

## Μελέτη της γονιμότητας και υπολογισμός των πληθυσμιακών παραμέτρων των αρπακτικών *Nephus includens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae)

Κοντοδήμας, Δ.Χ.<sup>1</sup>, Καρανδεινός, Μ.Γ.<sup>2</sup>, Λυκουρέσης, Δ.<sup>2</sup>,  
Κατσόγιαννος, Π.<sup>3</sup> και Σταθάς, Γ.Ι.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο,

<sup>2</sup> Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,

<sup>3</sup> Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας,

<sup>4</sup> Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας

### Περίληψη

Η γονιμότητα των αρπακτικών *Nephus includens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) μελετήθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου σε σταθερές θερμοκρασίες, επί *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), σε σχετική υγρασία 65% και σε φωτόφαση 16 ωρών. Με επιπλέον στοιχεία από την ανάπτυξη των ατελών σταδίων των δύο αρπακτικών κατασκευάστηκαν οι πίνακες ζωής και οι πίνακες ανάπτυξης των δύο εντόμων και υπολογίστηκαν διάφορες πληθυσμιακές παράμετροι. Η μέση συνολική γονιμότητα του *N. includens* μελετήθηκε στις θερμοκρασίες 15, 20, 25, 30, 32,5 και 35°C και βρέθηκε αντίστοιχα 49,2, 97,8, 162,8, 108,5, 87,4 και 31,1 ωά ανά θηλυκό με μέση διάρκεια ζωής 99,5, 84,7, 69,5, 61,1, 49,6 και 30,1 ημέρες. Ο ενδογενής ρυθμός αύξησης ( $r_m$ ) υπολογίστηκε αντίστοιχα σε 0,014, 0,041, 0,083, 0,086, 0,077 και 0,024 θηλυκά/θηλυκό/ημέρα. Η γονιμότητα του *N. bisignatus* μελετήθηκε στις θερμοκρασίες 15, 20, 25, 30, και 32,5°C και βρέθηκε 54,7, 72,1, 96,9, 56,0 και 22,8 ωά ανά θηλυκό αντίστοιχα με μέση διάρκεια ζωής 116,1, 108,7, 71,8, 68,8 και 43,7 ημέρες. Ο ενδογενής ρυθμός αύξησης ( $r_m$ ) υπολογίστηκε στις πιο πάνω θερμοκρασίες σε 0,017, 0,035, 0,060, 0,051 και 0,024 θηλυκά/θηλυκό/ημέρα. Σχεδιάστηκαν επίσης οι καμπύλες επιβίωσης των θηλέων των δύο αρπακτικών και διαπιστώθηκε ότι ακολουθούν τον τύπο I της κατανομής Weibul. Τέλος με εκτροφή των δύο εντόμων σε κλωβούς σε συνθήκες υπαίθρου διαπιστώθηκε η συνεχής αναπαραγωγική δραστηριότητά τους κατά τη θερμή περίοδο του έτους.

### Εισαγωγή

Παρά το ευρύ πλέγμα των φυσικών εχθρών του *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) συχνά δεν επιτυγχάνεται η Φυσική Βιολογική Καταπολέμηση του εντόμου αυτού με αποτέλεσμα να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα σε πολλές καλλιέργειες. Στα πλαίσια της προσπάθειας να βρεθούν φυσικοί εχθροί του *P. citri* με ιδιότητες που θα τους επέτρεπαν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα Διαχείρισης Πληθυσμών κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθούν τα αρπακτικά *Nephus*

*inclusens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae), τα οποία θεωρούνται σημαντικοί φυσικοί εχθροί του *P. citri* (Bodenheimer, 1951, Tranfaglia & Viggiani, 1972, Pope, 1973). Το *N. inclusens* έχει αναφερθεί στην Ελλάδα από το 1968 (Αργυρίου, 1968, Αργυρίου *et al.*, 1976) ενώ το *N. bisignatus* βρέθηκε για πρώτη φορά στην χώρα μας το 1996 (Κοντοδήμας, 1997). Στην παρούσα εργασία μελετάται η γονιμότητα των δύο αρπακτικών σε συνθήκες εργαστηρίου και η αναπαραγωγική δραστηριότητά τους σε συνθήκες υπαίθρου.

## Υλικά και Μέθοδοι

### Σε εργαστηριακές συνθήκες

Η μελέτη της γονιμότητας των αρπακτικών εντόμων *Nephus inclusens* και *Nephus bisignatus*, έγινε υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας (15, 20, 25, 30, 32,5 και 35±1°C), σχετικής υγρασίας (65±2 % Σ.Υ.), και φωτοπεριόδου (16 ώρες φως / 8 ώρες σκοτάδι). Στις συνθήκες αυτές 25 νεοεκπτυχθέντα θήλεα τοποθετήθηκαν, το καθ' ένα μαζί με ένα άρρεν, σε πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 9 cm και ύψους 1,6 cm. Οι μετρήσεις των γεννηθέντων ωών (Εικόνα 1) γίνονταν καθημερινά και ως τροφή χρησιμοποιήθηκαν ωά, νύμφες και ακμαία *Planococcus citri* που είχαν εκτραφεί επί κολοκυθιών (*Cucurbita pepo*). Επίσης σε κάθε θερμοκρασία μετρήθηκε η αναλογία φύλου των απογόνων σε δείγμα 200 ακμαίων.

Με επιπλέον στοιχεία από τη μελέτη της ανάπτυξης των ατελών σταδίων (Κοντοδήμας και Σταθάς, 1997, 1999, Κοντοδήμας 2003) κατασκευάστηκαν οι πίνακες ζωής των δύο αρπακτικών και υπολογίστηκαν οι πληθυσμιακές παράμετροι (Birch, 1948, Southwood, 1966, Izhevsky & Orlinsky, 1988, Chazeau *et al.*, 1991, Καρανδινός, 1991, Kairo & Murphy, 1995, Liu *et al.*, 1997, Savoroulou-Soultani, *et al.*, 1997, Lysyk, 1998, 2000, 2001):

- η επιβίωση % ( $l_x$ ) των θηλέων,
- η ειδική κατά ηλικία γονιμότητα ( $m_x$ ) πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των γεννηθέντων ωών με την αναλογία φύλλου των απογόνων (Liu *et al.*, 1997).
- ο καθαρός ρυθμός αναπαραγωγής:  $R_0 = \sum (l_x \cdot m_x)$
- ο ενδογενής ρυθμός αύξησης ( $r_m$ ) από τη λύση της εξίσωσης του Euler,
 
$$\sum (e^{r_m \cdot x} \cdot l_x \cdot m_x) = 1$$
- η μέση διάρκεια γενεάς με δύο τρόπους:
 
$$T_c = \frac{\sum (x \cdot l_x \cdot m_x)}{R_0}$$
 (Birch, 1948, Izhevsky & Orlinsky, 1988, Καρανδινός, 1991) και
 
$$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$
 (Chazeau *et al.*, 1991, Kairo & Murphy, 1995)
- ο πεπερασμένος ρυθμός αύξησης:  $\lambda = e^{r_m}$
- ο χρόνος διπλασιασμού:  $DT = \frac{\ln 2}{r_m}$

