλλων (παθογόνο αίτιο: Ιός MRDV): Προκαλεί έντονο νανισμό (Εικόνα 14) και στην κάτω επιφάνεια των φύλλων συχνά σχηματίζονται γλωσσίδια που κάνουν τα φύλλα τραχεία.



Εικόνα 14: Προσβολή από τον ιό MRDV.

1.1.7.3. Ζιζάνια

Από τα ζιζάνια τα σημαντικότερα είναι:

- ✚ Αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*) (Εικόνα 15)
- ✚ Βέλιουρας (*Sorghum halepense*) (Εικόνα 16)
- ✚ Μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*) (Εικόνα 17)
- ✚ Σετάρια (*Setaria viridis*) (Εικόνα 18)
- ✚ Αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*) (Εικόνα 19)
- ✚ Αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*) (Εικόνα 20)
- ✚ Αγριοντομάτα (*Solanum nigrum*) (Εικόνα 21)
- ✚ Βλήτα (*Amaranthus retroflexus*) (Εικόνα 22)
- ✚ Λουβουδιά (*Chenopodium album*) (Εικόνα 23)
- ✚ Τάτουλας (*Datura stramonium*) (Εικόνα 24)

Γενικά τα ζιζάνια είναι ίσως το κυριότερο πρόβλημα στην καλλιέργεια του καλαμποκιού καθώς η χρήση ζιζανιοκτόνου είναι σχεδόν πάντα απαραίτητη για την αντιμετώπιση τους. Αυτό έχει σοβαρές επιπτώσεις τόσο στο κόστος της παραγωγής όσο και στην ίδια την καλλιέργεια καταστρέφοντας και φυτά καλαμποκιού.



Εικόνα 15: Αιματόχορτο



Εικόνα 16: Βέλιουρας



Εικόνα 17: Μουχρίτσα



Εικόνα 18: Σετάρια



Εικόνα 19: Αγριοβαμβακιά



Εικόνα 20: Αγριομελιτζάνα



Εικόνα 21: Αγριοντοματιά



Εικόνα 22: Βλήτα



Εικόνα 23: Λουβουδιά



Εικόνα 24: Τάτουλας

1.2. Έντομο

1.2.1 Συστηματική κατάταξη

Το έντομο *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) (*S. vuteria*, *S. hesperica*) είναι ολομετάβολο. Ανήκει στην οικογένεια Noctuidae της τάξης των Λεπιδοπτέρων. Η κοινή του ονομασία είναι σκουλήκι του καλαμποκιού και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς αυτού του φυτού στη χώρα μας (Σταμόπουλος 1999). Στον Πίνακα 1.3 παρατίθεται η πλήρης συστηματική κατάταξη του εντόμου:

Πίνακας 1.3. Πλήρης συστηματική κατάταξη εντόμου *S. nonagrioides*.

Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Arthropoda
Υποφύλο	Uniramia
Κλάση	Insecta
Τάξη	Lepidoptera
Υποτάξη	Heterocera
Οικογένεια	Noctuidae
Υποοικογένεια	Amphipyginae
Γένος	<i>Sesamia</i>
Είδος	<i>nonagrioides</i>

1.2.2.Γεωγραφική κατανομή

Το έντομο απαντάται σε παραμεσόγειες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας καθώς και σε περιοχές της Δυτικής Αφρικής (Τζανακάκης 1980). Επίσης παρουσία του εντόμου έχει διαπιστωθεί σε χώρες της Κεντρικής Αφρικής (Commonwealth Institute of Entomology 1979), αλλά και της Μέσης Ανατολής (Εικόνα 25).

COMMONWEALTH INSTITUTE OF ENTOMOLOGY

DISTRIBUTION MAPS OF PESTS

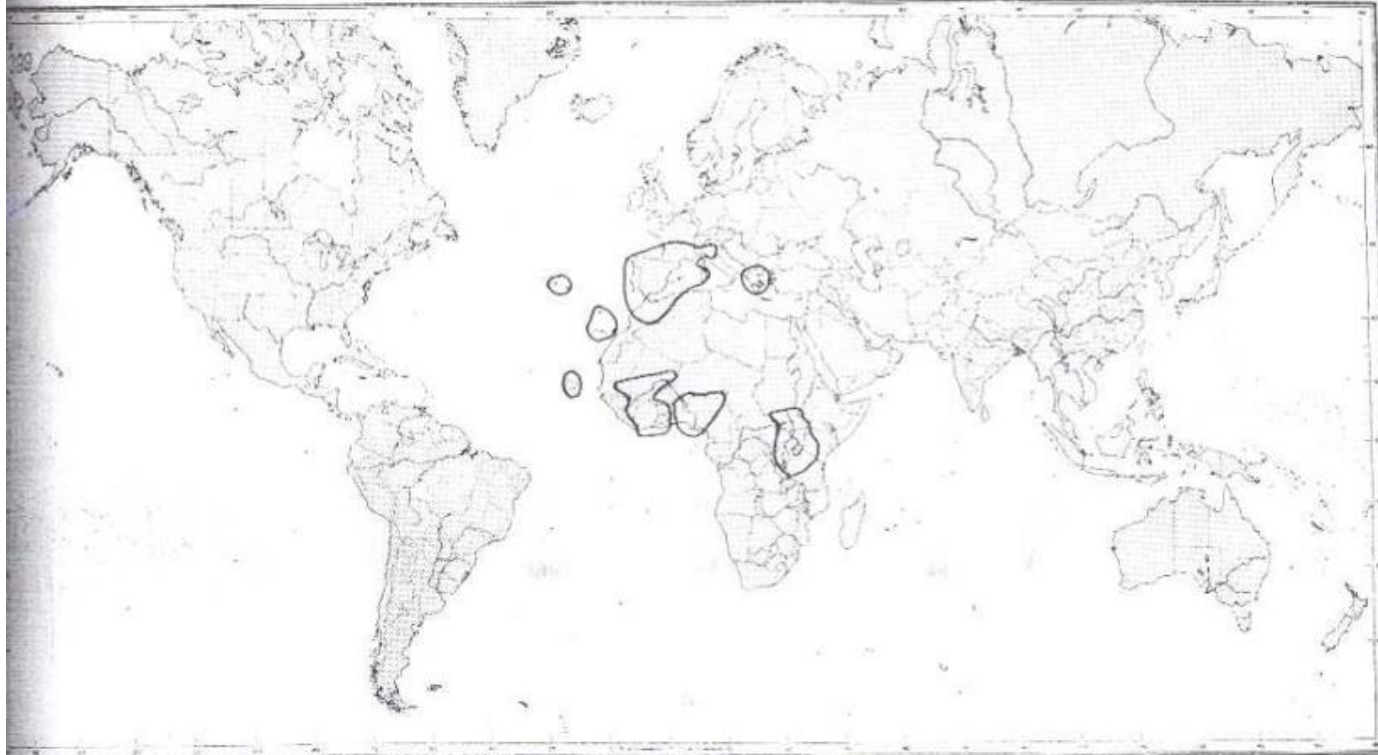
Series A (Agricultural), Map No. 399 (revised), December 1979

Published at: 56 Queen's Gate, London, SW7 5JR

Pest: *Sesamia nonagrioides* (Lef.)

(including *S. n. botanophaga* Tams & Bowden)
(Lep., Noctuidae)

Host Plants: Maize, sorghum, millet, rice, sugar cane, grasses.

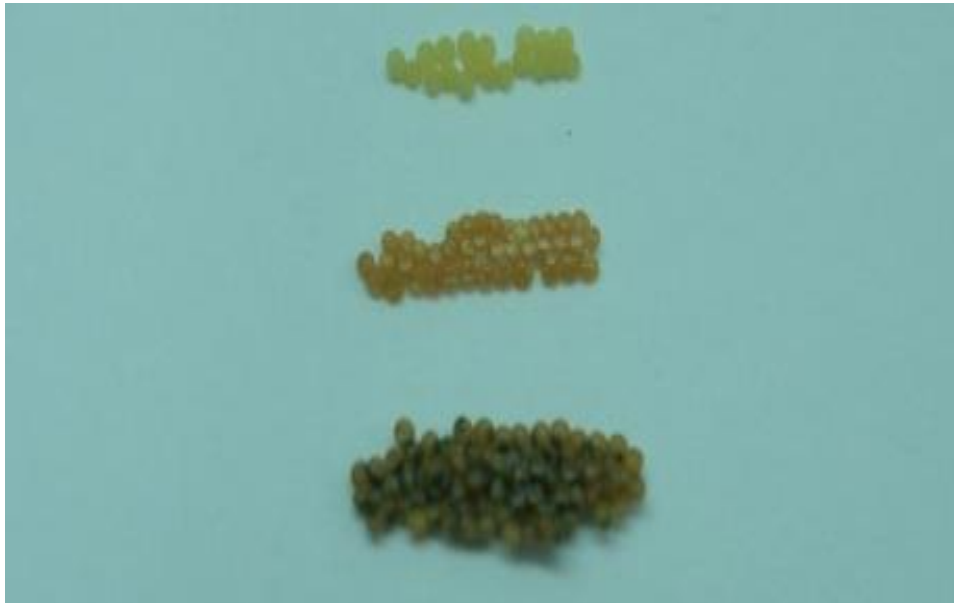


Εικόνα 25: Γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου *Sesamia nonagrioides* ανά την υφήλιο.

1.2.3. Μορφολογία

1.2.3.1. Αυγό

Έχει χρώμα λευκό με πολλές ραβδώσεις κατά μήκος και είναι ισχυρά πεπλατυσμένο στους πόλους (Εικόνα 26). Με την ανάπτυξη του εμβρύου στο εσωτερικό του, παίρνει ένα χρωματισμό ροζ (Σταμόπουλος 1999).