- η αναπαραγωγική αξία των θηλέων: 
$$V_x = \frac{\sum_{y=x} (e^{r_m \cdot y} \cdot l_y \cdot m_y)}{l_x \cdot e^{r_m \cdot x}}$$
- η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής των θηλέων: 
$$E_x = \frac{\sum_{y=x} \frac{l_y + l_{y+1}}{2}}{l_x}$$
 και
- η σταθερή κατανομή ηλικιών: 
$$C_x = \frac{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}}{\sum_{x=0} (l_x \cdot e^{-r_m \cdot x})}$$

Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται περιληπτικά οι πίνακες ζωής. Επίσης συμπληρώθηκαν οι πίνακες ανάπτυξης (μήτρες Leslie) για τα δύο αρπακτικά από τους οποίους μπορούν να υπολογιστούν επίσης η σταθερή κατανομή ηλικιών και ο πεπερασμένος ρυθμός αύξησης. Περιλήψεις των πινάκων Leslie παρουσιάζονται στα αποτελέσματα, κατηγοριοποιώντας την επιβίωση των ακμαίων θηλέων σε 6 κατηγορίες (A1-A6) (Izhevsky & Orlinsky, 1988). Η γονιμότητα στην πρώτη γραμμή του πίνακα δίνεται υπό τη μορφή της ειδικής κατά ηλικία γονιμότητας ( $m_x$ ). Να σημειώσουμε ότι οι μετα-αναπαραγωγικές ηλικίες δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη χρήση της μήτρας Leslie (Καρανδινός, 1991).

Η μεταβολή της ειδικής κατά ηλικία γονιμότητας ( $m_x$ ) συναρτήσε του χρόνου προσομοιώθηκε με δύο εξισώσεις,

την εξίσωση Enkegaard 
$$F = (a + b \cdot x) \cdot e^{-(c+d \cdot x)}$$

και την εξίσωση Αναλυτή 
$$F = a \cdot (x - x_{min})^n \cdot (x_{max} - x)^m,$$

όπου  $F$  η μέση ημερησία γονιμότητα την ημέρα  $x$  και

$a, b, c, d, x_{min}, x_{max}, n, m$ : παράμετροι

Η εξίσωση Enkegaard συστήνεται για τη μελέτη της γονιμότητας και από άλλους ερευνητές (Enkegaard, 1993, Wang, & Shipp, 2001, Perdakis & Lykouressis 2002) ενώ η εξίσωση Αναλυτή προτάθηκε αρχικά για την μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη (Analytis, 1977, 1980, Αναλυτής, 1979, 1981).

Η επιβίωση των ακμαίων θηλέων συναρτήσε του χρόνου προσομοιώθηκε με την

εξίσωση Weibul 
$$S = e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c}$$
 όπου  $S$ : επιβίωση,  $t$ : χρόνος,  $b, c$ : παράμετροι (Deevey, 1947, Pinder *et al.*, 1978, Tingle & Copland, 1989, Wang *et al.*, 2000)

### Σε συνθήκες υπαίθρου

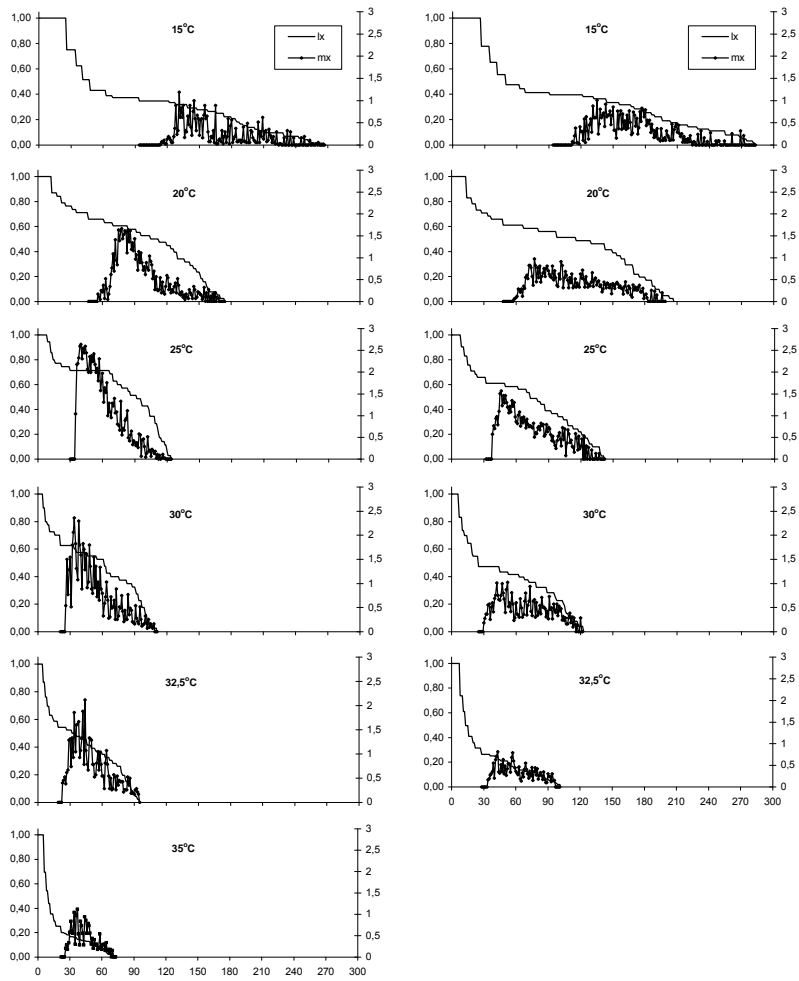
Η μελέτη της αναπαραγωγικής δραστηριότητας των *N. includens* και *N. bisignatus* σε συνθήκες υπαίθρου έγινε με εκτροφή τους σε κυλινδρικούς κλωβούς από plexiglass (μήκους 50 cm και διαμέτρου 30 cm) στην Κηφισιά Αττικής (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο) κατά την περίοδο από τον Απρίλιο 1998 έως τον Ιούνιο 2000 (Εικόνα 2). Ως τροφή χορηγούνταν ποσότητα *P. citri*. Οι μετρήσεις γινόταν δύο φορές την εβδομάδα και καταγράφονταν οι συζεύξεις των ακμαίων και ο αριθμός απογόνων των δύο αρπακτικών.

## Αποτελέσματα

### *Γονιμότητα των N. includens και N. bisignatus*

Η επιβίωση ( $I_x$ ) και η μεταβολή της ειδικής κατά ηλικία γονιμότητας ( $m_x$ ) των δύο αρπακτικών, σε κάθε θερμοκρασία, παρουσιάζονται στην Εικόνα 3. Η μέση γονιμότητα, η μέση και η μέγιστη διάρκεια ζωής, η διάρκεια ζωής του 50% του πληθυσμού και η αναλογία φύλου σε κάθε θερμοκρασία παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η μέγιστη γονιμότητα και για τα δύο αρπακτικά καταμετρήθηκε στους 25°C (162,8 ωά/θηλυκό για το *N. includens* και 96,9 ωά/θηλυκό για το *N. bisignatus*). Το *N. includens* εμφανίζει μεγαλύτερη γονιμότητα από το *N. bisignatus* σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός των 15°C. Η αναλογία φύλου ♀♀:♂♂ κυμάνθηκε για το *N. includens* από 1,2:1 έως 2,1:1 και για το *N. bisignatus* από 1,1:1 έως 1,8:1. Και για τα δύο έντομα η αναλογία των θηλέων στο σύνολο του πληθυσμού αυξάνεται κοντά στις ακραίες για την επιβίωση τους θερμοκρασίες.

Στα δεδομένα της γονιμότητας των *N. includens* και *N. bisignatus* έγινε προσαρμογή των εξισώσεων Αναλυτή και Enkegaard (Εικόνες 3-4 και Πίνακας 2). Αμφότερες οι εξισώσεις Αναλυτή και Enkegaard δίνουν καλή προσαρμογή στις θερμοκρασίες 20, 25 και 30 °C για το *N. includens* και στις θερμοκρασίες 20 και 25 °C για το *N. bisignatus* ( $R^2 > 0,70$ ). Επίσης σχεδιάστηκαν οι καμπύλες επιβίωσης των θηλέων των δύο αρπακτικών σύμφωνα με την κατανομή Weibull (Εικόνες 5-6 και Πίνακας 3). Αμφότερα τα είδη ακολουθούν τον τύπο επιβίωσης I καθώς η παράμετρος c είναι μεγαλύτερη της μονάδας (Tingle & Copland, 1989, Wang *et al.*, 2000).



**Εικόνα 3.** Επιβίωση ( $l_x$ ) και ειδική κατά ηλικία γονιμότητα ( $m_x$ ) των *Nephus includens* (αριστερά) και *Nephus bisignatus* (δεξιά) σε σταθερές θερμοκρασίες.

**Πίνακας 1.** Μελέτη της γονιμότητας των *Nephus includens* και *Nephus bisignatus*

	Θερμο- κρασία	Μέση γονιμότητα (ωά / θήλυ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	Μέση διάρκεια ζωής (ημέρες)	Διάρκεια ζωής του 50% του πληθυσμού (ημέρες)	Αναλογία θηλέων / σύνολο πληθυσμού
<i>N. includens</i>	15 °C	49,2	174	99,5	93	67,5
	20 °C	97,8	128	84,7	85	62
	25 °C	162,8	94	69,5	73	55,5
	30 °C	108,5	91	61,1	68	58,5
	32,5 °C	87,4	77	49,6	53	59,5
	35 °C	31,1	52	30,1	29	63,5
<i>N. bisignatus</i>	15 °C	54,7	193	116,1	107	64,0
	20 °C	72,1	159	108,7	113	60,0
	25 °C	96,9	110	71,8	76	53,0
	30 °C	56,0	98	68,8	73	57,5
	32,5 °C	22,8	74	43,7	46	60,5

**Πίνακας 2.** Τιμές των παραμέτρων των εξισώσεων Αναλυτή και Enkegaard.

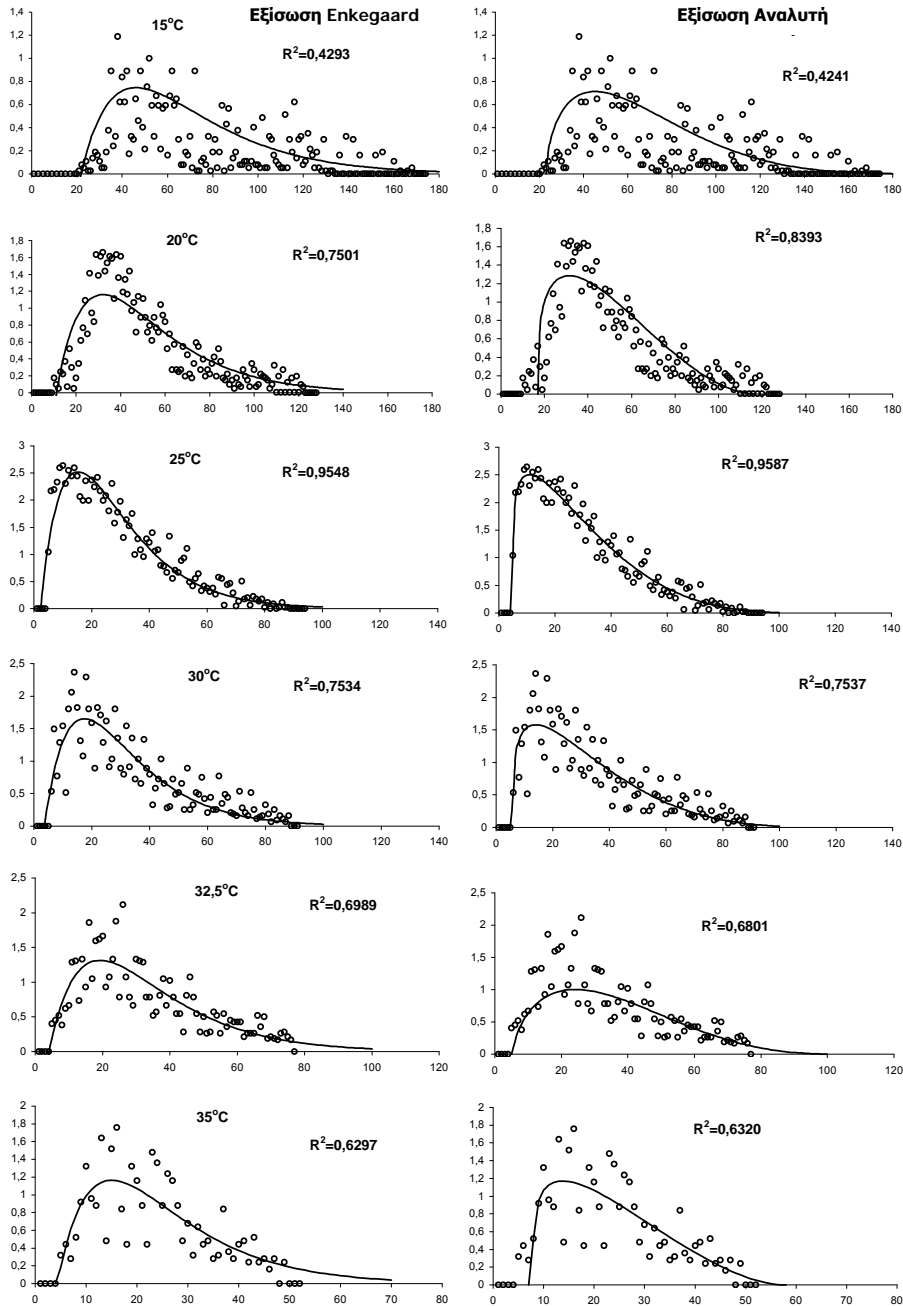
	Παρά- μετρος	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	32,5 °C	35 °C
<i>Nephus includens</i>	<i>a</i>	-1,4494	-0,8606	-0,4189	-0,1422	-0,0490	-0,0544
	<i>b</i>	0,0665	0,0771	0,1846	0,0387	0,0118	0,0125
	εξίσωση Enkegaard <i>c</i>	-1,1245	-1,2111	-1,2156	-2,3972	-3,2682	-3,5749
	$F = (a + b \cdot x) \cdot e^{-(c+d \cdot x)}$ <i>d</i>	0,0411	0,0480	0,0764	0,0726	0,0661	0,0938
	<i>R</i> <sup>2</sup>	0,4293	0,7501	0,9548	0,7534	0,6989	0,6297
	<i>RSS</i>	5,7820	7,2077	5,2818	7,6727	4,9999	3,9593
	<i>p</i>	0,1943x10 <sup>-10</sup>	0,1564x10 <sup>-3</sup>	0,4203x10 <sup>-6</sup>	0,1662x10 <sup>-7</sup>	0,9668x10 <sup>-6</sup>	0,1427x10 <sup>-2</sup>
<i>Nephus bisignatus</i>	<i>x</i> <sub>min</sub>	23,0013	17,0021	4,9757	5,9522	5,3796	7,9372
	εξίσωση Αναλυτή <i>x</i> <sub>max</sub>	213,0101	117,1020	113,5814	129,3580	104,7326	57,2146
	$F = a \cdot (x - x_{min})^n \cdot (x_{max} - x)^m$ <i>m</i>	0,5802	0,3101	0,1923	0,2604	0,6388	0,2246
	<i>n</i>	4,3973	1,8400	3,2941	3,7543	2,7292	1,6743
	<i>R</i> <sup>2</sup>	0,4241	0,8393	0,9587	0,7536	0,6809	0,6320
	<i>RSS</i>	5,6799	3,2129	2,8179	7,4036	5,1083	3,6718