Εικόνα 26: Αυγά του *S. nonagrioides* διαφορετικών ημερών (από πάνω προς τα κάτω έχουμε αυγά μίας ημέρας, τεσσάρων ημερών και επτά ημερών).

1.2.3.2. Προνύμφες

Το κεφάλι και η προθωρακική πλάκα έχουν λαμπερό σκούρο καστανό χρώμα ενώ το υπόλοιπο σώμα είναι ανοικτό ρόδινο. Κατά μήκος του σώματος υπάρχουν ραβδώσεις σκοτεινότερου χρώματος και μαύρα αναπνευστικά στίγματα. Το μήκος της φθάνει 35-40 mm (Εικόνα 27).



Εικόνα 27: Ανεπτυγμένες προνύμφες του *S. nonagrioides*.

1.2.3.3. Νύμφη

Η νύμφη έχει σκούρο καστανό χρώμα. Το μήκος της φτάνει περίπου τα 20 mm και το σχήμα της είναι ημικυλινδρικό (Εικόνα 28). Επίσης φέρει δυο κοιλιακά και δυο νοτιαία άγκιστρα στην επιφάνεια της κοιλίας της. Η νύμφη από την οποία θα προκύψει το θηλυκό ενήλικο άτομο είναι συνήθως μεγαλύτερη σε μέγεθος από εκείνη που θα προκύψει από αρσενικό άτομο. Η στάση που παίρνει συνήθως η νύμφη είναι κεκαμμένη.



Εικόνα 28: Νύμφες του *S. nonagrioides*.

1.2.3.4. Ενήλικο

Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν χρώμα τεφροκάστανο ανοιχτό ή ωχρό με όχι έντονες κηλίδες και σχήματα που ποικίλλουν σε έκταση και ένταση. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι λευκές ή υπόλευκες. Έχει άνοιγμα πτερύγων 30-40mm. Ο θώρακας στα νώτα είναι αρκετά χνουδωτός. Το θηλυκό δεν διακρίνεται από το αρσενικό του *S. cretica*, παρά μόνο με εξέταση του γεννητικού οπλισμού. Οι κεραίες του αρσενικού έχουν 2 σειρές σχετικά μακρών σαν χτένι δοντιών πράγμα που το ξεχωρίζει από το αρσενικό του *S. cretica*. Οι κεραίες του θηλυκού είναι νηματοειδείς, απλές (Εικόνα 29), ενώ του αρσενικού φέρουν δύο σειρές μικρών «δοντιών» σε όλο τους το μήκος (Εικόνα 30).



Εικόνα 29: Ενήλικο θηλυκό του *S. nonagrioides*.



Εικόνα 30: Ενήλικο αρσενικό του *S. nonagrioides*.

1.2.4. Ξενιστές

Αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς εχθρούς του καλαμποκιού στη χώρα μας και όπως αναφέρθηκε προηγούμενα η οικονομική σημασία του είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή του *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae).

Προσβάλλει αυτοφυή και καλλιεργούμενα **αγροστώδη** με σαφή όμως προτίμηση στο **καλαμπόκι** και **σόργο**. Έχει επίσης σημειωθεί η παρουσία του στην

Ελλάδα σε **ρύζι** και **σιτάρι** ενώ σε άλλες χώρες έχουν αναφερθεί ζημιές σε **κριθάρι**, **βρώμη**, **κεχρί**, **ζαχαροκάλαμο** (Τζανακάκης 1980, Σταμόπουλος 1999, Ανδρεάδης και συν. 2007).

1.2.5. Βιολογία

Διαχειμάζει σαν προνύμφη τελευταίου σταδίου στα υπολείμματα των καλλιεργειών καλαμποκιού, στα στελέχη, σε σπάδικες που πιθανόν παρέμειναν, όπως και στο ριζικό σύστημα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Τα ενήλικα εμφανίζονται περί τα τέλη Απριλίου και ωοτοκούν στα νεαρά φυτά, κατά προτίμηση στην εσωτερική επιφάνεια του κολεού των φύλλων τοποθετώντας τα αυγά τους (περισσότερα από εκατό μερικές φορές) σε ένα στρώμα και σε παράλληλες σειρές που ο αριθμός τους κυμαίνεται από μία έως πέντε.

Οι νεαρές προνύμφες τρέφονται στην αρχή σε βάρος του κολεού αλλά γρήγορα μπαίνουν στο στέλεχος όπου αρχίζουν να ορύσσουν στοά. Στα νεαρά φυτά η προνυμφική αυτή προσβολή προκαλεί τη μάρανση του ακραίου φύλλου και τη καταστροφή της κορυφής του καλαμποκιού, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη πλευρικών στελεχών και την επακόλουθη καθυστέρηση στην ανάπτυξή του. Η νύμφωση γίνεται μέσα στα στελέχη. Οι προνύμφες της επόμενης γενιάς εκτός από τα στελέχη, εντοπίζονται και στους σπάδικες των οποίων τρώνε τη ράχη και τους σπόρους. Όταν υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία και έντονη προσβολή, στα προσβεβλημένα μέρη του φυτού αναπτύσσονται δευτερογενώς διάφοροι μύκητες (Τζανακάκης 1980).

Η πτήση των ακμαίων της 2^{ης} γενιάς παρατηρείται περί τα μέσα Ιουλίου – μέσα Αυγούστου ενώ το Σεπτέμβριο ότι έχουμε μία 3^η γενιά.

1.2.6. Ζημιές

Η ζημιά που παρατηρείται στην καλλιέργεια του καλαμποκιού οφείλεται στην τροφική δραστηριότητα της προνύμφης (Εικόνα 31). Η τελευταία φαίνεται ότι έχει την ικανότητα να εισέρχεται σε φυτά τα όποια έχουν τρυφερά όργανα (Εικόνα 32). Αντίθετα, όταν τα φυτά έχουν ωριμάσει αρκετά, καθίστανται ταυτόχρονα και ανθεκτικότερα στην προσβολή από τις νεαρές προνύμφες.

Σε νεαρά φυτά παρατηρείται μάρανση του ακραίου φύλλου και η κορυφή του φυτού ζημιώνεται, με άμεσες συνέπειες την ανάπτυξη πλευρικών στελεχών, αλλά και την καθυστέρηση στην ανάπτυξη του φυτού και στην δημιουργία σπαδικών (Τζανακάκης 1980). Η προσβολή των ωτιδίων (Εικόνα 33) έχει ως αποτέλεσμα τη

μείωση της ποσότητας, του βάρους αλλά και της ποιότητας του παραγόμενου σπόρου (Εικόνα 34). Επιπλέον, παρατηρούνται και έμμεσες ζημιές, όπως η εύκολη θραύση των στελεχών από ανέμους, ενώ σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και έντονης προσβολής, στα προσβεβλημένα μέρη του φυτού αναπτύσσονται δευτερογενώς διάφοροι μύκητες (Σταμόπουλος 1999).



Εικόνα 31: Προσβεβλημένο στέλεχος καλαμποκιού από το *S. nonagrioides*.



Εικόνα 32: Νύμφη στο εσωτερικό του στελέχους.



Εικόνα 33: Οπή εξόδου ενηλίκου από το *S. nonagrioides*.



Εικόνα 34: Προσβεβλημένοι σπάδικες από προνύμφες του *S. nonagrioides*.

1.2.7. Καταπολέμηση

Γενικά οι ζημιές από την πρώτη γενιά δεν φαίνεται να αποτελούν σοβαρό πρόβλημα για την ελληνική γεωργία και κάτω από αυτές τις συνθήκες ένα πρόγραμμα ψεκασμών βασιζόμενο στα φαινολογικά στάδια του φυτού, όπως γινόταν παλαιότερα, αποτελεί περιττή σπατάλη και άσκοπη μόλυνση του περιβάλλοντος. Απαραίτητο βέβαια κρίνεται, σε κάθε περίπτωση, να γίνεται συνεχής έλεγχος της πτήσεως του εντόμου με φερομονικές παγίδες και μόνο όταν συντρέχουν σοβαροί λόγοι να επεμβαίνουμε με εντομοκτόνες ουσίες. Το πρόβλημα με τη *Sesamia* γίνεται αρκετά έντονο στις όψιμες καλλιέργειες και ιδιαίτερα με τη 2^η και 3^η γενιά του εντόμου. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται λήψη μέτρων σύμφωνα με τις αγροτικές προειδοποιήσεις. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η επίσπορη καλλιέργεια του καλαμποκιού με τη χαμηλή παραγωγικότητα, την περιορισμένη έκταση που καταλαμβάνει, και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι πληθυσμοί του εντόμου είναι αρκετά υψηλοί αυτήν την εποχή, δεν φαίνεται να έχει μέλλον διότι απαιτεί τουλάχιστον 2-3 ψεκασμούς, οι οποίοι δεν είναι πάντοτε εύκολο να εκτελεστούν όταν τα φυτά είναι αρκετά υψηλά και δεν υπάρχουν τα ειδικά μηχανήματα γι' αυτό το σκοπό.

Πειραματικά, έγινε προσπάθεια να καταπολεμηθεί το έντομο με τη μέθοδο της «μαζικής παγίδευση» των αρσενικών με φερομονικές παγίδες. Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε πρώιμες καλλιέργειες 1 παγίδα/στρ. σε συνδυασμό και με το φυσικό παρασιτισμό που παρατηρήθηκε δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Αντίθετα, στην επίσπορη καλλιέργεια, η μέθοδος αυτή δεν ήταν επαρκής για την προστασία της παραγωγής, κάτω από τις συνθήκες που έγινε το πείραμα (Mazomenos 1989).

Τέλος η χρήση χημικών για την καταπολέμηση του εντόμου γίνεται στα αρχικά στάδια της προσβολής πριν ακόμα οι προνύμφες εισχωρήσουν στο εσωτερικό των στελεχών και στους σπάδικες (Παπακώστα 2008). Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα έντονο στις όψιμες καλλιέργειες και ιδιαίτερα στη 2^η και 3^η γενιά του εντόμου (Σταμόπουλος 1999). Τα εντομοκτόνα που συνιστώνται είναι phosmet, cypermethrin και indoxacarb (Παπαδοπούλου-Μουρκίδου 2008, Υπ. Αγροτ. Ανάπτυξης 2009).

1.3. Αντοχή εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες

Η αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες αναφέρεται στην ικανότητα που έχει ένα έντομο να επιβιώνει είτε για μεγάλο είτε για μικρό χρονικό διάστημα έπειτα από την έκθεση του σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτή η ικανότητα ποικίλλει ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου, τις θρεπτικές συνήθειες του, την εποχή του χρόνου και τη διάρκεια έκθεσης του στις χαμηλές θερμοκρασίες. Για να προστατευτούν από το κρύο του χειμώνα τα έντομα υφίστανται μια σειρά από φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές στον οργανισμό τους και στην συμπεριφορά τους όπως η μετακίνηση προς άλλες προστατευμένες θέσεις, η παύση της θρέψης τους, η μείωση της περιεκτικότητας του σώματός τους σε νερό και αύξηση της ικανότητας υπέρψυξης τους με την συσσώρευση κρυοπροστατευτικών ουσιών στο σώμα τους. Η αντοχή στο ψύχος λοιπόν ενός εντόμου είναι αποτέλεσμα μιας σειράς φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών που πραγματοποιούνται στον οργανισμό ενός εντόμου και το καθιστούν ικανό να επιβιώσει σε χαμηλές θερμοκρασίες (Lee 1989).

Τα έντομα που διαχειμάζουν, ανάλογα με την ικανότητα τους να ανέχονται ή όχι το σχηματισμό πάγου στα εξωκυτταρικά υγρά του σώματος τους, ταξινομούνται σε ανεκτικά στο πάγωμα (freeze tolerant) και μη ανεκτικά στο πάγωμα (freeze intolerant) έντομα (Salt 1961). Τα έντομα που είναι ανεκτικά στο πάγωμα (freeze tolerant), αυτά που ανέχονται δηλαδή το σχηματισμό πάγου στους ιστούς τους, χρησιμοποιούν μια πιο σύνθετη στρατηγική προκειμένου να αντεπεξέλθουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα σε σχέση με τα μη ανεκτικά (freeze intolerant). Ο σχηματισμός πάγου εντός των ιστών των εντομών είναι καταστροφικός, διότι στα σημεία όπου σχηματίζονται οι παγοκρύσταλλοι μπορεί να προκληθεί εκτεταμένη ζημιά είτε από τη διάτρηση των κυττάρων είτε από την συμπίεση και παραμόρφωση τους καθώς επίσης και από αφυδάτωση του κυττάρου με αποτέλεσμα την συρρίκνωση και καταστροφή του κυττάρου. Τα ανεκτικά λοιπόν στο πάγωμα έντομα περιορίζουν το σχηματισμό πάγου στους εξωκυτταρίους χώρους του σώματός τους ενώ παράλληλα αποφεύγουν με διάφορους μηχανισμούς το σχηματισμό πάγου εντός των κυττάρων. Το ερώτημα όμως που τίθεται είναι, πως είναι δυνατόν τα έντομα αυτά να παγώνουν και έπειτα όταν ξεπαγώνουν να μην έχει προκληθεί ο παραμικρός τραυματισμός και να επιβιώνουν. Τα έντομα της κατηγορίας αυτής αντί να περιμένουν τον αυθόρμητο σχηματισμό πάγου, προκαλούν από μόνα τους τη δημιουργία πάγου εντός του σώματός τους με τη χρήση παγοπυρηνοποιητικών

ουσιών (Block 1995). Με αυτόν τον τρόπο τα έντομα μπορούν να αρχίσουν να παγώνουν σε θερμοκρασίες λίγο μικρότερες από τους 0°C. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία παγώνουν τα έντομα, τόσο πιο αργός είναι ο ρυθμός σχηματισμού πάγου και τόσο περισσότερος είναι ο διαθέσιμος χρόνος που έχει το έντομο προκειμένου να προβεί στις απαραίτητες μεταβολικές προσαρμογές που θα διασφαλίσουν την επιβίωση του. Παράλληλα όμως, έχουν αναπτύξει κατάλληλους μηχανισμούς αποκατάστασης ζημιών των κυττάρων τους, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις οποιεσδήποτε βλάβες ή ζημιές που δημιουργούνται από το πάγωμα των ιστών (Storey 1999).

Μια ενδιαφέρουσα άποψη που αφορά τα ανεκτικά στο πάγωμα έντομα είναι το γεγονός ότι καθώς το έντομο παγώνει, αναστέλλονται ταυτόχρονα κάποιες μεταβολικές του λειτουργίες, όπως είναι η κυκλοφορία του αίματος και η αναπνοή. Θα είναι λοιπόν πολύ ενδιαφέρον να βρεθεί ο μηχανισμός που προκαλεί την αναστολή αυτών των λειτουργιών καθώς επίσης και με ποιο τρόπο απενεργοποιούνται οι παραπάνω λειτουργίες μετά και την τήξη του πάγου.

Ωστόσο, λόγω της διαφοράς που υπάρχει μεταξύ ύπαρξης μεταξύ ψύξης και παγώματος και το αποτέλεσμα που προκαλούν αυτά στα έντομα ο Bale (1993, 1996) πρότεινε τρεις νέες κατηγορίες κι έτσι τελικά τα έντομα ταξινομήθηκαν σε πέντε ομάδες ανάλογα με την στρατηγική που ακολουθούν για την αντοχή τους στο ψύχος. Οι πέντε αυτές κατηγορίες είναι:

- Έντομα ανεκτικά στο πάγωμα (freeze tolerant)
- Έντομα μη ανεκτικά στο πάγωμα (freeze intolerant)
- Έντομα ανεκτικά στο ψύχος (chill tolerant)
- Έντομα μη ανεκτικά στο ψύχος (chill susceptible) και
- Έντομα με ευκαιριακή επιβίωση (opportunistic survival).

Όσον αφορά στην ικανότητα υπέρψυξης ή θερμοκρασία υπέρψυξης των εντόμων οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι (Lee et al. 1996):

- το μέγεθος του εντόμου,
- το περιεχόμενο του εντέρου,
- η επαφή του σώματος με την εξωτερική υγρασία,
- η περιεκτικότητα σε νερό,
- η συγκέντρωση των κρυοπροστατευτικών ουσιών

- και αυτή των παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων.

Όταν είναι γνωστή η θερμοκρασία υπέρψυξης, τότε είναι δυνατόν να προσδιοριστεί πότε αρχίζει να σχηματίζεται πάγος στους ιστούς του εντόμου και κατά συνέπεια αν το είδος είναι ανεκτικό ή μη στο πάγωμα (Andreadis et al 2005, Andreadis et al. 2008). Επίσης, με βάση τη θερμοκρασία υπέρψυξης μπορεί να προσδιοριστεί εάν ή όχι η διαδικασία της παγοπυρηνοποίησης οφείλεται σε ομοιογενείς ή ετερογενείς παράγοντες.

Παρ' όλα αυτά πολλές φορές γίνεται λανθασμένη εκτίμηση της θερμοκρασίας υπέρψυξης με αποτέλεσμα την εξαγωγή εσφαλμένων συμπερασμάτων. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μη ύπαρξη ενός σταθερού ρυθμού ψύξης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να μην είναι συγκρίσιμα, καθώς επίσης και στην ασάφεια της έννοιας της επιβίωσης (Rivers et al. 2000).

1.4. Σκοπός πειράματος

Σκοπός του παρόντος πειράματος ήταν να μελετηθεί η αντοχή στο ψύχος του εντόμου *S. nonagrioides* σε σχέση με τη διάπαυση. Για το σκοπό αυτό προσδιορίστηκαν το σημείο υπέρψυξης (SCP) και η μέση θανατηφόρος θερμοκρασία σε διαπαύουσες και μη διαπαύουσες προνύμφες του *S. nonagrioides*. Επίσης, μελετήθηκαν οι σχέσεις μεταξύ σημείου υπέρψυξης (SCP) και του νωπού βάρους των προνυμφών καθώς επίσης και μεταξύ της θνησιμότητας των προνυμφών και της θερμοκρασίας έκθεσης τους σε χαμηλές θερμοκρασίες τόσο σε διαπαύοντα όσο και σε μη διαπαύοντα άτομα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Προέλευση του εντόμου

Η αποικία του εντόμου συγκροτήθηκε από προνύμφες διαφόρων ηλικιών που συλλέχθηκαν από την περιοχή της Χαλάστρας του νομού Θεσσαλονίκης (40' 37"N, 22' 45"E). Οι προνύμφες αυτές έπειτα μεταφέρθηκαν και εγκαταστάθηκαν στο Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Ζωολογίας και Παρασιτολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, όπου διατηρήθηκαν σε σταθερές συνθήκες στους 25±1°C, 65±5% RH και υπό φωτοπερίοδο 16:8 (Φ:Σ).