**Πίνακας 2 (συνέχεια).** Τιμές των παραμέτρων των εξισώσεων Αναλυτή και Enkegaard.

		Παρά- μετρος	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	32,5 °C	35 °C
<i>Nephus bisignatus</i>	εξίσωση Enkegaard $F = (a + b \cdot x) \cdot e^{-(c+d \cdot x)}$	<i>a</i>	-3,9781	-0,4657	-0,0653	-0,1173	-0,0683	
		<i>b</i>	0,1780	0,0475	0,0355	0,0578	0,0147	
		<i>c</i>	0,4192	-0,4376	-1,6212	-0,2671	-1,9440	
		<i>d</i>	0,0333	0,0306	0,0504	0,0383	0,0568	
		<b>R<sup>2</sup></b>	0,6534	0,7050	0,79939	0,4754	0,5195	
		<b>RSS</b>	4,3339	2,5592	3,6085	2,8634	1,2330	
	εξίσωση Αναλυτή $F = a \cdot (x - x_{min})^n \cdot (x_{max} - x)^m$	<i>p</i>	1,8740x10 <sup>-7</sup>	1,3201x10 <sup>-4</sup>	2,0744x10 <sup>-4</sup>	0,0448	0,0089	
		<i>x<sub>min</sub></i>	29,4975	21,0000	4,9452	8,9900	6,9457	
		<i>x<sub>max</sub></i>	193,9480	189,2699	110,0528	97,0369	74,5461	
		<i>m</i>	0,4456	0,1079	0,3126	0,0875	0,2311	
	<i>n</i>	2,7602	1,6363	1,7119	0,5595	0,8399		
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,6776	0,7377	0,7735	0,4749	0,5010		
	<b>RSS</b>	3,8887	2,0879	4,8254	2,4862	1,1778		

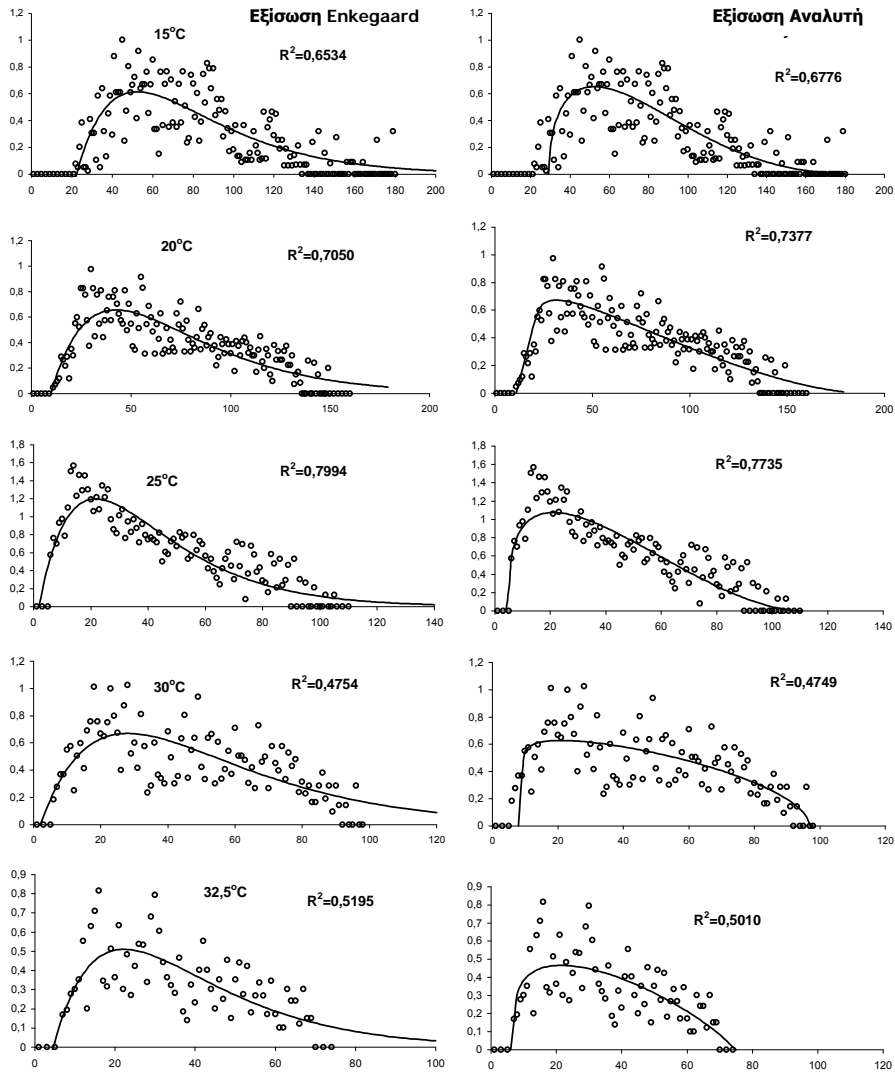
**Πίνακας 3.** Τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης Weibull  $S_{(t)} = e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c}$

		Παρά- μετρος	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	32,5 °C	35 °C
<i>N. includens</i>	<b>b</b>	112,9614	98,0543	78,4127	71,2303	58,7081	35,5751	
	<b>c</b>	2,4175	3,0638	4,1966	2,8617	2,3469	1,9733	
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9929	0,9772	0,9771	0,9532	0,9628	0,9556	
	<b>RSS</b>	0,1382	0,2716	0,1923	0,3820	0,2427	0,2111	
<i>N. bisignatus</i>	<b>b</b>	133,5318	125,4435	83,7265	79,5416	50,9824	133,5318	
	<b>c</b>	2,2264	3,4027	2,6717	3,1422	1,7921	2,2264	
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9917	0,9722	0,9890	0,9698	0,9776	0,9917	
	<b>RSS</b>	0,1539	0,4003	0,1132	0,2522	0,1445	0,1539	