2.2 Τεχνητή τροφή

Για την εκτροφή των ανήλικων σταδίων του εντόμου χρησιμοποιήθηκε τεχνητή τροφή (Poitout & Bues 1970, Gonzalez - Nunez et al. 2000), τα συστατικά της οποίας δίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Συστατικά τεχνητής τροφής του εντόμου *S. nonagrioides*.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Νερό για Άγαρ	340 ml
Άγαρ	23 gr
Νερό για μίγμα	340 ml
Καλαμποκάλευρο	107gr
Φύτρο σιταριού	27 gr
Brewer's yeast (μαγιά μπίρας)	29 gr
Βενζοϊκό οξύ	0.8 gr
Ασκορβικό οξύ	4 gr
Fumidil	1 gr
Βιταμίνες	2 gr
Nipagine	0.7 gr
Άλατα	1 gr

Για την παρασκευή της τροφής ακολουθούνταν η εξής διαδικασία:

Αρχικά, ζυγίζονταν με ακρίβεια όλα τα συστατικά της τροφής. Έπειτα προστίθονταν 340 ml νερού σε ένα δοχείο ζέσεως, το οποίο με τη σειρά του τοποθετούνταν μέσα σε μία κατσαρόλα που περιέχει νερό που βράζει. Όταν η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο ζέσεως έφτανε τους 85°C προσθέτονταν σε αυτό αρχικά τα άλατα, το Niragine και το βενζοϊκό οξύ (συντηρητικά) και τέλος το άγαρ. Καθ' όλη τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας ανακατεύονταν διαρκώς το μίγμα μας με μία σπάτουλα προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία σβώλων σε αυτό. Κατόπιν, το παχύρρευστο υγρό που δημιουργούνταν, αδειάζονταν σε δοχείο με αναμκτήρα, όπου προστίθονταν τα υπόλοιπα συστατικά δηλαδή το ασκορβικό οξύ, το Fumidil (αντιβιοτικό), οι βιταμίνες, το φύτρο σιταριού, η μαγιά μύρας και το καλαμποκάλευρο. Τα παραπάνω υλικά προστίθονταν στο μίγμα μας με τη σειρά που αναφέρονται.. Το μίγμα αυτό, ανακινούνταν καλά για 3 λεπτά περίπου, μέχρι να γίνει ομοιόμορφο. Έπειτα, τοποθετούνταν σε γυάλινα τριβλία Petri, διαμέτρου 9 cm και πάχους 1 cm περίπου και αφήνονταν να κρυσώσει. Τέλος, τοποθετούνταν σε ψυγείο με θερμοκρασία περίπου 5°C και διατηρούνταν εκεί μέχρι την ημέρα της χρησιμοποίησης τους.

2.3 Εκτροφή προνυμφών

Οι νεοεκκολαφθείσες προνύμφες μεταφέρονταν με προσοχή με τη βοήθεια λεπτού πινέλου ανά ομάδες των 20 ατόμων σε πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 8,5cm και ύψους 1,5cm, τα οποία περιείχαν μικρή ποσότητα τεχνητής τροφής (Εικόνα 35).



Εικόνα 35: Προνύμφες του *S. nonagrioides* πάνω σε τεχνητή τροφή.

Καθώς οι προνύμφες αναπτύσσονταν, μεταφέρονταν σε νέα τρυβλία ανά ομάδες των 5-10 ατόμων αναλόγως του σταδίου ανάπτυξης τους. Όταν παρατηρούνταν αφυδάτωση της τεχνητής τροφής ή πολλά αποχωρήματα, τα έντομα μεταφέρονταν σε καθαρά τρυβλία όπου τοποθετούνταν νέα τροφή. Σε τρυβλία με ανεπτυγμένες προνύμφες πέμπτης ηλικίας (L₅) γινόταν καθημερινός έλεγχος για την αποφυγή απωλειών λόγω του φαινομένου του κανιβαλισμού που είναι σύνηθες στο συγκεκριμένο είδος. Οι νύμφες που προέκυπταν τοποθετούνταν σε γυάλινα τρυβλία Petri διαμέτρου 9cm και ύψους 2cm.

2.4 Πρόκληση διάπαυσης

Η διάπαυση στις προνύμφες προκλήθηκε με εκτροπή του εντόμου από το στάδιο του αυγού στους 20°C, σε φωτόφαση 8:16 ωρών. Κάθε δύο μέρες τα διάφανα πλαστικά κύπελλα (διαμέτρου κορυφής 35mm, διαμετρού βάσης 30mm και ύψους 35mm), ανοίγονταν και απομακρύνονταν απ' αυτά οι προνύμφες και τοποθετούνταν σε πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 5cm, μεταφέρονταν πάλι στο θάλαμο ανάπτυξης. Οι προνύμφες που δεν ενηλικιώθηκαν έπειτα από 50 ημέρες θεωρήθηκαν ως διαπαύουσες και χρησιμοποιήθηκαν ευθύς αμέσως στα πειράματα.

2.5. Προσδιορισμός θερμοκρασίας υπέρψυξης

Για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας υπέρψυξης (Θ.Υ.) χρησιμοποιήθηκαν μη διαπαύουσες προνύμφες και διαπαύουσες προνύμφες 50 ημερών. Κάθε προνύμφη τοποθετούνταν μέσα σε γυάλινο σωλήνα (ύψους 15,5cm x διαμέτρου κορυφής 1,5 cm). Ο σωλήνας ακολούθως εμβαπτιζόταν σε μίγμα διαλύματος νερού-αιθυλενογλυκόζης (1:1) σε ένα υδατόλουτρο τύπου SE 500 της εταιρίας Marlow Industries Inc. Η θερμοκρασία του διαλύματος και κατ' επέκταση της προνύμφης μειωνόταν με ταχύτητα 1°C/min. Η θερμοκρασία στην οποία σχηματιζόταν πάγος στο σώμα της προνύμφης (θερμοκρασία υπέρψυξης) καθοριζόταν από τη στιγμιαία αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος της προνύμφης, εξαιτίας της απελευθέρωσης λανθάνουσας θερμότητας.

2.6. Προσδιορισμός θανατηφόρων θερμοκρασιών

Για τον προσδιορισμό των θανατηφόρων θερμοκρασιών (LTemp_{50,90}) χρησιμοποιήθηκαν μη διαπαύουσες προνύμφες και διαπαύουσες προνύμφες 50 ημερών. Οι θερμοκρασίες στις οποίες εκτέθηκαν οι μη διαπαύουσες προνύμφες

κυμαίνονταν από -4 έως -9°C, ενώ αυτές των διαπαουσών προνυμφών από -8 έως -12°C. Σε κάθε θερμοκρασία και για κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 30 επαναλήψεις. Οι προνύμφες τοποθετήθηκαν αρχικά σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες (10x1 cm), στο κάτω μέρος των οποίων υπήρχε ένα μικρό κομμάτι από βαμβάκι. Στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες σφραγίστηκαν με πώμα από καουτσούκ και ακολούθως εμβαπτίστηκαν στο ίδιο υδατόλουτρο που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας υπέρψυξης. Έπειτα μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία 25°C και με φωτόφαση 16 ωρών, όπου εκτιμήθηκε η επιβίωσή τους. Οι προνύμφες που νυμφώθηκαν εντός 30 ημερών, θεωρήθηκαν ως ζωντανές. Οι υπόλοιπες ήταν νεκρές ή έδωσαν παραμορφωμένα ενήλικα.

2.7 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η επίδραση της φυσιολογικής κατάστασης των προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής στη θερμοκρασία υπέρψυξης και τη συγκέντρωση κρυοπροστατευτικών ουσιών μελετήθηκε εφαρμόζοντας ανάλυση παραλλακτικότητας (One-way Anova) (Sokal and Rohlf 1995). Οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με το t-κριτήριο για επίπεδο σημαντικότητας $P=0.05$.

Ο προσδιορισμός των θανατηφόρων θερμοκρασιών ($LTemp_{50, 90}$) έγινε με probit ανάλυση (Finney 1952). Για την ανάλυση αυτή οι θερμοκρασίες στις οποίες εκτέθηκαν οι προνύμφες μετατράπηκαν σε δεκαδικό λογάριθμο και ο αριθμός των νεκρών ατόμων σε μονάδες probit. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι εξισώσεις της γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ των θερμοκρασιών και της θνησιμότητας (σε μονάδες probit). Από τις εξισώσεις αυτές υπολογίστηκαν οι τιμές των θανατηφόρων θερμοκρασιών για το 50 και 90% των προνυμφών ($LTemp_{50, 90}$), καθώς και τα όρια εμπιστοσύνης αυτών για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η σύγκριση των $LTemp_{50}$ και $LTemp_{90}$, έγινε με κριτήριο την επικάλυψη των ορίων εμπιστοσύνης. Χρησιμοποιήθηκε ο τύπος της διορθωμένης θνησιμότητας επειδή παρατηρήθηκε σημαντική θνησιμότητα στον μάρτυρα (Τζανακάκης 1995).

Η συσχέτιση μεταξύ α) θερμοκρασίας έκθεσης και ποσοστού θνησιμότητας και β) θερμοκρασίας υπέρψυξης και νωπού βάρους προνυμφών έγινε με εφαρμογή του προτύπου της απλής γραμμικής συμμεταβολής:

$$y = a + bx$$

όπου y = ποσοστό θνησιμότητας που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία ή θερμοκρασία υπέρψυξης που αντιστοιχεί σε νωπό βάρος x , a = σταθερά και b = συντελεστής συμμεταβολής. Ο προσδιορισμός των παραμέτρων a και b γίνεται με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων ενώ η ακρίβεια της προσαρμογής του παραπάνω προτύπου εκτιμάται από την εύρεση του συντελεστή προσδιορισμού r^2 (Sokal and Rohlf 1995, Φωτιάδης 1995).

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια των στατιστικών προγραμμάτων SPSS for Windows Version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) και Minitab 15 Statistical Software (Minitab Inc., State College, PA).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

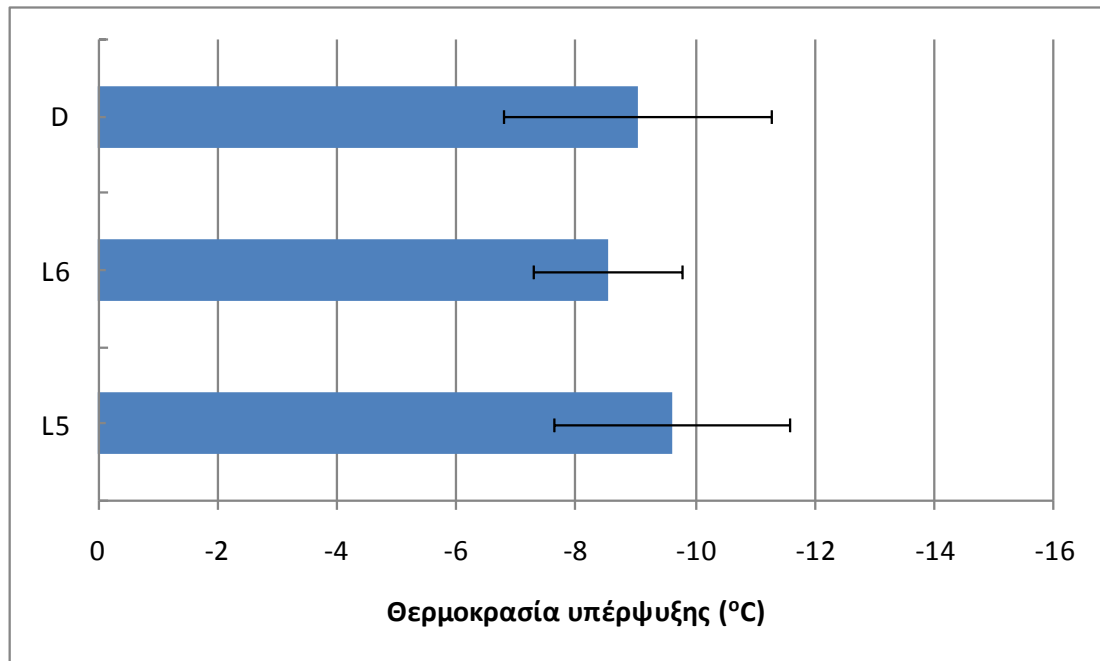
3.1. Θερμοκρασία υπέρψυξης (Θ.Υ.)

Η ηλικία των μη διαπαουσών προνυμφών δεν φαίνεται να επηρεάζει την ικανότητα τους να υπερψύχονται καθώς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ μη διαπαουσών προνυμφών 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας. Η μέση θερμοκρασία υπέρψυξης των μη διαπαουσών προνυμφών 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας ήταν -9.59 ± 1.97 και $-8.52 \pm 1.26^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα. Όσον αφορά στην ικανότητα υπέρψυξης μεταξύ διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ τους ($t=0.234$, $df=26$, $P=0.876$) (Πίνακας 5 και Διάγραμμα 4). Τόσο στις διαπαύουσες όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες, η θνησιμότητα 24 ώρες μετά τον προσδιορισμό της Θ.Υ. ήταν μηδενική.

Πίνακας 5. Μέση θερμοκρασία υπέρψυξης (Μ.Θ.Υ.) διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών του *S. nonagrioides*. Εντός παρενθέσεων δίδεται το εύρος των θερμοκρασιών υπέρψυξης.

Φυσιολογικό Στάδιο	Ηλικία	<i>n</i>	Μ.Θ.Υ. ($^{\circ}\text{C} \pm \tau.σ.$)
Μη διαπαύουσες	5 ^η	10	-9.59 ± 1.97 a* (-14.20-(-7.40))
	6 ^η	10	-8.52 ± 1.26 a (-10.50-(-6.40))
Διαπαύουσες	50 ημερών	9	-9.02 ± 2.24 a (-13.70-(-5.50))

* Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά (t-test, $P<0.05$).



Διάγραμμα 4. Μέση θερμοκρασία υπέρψυξης (Μ.Θ.Υ.) διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών του *S. nonagrioides*.

3.2. Θανατηφόρες Θερμοκρασίες (LTemp₅₀ και LTemp₉₀)

Οι θανατηφόρες θερμοκρασίες που θανατώνουν το 50 και 90% (LTemp_{50, 90}) του πληθυσμού των διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής του *S. nonagrioides* δίδονται στον Πίνακα 6. Παρατηρούμε ότι οι τιμές των LTemp₅₀ και LTemp₉₀ των διαπαουσών προνυμφών είναι σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες των μη διαπαουσών προνυμφών και των δύο ηλικιών, με εξαίρεση την LTemp₉₀ των μη διαπαουσών προνυμφών 5^{ης} ηλικίας. Συγκεκριμένα, η τιμή της LTemp₅₀ των διαπαουσών προνυμφών ανέρχονταν στους -9.41°C, η οποία ήταν λίγο μικρότερη από τη μέση θερμοκρασία υπέρψυξης τους που ισοδυναμούσε με -9.02°C, πράγμα το οποίο δείχνει ότι στις διαπαύουσες προνύμφες δεν παρατηρείται θνησιμότητα προ του παγώματος (pre freeze mortality).

Πίνακας 6. Θανατηφόρες θερμοκρασίες που σκοτώνουν το 50 και 90% (LTemp_{50, 90}) των διαπαυουσών και μη διαπαυουσών προνυμφών του *S. nonagrioides* έπειτα από έκθεση σε υπό του μηδενός θερμοκρασίες για δύο ώρες και όρια εμπιστοσύνης (95%) αυτών.

Φυσιολογικό Στάδιο	Ηλικία	<i>n</i>	LTemp ₅₀ * (95% C.I.)	LTemp ₉₀ * (95% C.I.)	χ^2	<i>df</i>	<i>P</i>
Μη διαπαύουσες	5 ^η	116	-6.75 (-7.16 – (-4.22))	-7.45 (-16.08 – (-7.08))	0.064	3	0.996
	6 ^η	116	-5.90 (-6.36 - (-5.17))	-7.69 (-8.78 - (-7.15))	1.817	3	0.611
Διαπαύουσες	50 ημερών	130	-9.41 (-9.57 – (-9.25))	-10.78 (-11.05 – (-10.56))	8.199	3	0.042

* σε °C

3.3. Γραμμική συσχέτιση θερμοκρασίας έκθεσης και ποσοστού θνησιμότητας

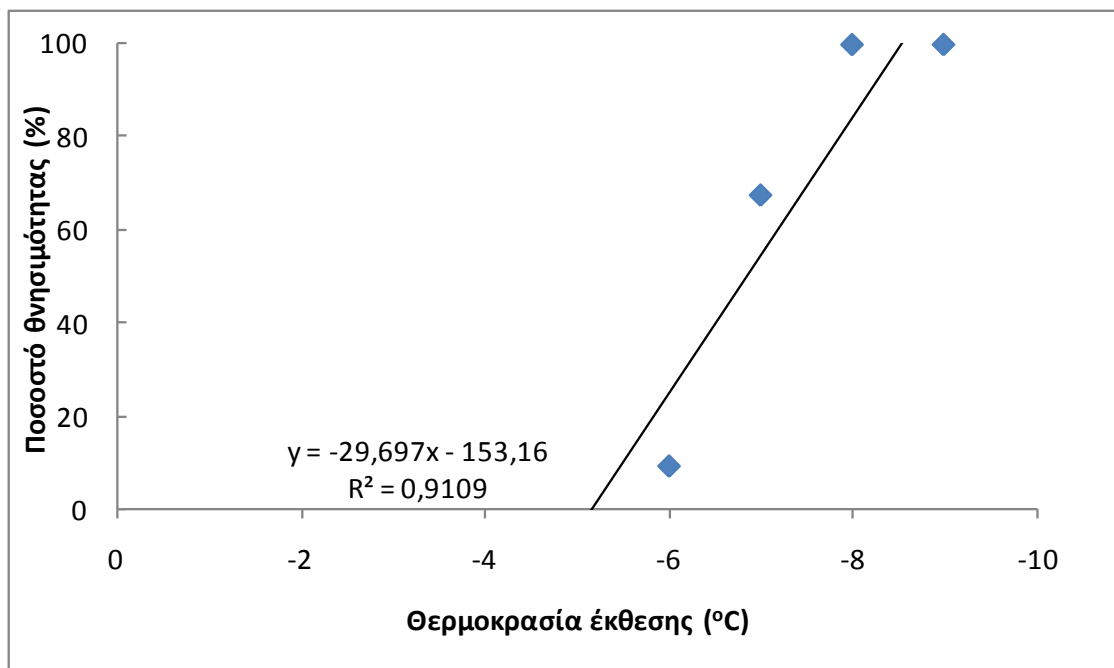
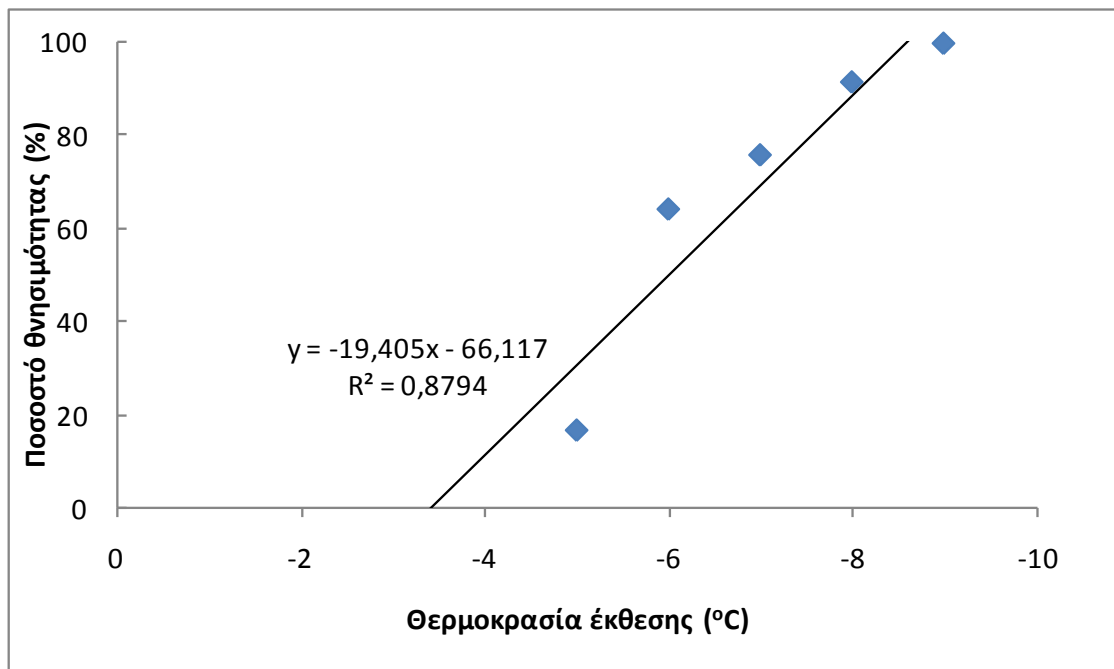
Οι παράμετροι της απλής γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας έκθεσης και του ποσοστού θνησιμότητας των προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής δίνονται στον Πίνακα 7 ενώ οι συμμεταβολές τους παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 5 και 6 αντίστοιχα.