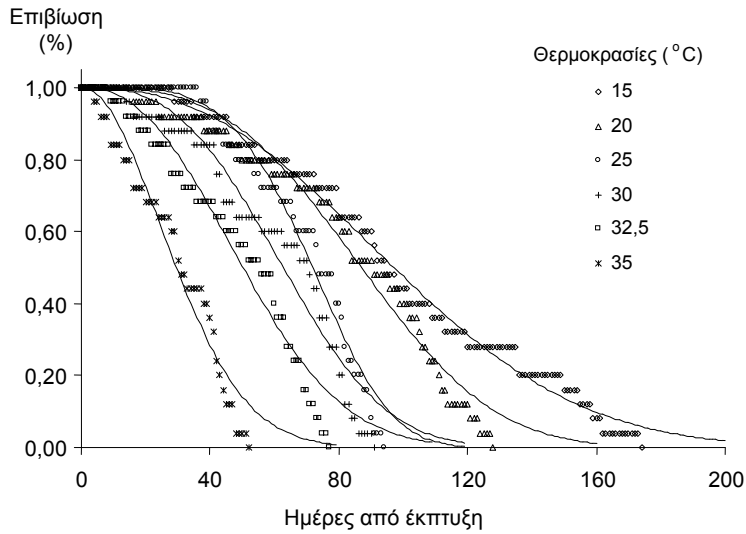


**Εικόνα 4.** Προσαρμογή των εξισώσεων Αναλυτή και Enkegaard στα δεδομένα της γονιμότητας του *Nephus includens*.

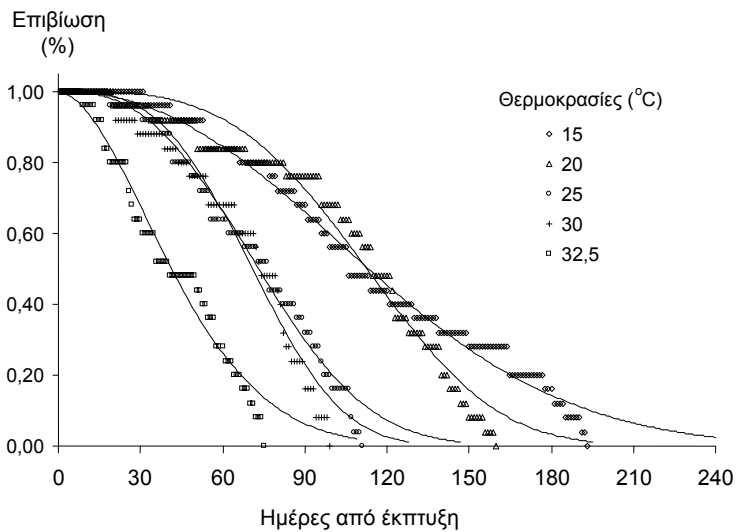




**Εικόνα 5.** Προσαρμογή των εξισώσεων Αναλυτή και Enkegaard στα δεδομένα της γονιμότητας του *Nephus bisignatus*.



Εικόνα 6. Καμπύλες επιβίωσης (κατανομή Weibul) για το *Nephus includens*



Εικόνα 7. Καμπύλες επιβίωσης (κατανομή Weibul) για το *Nephus bisignatus*

### Υπολογισμός των πινάκων ζωής των *N. includens* και *N. bisignatus*

Οι πληθυσμιακοί παράμετροι των *N. includens* και *N. bisignatus* παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Στους Πίνακες 5 και 6 παρουσιάζονται περιληπτικά οι πίνακες ζωής και στον Πίνακα 7 η σταθερή κατανομή ηλικιών των δύο αρπακτικών.

Ο μέγιστος καθαρός ρυθμός αναπαραγωγής ( $R_0$ ) για το *N. includens* καταγράφηκε στους 25°C (60,7 θηλυκά/θηλυκό) ενώ ο μέγιστος ενδογενής ρυθμός αύξησης ( $r_m$ ) καταγράφηκε στους 30°C (0,086 θηλυκά/θηλυκό/ημέρα). Για το *N. bisignatus* οι αντίστοιχες μέγιστες τιμές καταγράφηκαν στους 25°C ( $R_0= 31,3$  θηλυκά/θηλυκό και  $r_m= 0,060$  θηλυκά/θηλυκό/ημέρα).

Η μέγιστη τιμή της αναπαραγωγικής αξίας ( $V_x$ ) για το *N. includens* παρατηρήθηκε στους 25°C (26,8 θήλεα/θήλυ) και αντιστοιχεί σε θήλεα ηλικίας επτά ημερών με προσδοκώμενη διάρκεια ζωής ( $E_x$ ) 55 ημέρες. Η αναπαραγωγική αξία διατηρεί υψηλή τιμή (>15 θήλεα/θήλυ) έως και την 25<sup>η</sup> ημέρα ζωής των θηλέων σε αυτή τη θερμοκρασία.

Για το *N. bisignatus* η μέγιστη τιμή της αναπαραγωγικής αξίας παρατηρήθηκε επίσης στους 25°C (17,5 θήλεα/θήλυ) και αντιστοιχεί σε θήλεα ηλικίας δώδεκα ημερών με προσδοκώμενη διάρκεια ζωής 59 ημέρες. Η  $V_x$  διατηρεί τιμή πάνω 15 θήλεα/θήλυ έως και την 20<sup>η</sup> ημέρα ζωής των θηλέων του *N. bisignatus* σε αυτή τη θερμοκρασία.

**Πίνακας 4.** Πληθυσμιακοί παράμετροι των *Nephus includens* και *Nephus bisignatus*.

	Θερμο- κρασία	καθαρός ρυθμός αναπαρα- γωγής	ενδογενής ρυθμός αύξησης ( $r_m$ )	μέση διάρκεια γενεάς		χρόνος διπλασια- σμού	πεπερα- σμένος ρυθμός αύξησης
		$R_0 = \sum (l_x \cdot m_x)$	$\sum (e^{r_m \cdot x} \cdot l_x \cdot m_x) = 1$	$T_c = \frac{\sum (x \cdot l_x \cdot m_x)}{R_0}$	$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$	$DT = \frac{\ln 2}{r_m}$	$\lambda = e^{r_m}$
<i>N. includens</i>	15 °C	8,0	0,014	153,1	149,3	49,7	1,014
	20 °C	32,2	0,041	90,3	84,6	16,9	1,042
	25 °C	60,7	0,083	56,4	49,4	8,3	1,087
	30 °C	32,6	0,086	47,9	40,4	8,0	1,090
	32,5 °C	20,7	0,077	45,1	39,0	9,0	1,085
	35 °C	2,6	0,024	40,6	39,7	29,3	1,024
<i>N. bisignatus</i>	15 °C	13,9	0,017	157,2	151,8	40,0	1,017
	20 °C	26,4	0,035	106,8	94,7	20,07	1,035
	25 °C	31,3	0,060	66,0	57,1	11,49	1,062
	30 °C	15,2	0,051	62,0	53,3	13,58	1,052
	32,5 °C	3,6	0,024	55,0	52,7	28,31	1,025

**Πίνακας 5.** Περίληψη του πίνακα ζωής του *Nephus includens* (οι αριθμοί με πλάγια γραφή αντιπροσωπεύουν τα ατελή στάδια)