Όπως φαίνεται λοιπόν και από τα Διαγράμματα 1.5 και 1.6, υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας έκθεσης και της θνησιμότητας τόσο στις διαπαύουσες προνύμφες ($F=30.67$, $df=1, 3$, $P=0.006$) όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες εργαστηριακής εκτροφής 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας του *S. nonagrioides* ($F=30.67$; $df=1, 3$; $P=0.012$ και $F=21.88$; $df=1, 3$; $P=0.018$, αντίστοιχα) (Πίνακας 7). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2) ήταν πολύ κοντά στη μονάδα και κυμάνθηκε από 0.879 έως 0.939 (Διάγραμμα 5 και 6).

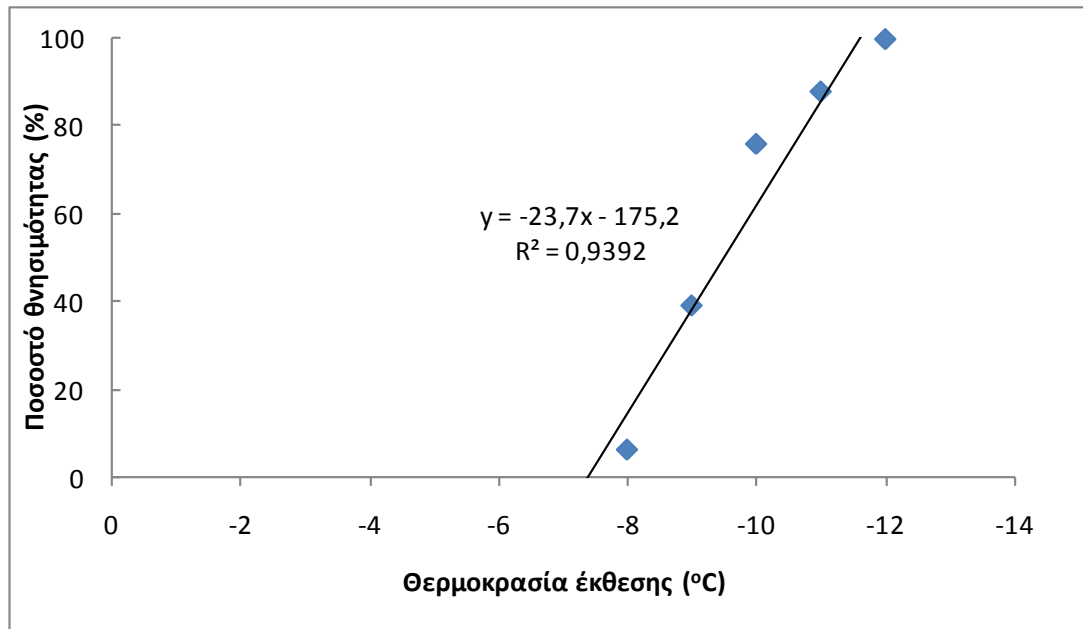
Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το ποσοστό θνησιμότητας μειώνεται γραμμικά με την αύξηση της θερμοκρασίας έκθεσης τόσο στις διαπαύουσες όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών και στις τρεις μεταχειρίσεις, το οποίο βέβαια είναι εμφανές και από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή συμμεταβολής (b) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για την επίδραση της θερμοκρασίας έκθεσης στο ποσοστό θνησιμότητας διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών του *S. nonagrioides* στο εργαστήριο για επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

Μεταχείριση	Πηγή παραλλακτικότητας	df	SS (άθροισμα τετραγώνων)	MS (μέσο τετράγωνο)	F	P
Μη διαπαύουσες προνύμφες 5 ^{ης} ηλικίας	Θερμοκρασία	1	8819.10	8819.10	30.67	0.012
	Σφάλμα	3	862.73	287.58		
	Σύνολο	4	9681.83			
Μη διαπαύουσες προνύμφες 6 ^{ης} ηλικίας	Θερμοκρασία	1	3765,45	3765,45	21,88	0,018
	Σφάλμα	3	516,23	172,08		
	Σύνολο	4	4281,68			
Διαπαύουσες προνύμφες	Θερμοκρασία	1	5616,9	5616,9	46,31	0,006
	Σφάλμα	3	363,9	121,3		
	Σύνολο	4	5980,8			



Διάγραμμα 5. Προσαρμοσμένη ευθεία παλινδρόμησης της απλής γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας έκθεσης και του ποσοστού θνησιμότητας μη διαπαουσών προνυμφών εργαστηρίου 5^{ης} (Α) και 6^{ης} (Β) προνυμφικής ηλικίας του *S. nonagrioides* σύμφωνα με το απλό γραμμικό μοντέλο.



Διάγραμμα 6. Προσαρμοσμένη ευθεία παλινδρόμησης της απλής γραμμικής συμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας έκθεσης και του ποσοστού θνησιμότητας των διαπαυουσών προνομφών εργαστηρίου του *S. nonagrioides* σύμφωνα με το απλό γραμμικό μοντέλο.

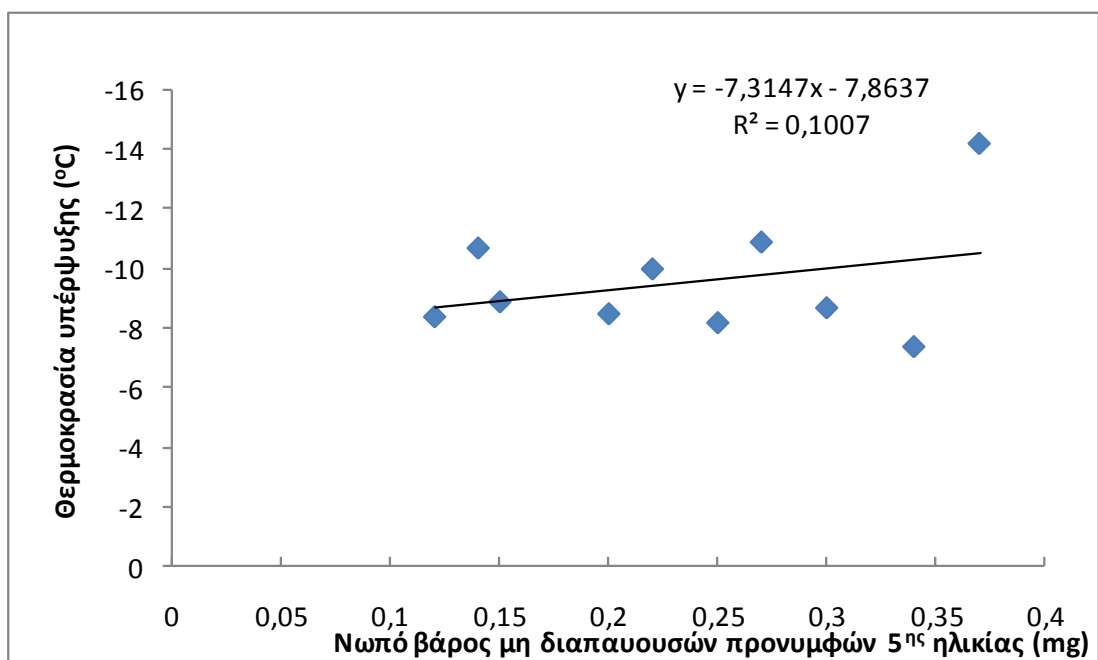
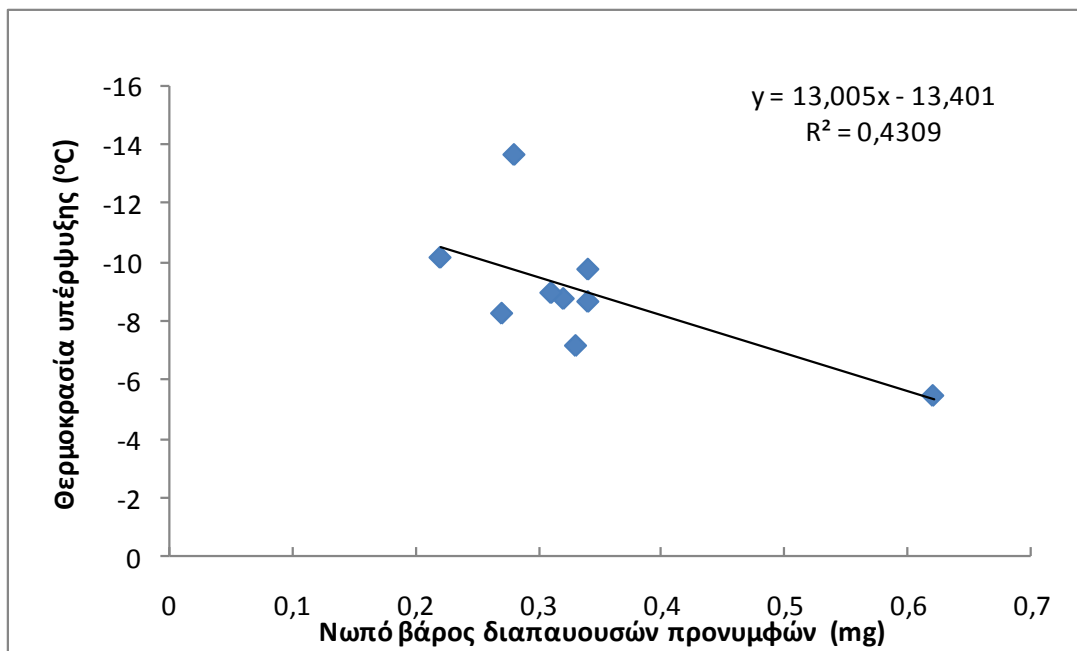
3.4. Γραμμική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας υπέρψυξης και νωπού βάρους

Οι παράμετροι της απλής γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας υπέρψυξης και του νωπού βάρους των προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής δίνονται στον Πίνακα 8 ενώ οι συμμεταβολές τους παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 7 και 8 αντίστοιχα.

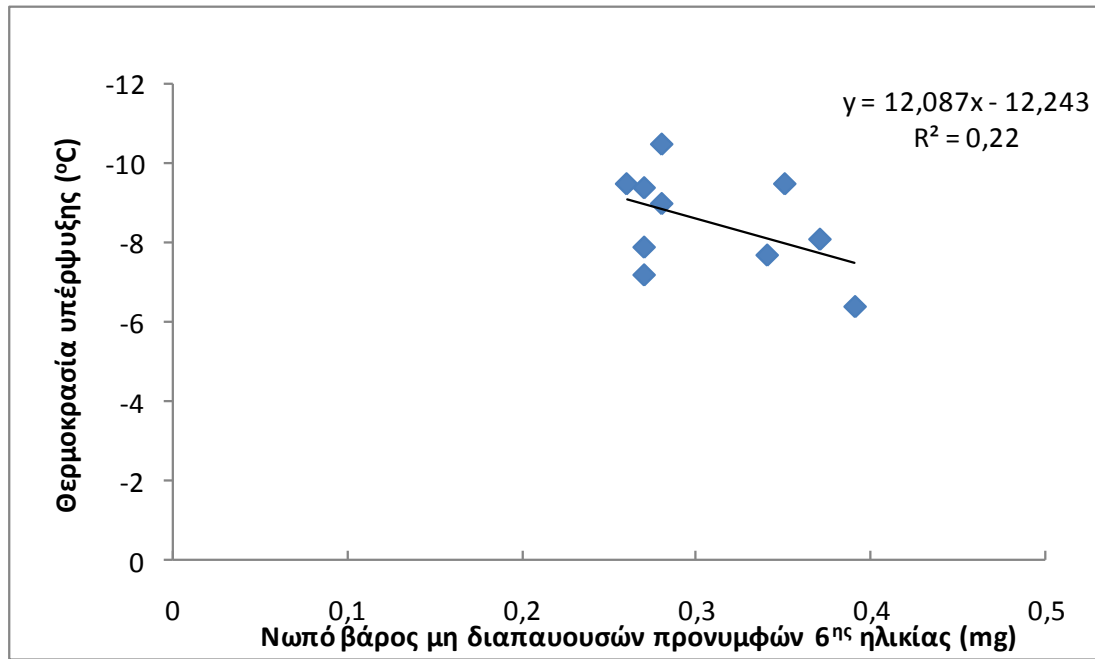
Όπως φαίνεται λοιπόν και από τα Διαγράμματα 7 και 8, δεν υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας υπέρψυξης και του νωπού βάρους τόσο στις διαπαύουσες προνύμφες ($F=5.30$, $df=1$, 7 , $P=0.055$) όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες εργαστηριακής εκτροφής 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας του *S. nonagrioides* ($F=0.90$; $df=1$, 8 ; $P=0.372$ και $F=2.30$; $df=1$, 8 ; $P=0.171$, αντίστοιχα) (Πίνακας 8). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2) ήταν πολύ κοντά στη μονάδα και κυμάνθηκε από 0.101 έως 0.431 (Διάγραμμα 7 και 8).

Πίνακας 8. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για την νωπού βάρους των προνυμφών στην ικανότητα υπέρψυξης διαπαυουσών και μη διαπαυσουσών προνυμφών του *S. nonagrioides* στο εργαστήριο για επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

Μεταχείριση	Πηγή παραλλακτικότητας	df	SS (άθροισμα τετραγώνων)	MS (μέσο τετράγωνο)	F	P
Μη διαπαύουσες προνύμφες 5 ^{ης} ηλικίας	Νωπό βάρος	1	3.5	3.5	0.90	0.372
	Σφάλμα	8	31.4	3.9		
	Σύνολο	9	34.9			
Μη διαπαύουσες προνύμφες 6 ^{ης} ηλικίας	Νωπό βάρος	1	3.1	3.1	2.3	0.171
	Σφάλμα	8	11.2	1.4		
	Σύνολο	9	14.3			
Διαπαύουσες προνύμφες	Νωπό βάρος	1	17.4	17.4	5.30	0.055
	Σφάλμα	7	22.9	3.3		
	Σύνολο	8	40.3			



Διάγραμμα 7. Προσαρμοσμένη ευθεία παλινδρόμησης της απλής γραμμικής συμμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας υπέρψυξης και νωπού βάρους μη διαπαουσών προνυμφών εργαστηρίου 5^{ης} (A) και 6^{ης} (B) προνυμφικής ηλικίας του *S. nonagrioides* σύμφωνα με το απλό γραμμικό μοντέλο.



Διάγραμμα 8. Προσαρμοσμένη ευθεία παλινδρόμησης της απλής γραμμικής συμεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας υπέρψυξης και νωπού βάρους διαπαουσών προνυμφών εργαστηρίου του *S. nonagrioides* σύμφωνα με το απλό γραμμικό μοντέλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με πρόσφατη ταξινόμηση των εντόμων όσον αφορά στην αντοχή τους στο ψύχος (Bale 1993, Bale 1996), το *S. nonagrioides* μπορεί να καταταχθεί στην κατηγορία των εντομών που είναι ανεκτικά στο πάγωμα (freeze tolerant). Το παραπάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι όταν οι διαπαύουσες προνύμφες εκτέθηκαν για 2 ώρες σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός, τότε δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τη θερμοκρασία υπέρψυξης. Επιπλέον, η LTemp₅₀ των διαπαουσών προνυμφών του *S. nonagrioides* ήταν ελαφρώς μικρότερη (-9.41°C) από τη θερμοκρασία υπέρψυξης τους (-9.02°C).

Τα έντομα που είναι ανεκτικά στο πάγωμα χρησιμοποιούν μια πιο σύνθετη στρατηγική προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα σε σχέση με τα μη ανεκτικά στο πάγωμα έντομα (freeze intolerant). Είναι γνωστό ότι ο σχηματισμός πάγου εντός των ιστών των εντόμων είναι συνήθως καταστροφικός, γιατί στα σημεία όπου σχηματίζονται οι παγοκρύσταλλοι μπορεί να προκληθεί εκτεταμένη ζημιά είτε από τη διάτρηση των κυττάρων είτε από την συμπίεση και παραμόρφωσή τους. Όμως, ακόμα και εάν δεν προκληθεί άμεση ζημιά στο κύτταρο εξαιτίας της δημιουργίας των παγοκρυστάλλων εντός των ιστών έχει ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη αφυδάτωση του κυττάρου, καθώς τα υγρά που υπάρχουν εντός του κυττάρου απορροφώνται από τους παγοκρυστάλλους με αποτέλεσμα την συρρίκνωση και καταστροφή του κυττάρου. Επομένως, τα έντομα που ακολουθούν την στρατηγική αυτή της ανεκτικότητας στο πάγωμα (freeze tolerance) πρέπει να βρουν τρόπους ώστε να αποφύγουν τις ζημιές εξαιτίας του σχηματισμού πάγου εντός των ιστών τους (Storey 1999).

Τα ανεκτικά λοιπόν στο πάγωμα έντομα περιορίζουν το σχηματισμό πάγου στους εξωκυττάριους χώρους του σώματός τους ενώ παράλληλα αποφεύγουν με διάφορους μηχανισμούς το σχηματισμό πάγου εντός των κυττάρων. Το ερώτημα όμως που τίθεται είναι, πως είναι δυνατόν τα έντομα αυτά να παγώνουν και έπειτα όταν ξεπαγώνουν να μην έχει προκληθεί ο παραμικρός τραυματισμός και να επιβιώνουν. Τα έντομα της κατηγορίας αυτής αντί να περιμένουν τον αυθόρμητο σχηματισμό πάγου, προκαλούν από μόνα τους τη δημιουργία πάγου εντός του σώματός τους με τη χρήση παγοπυρηνοποιητικών ουσιών (Block 1995). Με αυτόν

τον τρόπο τα έντομα μπορούν να αρχίσουν να παγώνουν σε θερμοκρασίες λίγο μικρότερες από τους 0°C. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία παγώνουν τα έντομα, τόσο πιο αργός είναι ο ρυθμός σχηματισμού πάγου και τόσο περισσότερος είναι ο διαθέσιμος χρόνος που έχει το έντομο προκειμένου να προβεί στις απαραίτητες μεταβολικές προσαρμογές που θα διασφαλίσουν την επιβίωση του. Παράλληλα όμως, έχουν αναπτύξει κατάλληλους μηχανισμούς αποκατάστασης ζημιών των κυττάρων τους, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις οποιεσδήποτε βλάβες ή ζημιές που δημιουργούνται από το πάγωμα των ιστών (Storey 1999).