Θερμο- κρασία	Ημέρα παρατή- ρησης	Επιβίωση (I <sub>x</sub> )	Ειδική κατά ηλικία γονιμότητα (άθροισμα) (m <sub>x</sub> ) (θήλεα/θήλυ)	Αναπαρα- γωγική αξία (V <sub>x</sub> ) (θήλεα/θήλυ)	Προσδο- κώμενη διάρκεια ζωής (E <sub>x</sub> ) (ημέρες)
15 °C	1	1,00	0,0	1,0	91,0
	30	0,75	0,0	2,0	84,1
	60	0,43	0,0	5,4	109,1
	90	0,38	0,0	9,4	94,7
	120	0,35	0,5	15,0	72,0
	150	0,28	14,3	9,4	56,4
	180	0,21	9,3	4,4	38,6
	210	0,11	5,4	2,6	31,5
	240	0,07	3,2	0,3	12,5
	266	0,01	0,6	0,0	1,0
20 °C	1	1,00	0,0	1,0	92,8
	20	0,84	0,0	2,7	88,9
	40	0,71	0,0	7,3	84,0
	60	0,66	0,8	17,3	70,2
	80	0,61	17,5	20,3	55,8
	100	0,53	23,0	9,4	42,7
	120	0,45	10,6	4,3	28,1
	140	0,32	5,0	1,8	16,0
	160	0,08	3,2	0,5	9,8
	173	0,03	0,7	0,0	1,0
25 °C	1	1,00	0,0	1,1	68,6
	15	0,80	0,0	4,3	70,4
	30	0,71	0,0	17,0	61,6
	45	0,71	25,3	23,1	46,6
	60	0,71	31,1	13,7	31,6
	75	0,60	18,2	7,1	20,8
	90	0,51	10,1	2,9	20,0
	105	0,34	4,5	0,7	10,3
		120	0,06	1,1	0,0
30 °C	1	1,00	0,0	1,1	53,2
	15	0,73	0,0	5,0	58,2
	30	0,63	5,6	16,2	50,6
	45	0,58	24,0	11,2	40,5
	60	0,53	16,0	5,2	27,9
	75	0,40	8,0	3,8	21,2
	90	0,33	6,0	1,6	9,1
		105	0,05	3,5	0,3
32,5 °C	1	1,00	0,0	1,1	39,4
	13	0,63	0,0	4,3	47,9
	26	0,54	1,8	12,1	41,9
	39	0,48	15,6	11,6	33,8
	52	0,39	15,2	7,0	26,0
	65	0,33	9,5	4,1	16,9
	78	0,22	5,5	2,1	8,8
		91	0,04	3,8	0,7
35 °C	1	1,00	0,0	1,0	16,6
	10	0,44	0,0	2,9	21,5
	20	0,25	0,0	6,3	24,4
	30	0,17	1,6	10,9	25,0
	40	0,14	7,1	7,5	18,7
	50	0,12	2,8	6,3	11,8
	60	0,08	2,9	1,1	5,3
		70	0,01	1,8	0,2

**Πίνακας 6.** Περίληψη του πίνακα ζωής του *Nephus bisignatus* (οι αριθμοί με πλάγια γραφή αντιπροσωπεύουν τα στελή στάδια)

Θερμοκρασία	Ημέρα παρατήρησης	Επιβίωση (I <sub>x</sub> )	Ειδική κατά ηλικία γονιμότητα (άθροισμα) (m <sub>x</sub> ) (θήλεα/θήλυ)	Αναπαραγωγική αξία (V <sub>x</sub> ) (θήλεα/θήλυ)	Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής (E <sub>x</sub> ) (days)
15 °C	1	1,00	0,0	1,0	104,3
	30	0,78	0,0	2,2	97,8
	60	0,48	0,0	5,9	123,0
	90	0,41	0,0	11,5	113,3
	120	0,40	1,6	18,8	85,6
	150	0,33	16,8	15,0	69,0
	180	0,27	16,0	7,2	52,8
	210	0,17	8,4	2,9	45,0
	240	0,11	3,1	0,9	29,2
	270	0,06	1,2	0,2	8,0
20 °C	1	1,00	0,0	1,0	96,0
	20	0,78	0,0	2,6	100,2
	40	0,66	0,0	6,0	97,2
	60	0,61	0,2	12,9	84,4
	80	0,59	10,0	14,2	69,1
	100	0,51	12,3	12,2	55,6
	120	0,49	10,0	9,5	37,6
	140	0,46	8,9	5,7	22,0
	160	0,34	6,9	3,3	27,6
	180	0,20	5,3	0,8	10,8
	200	0,05	1,1	0,0	3,8
25 °C	1	1,00	0,0	1,1	67,0
	15	0,76	0,0	3,3	72,9
	30	0,66	0,0	9,3	68,0
	45	0,61	7,3	17,4	58,3
	60	0,59	18,6	11,3	45,6
	75	0,49	12,7	8,5	37,9
	90	0,39	10,3	6,1	30,2
	105	0,32	7,3	4,0	20,3
	120	0,22	5,6	1,5	12,2
	135	0,10	1,9	0,1	3,8
30 °C	1	1,00	0,0	1,1	48,8
	15	0,64	0,0	3,4	57,6
	30	0,47	0,2	9,8	61,1
	45	0,43	8,4	10,5	50,2
	60	0,42	9,6	7,7	37,1
	75	0,36	7,5	6,5	26,8
	90	0,28	7,1	4,8	16,7
	105	0,19	6,5	1,4	7,4
32,5 °C	1	1,00	0,0	1,0	26,8
	13	0,49	0,0	2,8	33,7
	26	0,32	0,0	6,0	36,9
	39	0,25	1,9	8,9	32,4
	52	0,21	6,0	6,6	26,4
	65	0,14	5,7	5,1	23,1
	78	0,12	4,4	2,8	12,9
	91	0,05	3,2	1,0	7,3

**Πίνακας 7.** Σταθερή κατανομή ηλικιών (%) των *Nephus includens* και *Nephus bisignatus*.

Στάδιο ανάπτυξης		15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	32,5 °C	35 °C
<i>N. includens</i>	<b>Ωά</b>	53,1	48,6	58,0	42,3	42,5	44,3
	<b>Προνύμφες</b>	28,4	33,4	29,2	38,3	35,7	30,9
	<b>Νύμφες</b>	7,2	7,7	6,4	7,5	6,5	6,3
	<b>Ακμαία &lt;30 ημ</b>	5,4	7,8	6,0	11,2	14,3	16,3
	<b>Ακμαία &gt;30 ημ</b>	5,9	2,5	0,4	0,7	1,0	2,2
<i>N. bisignatus</i>	<b>Ωά</b>	55,5	47,5	49,8	42,2	43,4	
	<b>Προνύμφες</b>	28,4	31,8	32,9	34,4	31,0	
	<b>Νύμφες</b>	05,9	7,2	7,1	6,2	6,1	
	<b>Ακμαία &lt;30 ημ</b>	4,9	9,2	8,8	14,3	15,1	
	<b>Ακμαία &gt;30 ημ</b>	5,3	4,3	1,4	2,9	4,3	