Μια ενδιαφέρουσα άποψη που αφορά τα ανεκτικά στο πάγωμα έντομα είναι το γεγονός ότι καθώς το έντομο παγώνει, αναστέλλονται ταυτόχρονα κάποιες μεταβολικές του λειτουργίες, όπως είναι η κυκλοφορία του αίματος και η αναπνοή. Θα είναι λοιπόν πολύ ενδιαφέρον να βρεθεί ο μηχανισμός που προκαλεί την αναστολή αυτών των λειτουργιών καθώς επίσης και με ποιο τρόπο απενεργοποιούνται οι παραπάνω λειτουργίες μετά και την τήξη του πάγου.

Η ηλικία των μη διαπαουσών προνυμφών του *S. nonagrioides* δε φαίνεται να επηρεάζει τόσο την ικανότητα υπέρψυξης όσο και την θνησιμότητα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τη θερμοκρασία υπέρψυξης καθώς σε όλες τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ μη διαπαουσών προνυμφών 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα μας, η $Ltemp_{50}$ και η $LTemp_{90}$ των διαπαουσών προνυμφών ήταν σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με αυτή που παρατηρήθηκε στις μη διαπαύουσες προνύμφες ανεξάρτητα από την ηλικία. Αυτό σε πρώτη φάση θα μπορούσε να ερμηνευτεί ως ένδειξη ύπαρξης σχέσης μεταξύ διάπαυσης και αντοχής στο ψύχος. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να ειπωθεί με σιγουριά εάν και εφόσον ισχύει κάτι ανάλογο και με την ικανότητα υπέρψυξης. Ωστόσο, η μέση θερμοκρασία υπέρψυξης μεταξύ διαπαουσών και μη διαπαουσών προνυμφών δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά, οπότε δεν μπορούμε να δεχτούμε την ύπαρξη σχέσης μεταξύ διάπαυσης και αντοχής στο ψύχος. Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για το *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae) όπου η ικανότητα υπέρψυξης μεταξύ διαπαουσών και μη διαπαουσών νυμφών δεν διέφερε σημαντικά (Košťal and Šimek 1995).

Η θνησιμότητα τόσο των διαπαουσών όσο και των μη διαπαουσών προνυμφών εργαστηριακής εκτροφής του *S. nonagrioides* επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία στην οποία εκτίθενται οι προνύμφες ($P < 0.05$). Το ποσοστό

θνησιμότητας μειώνεται γραμμικά με την αύξηση της θερμοκρασίας έκθεσης τόσο στις διαπαύουσες όσο και στις μη διαπαύουσες προνύμφες 5^{ης} και 6^{ης} ηλικίας, και επομένως υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους.

Συμπερασματικά, το *S. nonagrioides* φαίνεται να είναι καλά προσαρμοσμένο στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της υπό μελέτη περιοχής αλλά και γενικότερα της χώρας μας, καθώς μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις παρατηρούνται θερμοκρασίες μικρότερες των -10°C κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το έντομο αυτό κατατάσσεται στα είδη των εντόμων που είναι ανεκτικά στο πάγωμα καθώς εμφανίζει αφενός μεν μικρή ικανότητα υπέρψυξης αφετέρου δε μηδενική θνησιμότητα μετά την υπέρψυξή του. Επιπλέον, δεν παρουσιάζει σημαντική θνησιμότητα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τη Μ.Θ.Υ. Το πλείστο των εντόμων πεθαίνει σε θερμοκρασίες λίγο μικρότερες από την Μ.Θ.Υ. έπειτα από παρατεταμένη έκθεση σε αυτές. Τέλος, όσον αφορά στη συσχέτιση μεταξύ της αντοχής στο ψύχος και της διάπαυσης, δεν μπορούμε να βγάλουμε ξεκάθαρο συμπέρασμα, καθώς οι διαπαύουσες προνύμφες παρουσιάζουν μεν σημαντικά μικρότερη θνησιμότητα έπειτα από παρατεταμένη έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες μικρότερες των 0°C σε σχέση με τις μη διαπαύουσες προνύμφες, εντούτοις δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους ως προς την ικανότητα υπέρψυξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ανδρεάδης, Σ.Σ., Π.Γ. Μυλωνάς και Μ. Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2007. Προσβολή του γλυκού σόργου, σε πειραματική καλλιέργεια στη Βόρεια Ελλάδα, από το έντομο *Sesamia nonagrioides*. Γεωργία-Κτηνοτροφία 1: 36-37.

Ανώνυμος. 1994. Η κυριότεροι εχθροί του αραβοσίτου. Φυτοπροστασία Ι. Χειμερινά σιτηρά, αραβόσιτος, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα. Γεωργία-Κτηνοτροφία 10: 31-34.

Δαλιάνη, Δ.Κ. 1999. Ανοιξιάτικα σιτηρά. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα, 416 σελ.

[ΕΣΥΕ] Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος. 2008. Γεωργική Στατιστική της Ελλάδος. (<http://www.statistics.gr/StatMenu.asp>).

Καραμάνος, Α.Ι. 1999. Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, 384 σελ.

Μελλίδης, Β. και Γ. Ευγενίδης. 2003. Το καλαμπόκι και η καλλιέργεια του. Γεωργία-Κτηνοτροφία 10: 7-16.

Μηχαηλίδης, Ν. 1973. Εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών. "Ασθένειες-Έντομα-Ζιζάνια". Περιγραφή-Καταπολέμηση.

Παπαδοπούλου-Μουρκίδου, Ε. 2008. Γεωργικά Φάρμακα. Εκδόσεις Μέθεξις, Θεσσαλονίκη, 606 σελ.

Παπακόστα-Τασοπούλου, Δ. 2008. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά φυτά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Σταμόπουλος, Κ.Δ. 1999. Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 133-136.

Τζανακάκης, Μ.Ε. 1980. Μαθήματα εφαρμοσμένης εντομολογίας. 2^ο Ειδικό μέρος, Υπηρεσία δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης, Μ.Ε. 1995. Μαθήματα Γενικής Εντομολογίας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

[ΥΠΑΑΤ] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2009. Δ/ση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής, Κατάλογοι Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων & Βιοκτόνων, Κατά Καλλιέργεια και Έντομο (εχθρό). (http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_ENEMY_dron.aspx)

Υφούλης, Α. και Π.Ι. Καλτσίκης. 1994. Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.

Φωτιάδης, Ν.Α. 1995. Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες. Έκδοση 2^η, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Ξενογλώσσα

- Andreadis, S.S., P.G. Milonas and M. Savopoulou-Soultani. 2005.** Cold hardiness of diapausing and non-diapausing pupae of the European grapevine moth, *Lobesia botrana*. Entomol. Exp. Appl. 117: 113–118.
- Andreadis, S.S., Z. Vryzas, E. Papadopoulou-Mourkidou and M. Savopoulou-Soultani. 2008.** Age dependent changes in tolerance to cold and accumulation of cryoprotectants in overwintering and non overwintering larvae of European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. Physiol. Entomol. 33: 365-371.
- Bale, J.S. 1993.** Classes of insect cold hardiness. Funct. Ecol. 7: 751-753.
- Bale, J.S. 1996.** Insect cold hardiness: A matter of life and death. Eur. J. Entomol. 93: 369-382.
- Block, W. 1995.** Insects and freezing. Science Progress 78: 349-372.
- Denlinger, D.L. 1991.** Relationship between Cold Hardiness and Diapause. In Lee, R. E. and D.L. Denlinger (Eds). Insects at Low Temperature. Chapman & Hall, New York, pp 174-198.
- González-Nuñez, M., F. Ortego and P. Castañera. 2000.** Susceptibility of Spanish populations of the corn borers *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Cramidae) to a *Bacillus thuringiensis* endotoxin. J. Econ. Entomol. 93: 459-463.
- Košťál, V. and P. Šimek, 1995.** Dynamics of Cold Hardiness, Supercooling and Cryoprotectants in Diapausing and Non-diapausing Pupae of the Cabbage Root Fly, *Delia radicum* L. J. Insect Physiol. 7: 627-634.
- Lee, R. E. 1989.** Insect Cold Hardiness: To freeze or not to freeze. How insects survive low temperatures. Bioscience 39: 308-313.
- Lee, R. E., J. P. Jr, Costanzo, and J. A. Mugnano. 1996.** Regulation of supercooling and ice nucleation in insects. Eur. J. Entomol. 93: 405-418.
- Mazomenos, B. E. 1989.** Sex pheromone components of corn stalk borer *Sesamia nonagrioides* (Lef.) isolation, identification, and field tests. J. Chem. Ecol. 15: 1241-1247.
- Minitab Inc. 2007.** Minitab 15 Statistical Software, State College, PA.
- Poitout, S. and R. Bues. 1970.** Elevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel simplifié. Ann. Zool. Ecol. Anim. 2: 79-91.

Rivers, D. B., R. E. Lee, and D. L. Denlinger. 2000. Cold hardiness of the pupal parasitoid *Nasonia vitripennis* is enhanced by its host *Sarcophaga crassipalpis*. *J. Insect Physiol.* 46: 99-106.

SPSS Inc. 2007. SPSS for Windows, Version 16.0, Chicago, Illinois.

Storey, K.B. 1999. Living in the cold: Freeze- induced gene responses in freeze-tolerant vertebrates. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 26: 57-63.