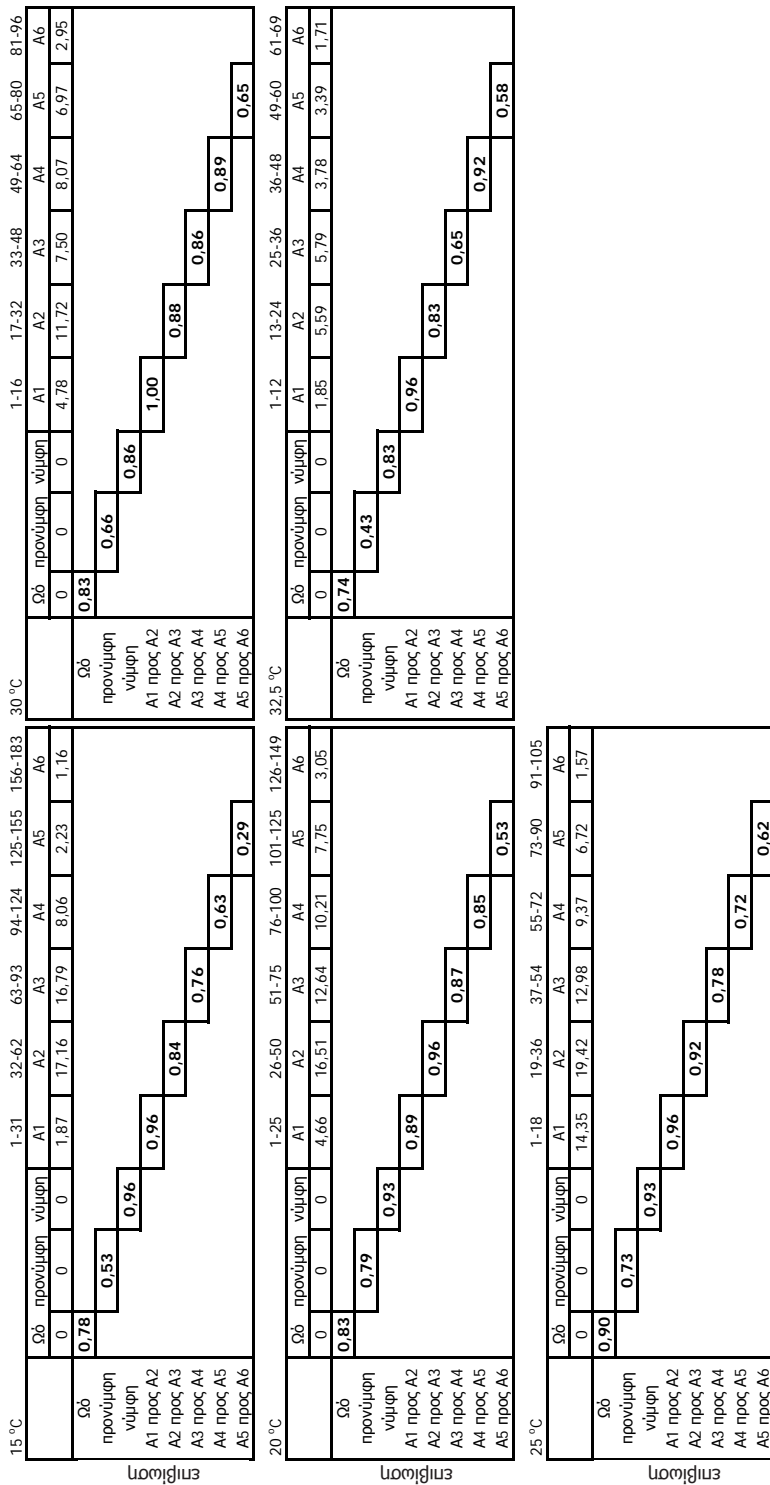
### Υπολογισμός των πινάκων Leslie των *N. includens* και *N. bisignatus*

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι περιλήψεις των πινάκων Leslie για τα δύο αρπακτικά. Η γονιμότητα στην πρώτη γραμμή του πίνακα δίνεται υπό τη μορφή της ειδικής κατά ηλικία γονιμότητας ( $m_x$ ). Στην υποδιαγώνιο παρουσιάζεται η πιθανότητα επιβίωσης από την μια ηλικία στην επόμενη (ενώ στον πίνακα ζωής παρουσιάζεται το ποσοστό των εν ζωή ατόμων σε κάθε ηλικία). Οι πίνακες Leslie μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για να υπολογιστούν η σταθερή κατανομή ηλικιών και ο πεπερασμένος ρυθμός αύξησης. Στους 25°C οι πεπερασμένοι ρυθμοί αύξησης υπολογίστηκαν για τα *N. includens* και *N. bisignatus*:  $\lambda_{Ni}= 1,085$  και  $\lambda_{Nb}=1,061$  που αντιστοιχούν σε ενδογενείς ρυθμούς αύξησης  $r_{Ni}=0,082$  και  $r_{Nb}=0,059$ .

**Πίνακας 8.** Περιλήψεις των πινάκων Leslie των *Nephus includens* και *Nephus bisignatus*.  
*Nephus includens*:

15 °C	1-28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	30 °C	1-14	15-28	29-42	43-56	57-70	71-88
	A1	A2	A3	A4	A5	A6		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Σδ	0	0	0	0,65	13,92	8,48	5,13	4,02	1,03	0	0	0	0
0,75							0,90						
0,50							0,78						
0,93							0,89						
1,00							0,96						
0,80							0,92						
0,80							0,86						
0,56							0,79						
0,56							0,87						
0,85							0,68						
0,93							0,93						
0,96							0,89						
0,92							0,88						
0,86							0,81						
0,68							0,76						
0,62							0,54						
0,87							0,69						
0,79							0,37						
0,96							0,79						
1,00							0,84						
1,00							0,86						
0,88							0,89						
0,82							0,69						
0,83							0,73						

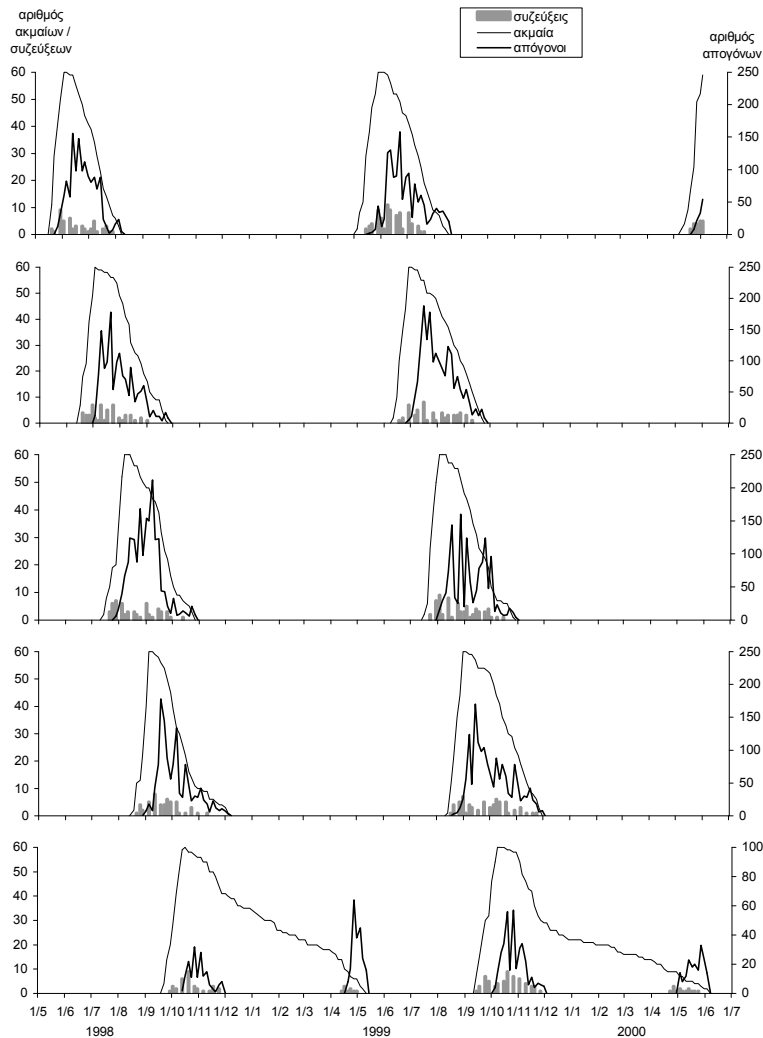
*Nephus bisignatus*:



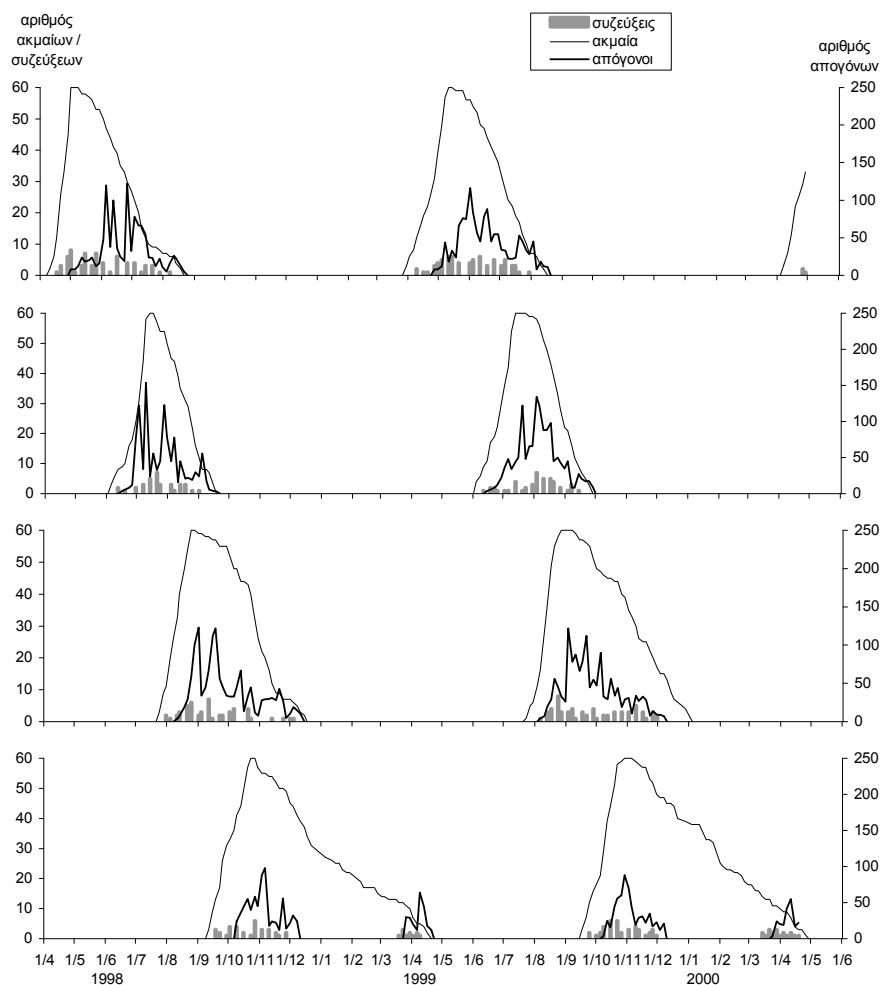


### Αναπαραγωγική δραστηριότητα σε συνθήκες υπαίθρου

Η αναπαραγωγική δραστηριότητα και των δύο εντόμων σε συνθήκες υπαίθρου ήταν συνεχής καθ' όλη τη θερμή περίοδο του έτους (Απρίλιο-Νοέμβριο) (Εικόνες 7 και 8). Ο καταγεγραμμένος αριθμός των συζεύξεων και των απογόνων αποτελεί απλώς ένδειξη της αναπαραγωγικής δραστηριότητας κάθε γενεάς και δε αντιπροσωπεύει τον αριθμό των συζεύξεων που επιτελέστηκαν συνολικά.



**Εικόνα 8.** Αναπαραγωγική δραστηριότητα του *Nephus includens* κατά την εκτροφή του στο υπαίθρο (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Κηφισιά) τη χρονική περίοδο Απριλίου 1998 - Ιουνίου 2000.



**Εικόνα 9.** Αναπαραγωγική δραστηριότητα του *Nephus bisignatus* κατά την εκτροφή του στο ύπαιθρο (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Κηφισιά) την χρονική περίοδο Απριλίου 1998 – Ιουνίου 2000.

## Συζήτηση

Κατά τη μελέτη της γονιμότητας των δύο αρπακτικών παρατηρήθηκε ότι το *N. includens* εμφανίζει μεγαλύτερη γονιμότητα από το *N. bisignatus* σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός των 15°C. Επίσης οι τιμές των  $R_0$ ,  $r_m$  και  $\lambda$  για το *N. includens* είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες για το *N. bisignatus* σε όλες τις θερμοκρασίες εκτός από τους 25°C. Η μέγιστη γονιμότητα και για τα δύο αρπακτικά καταμετρήθηκε στους 25°C (162,8 ωά/θηλυκό για το *N. includens* και 96,9 ωά/θηλυκό για το *N. bisignatus*). Επίσης και για τα δύο έντομα σε όλες τις θερμοκρασίες παρατηρείται ότι

όταν τα θηλυκά έχουν συμπληρώσει το 40% της ζωής τους έχουν αποθέσει πάνω από το 60% των ωών τους.

Συγκριτικά με τα αρπακτικά Coccinellidae *Cryptolaemus montrouzieri* και *Nephus reunioni*, που θεωρούνται αποτελεσματικοί θηρευτές του *Planococcus citri*, τα *N. includens* και *N. bisignatus* παρουσιάζουν χαμηλότερη γονιμότητα. Συγκεκριμένα αναφέρεται για το *C. montrouzieri* γονιμότητα 302,9 ωά/θηλυκό στους 30°C (Babu and Azam, 1988) και για το *N. reunioni* 177,1 ωά/θηλυκό στους 24-25°C (Izhevsky and Orlinsky, 1988). Τα αρπακτικά όμως αυτά δεν κατορθώνουν να διαχειριστούν στις συνθήκες της χώρας μας.

Όσον αφορά στην αναλογία φύλου (♀♀:♂♂) αυτή κυμάνθηκε για το *N. includens* από 1,2:1 έως 2,1:1 και για το *N. bisignatus* από 1,1:1 έως 1,8:1 και διαπιστώθηκε ότι και για τα δύο έντομα η αναλογία των θηλέων στο σύνολο του πληθυσμού αυξάνεται κοντά στις ακραίες για την επιβίωση τους θερμοκρασίες. Το ίδιο παρατηρήθηκε και κατά τη μελέτη του *N. reunioni* από τους Izhevsky και Orlinsky (1988). Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για την επιβίωση των εντόμων αυτών στις ακραίες θερμοκρασίες.

Ιδιαίτερη σημασία για έντομα που χρησιμοποιούνται σε εξαπολύσεις έχει η αναπαραγωγική αξία ( $V_x$ ) και η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής ( $E_x$ ). Συνήθως η εξαπόλυση ενός ωφελίμου οργανισμού σε ένα πρόγραμμα κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης γίνεται όταν η αναπαραγωγική αξία έχει τη μέγιστη τιμή της, ούτως ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή εγκατάσταση του. Όταν όμως η εξαπόλυση γίνεται στο τέλος της θερμής περιόδου του έτους, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής του ωφελίμου στις θερμοκρασίες του χειμώνα, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η επιβίωσή του έως την επόμενη άνοιξη. Επίσης σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης πληθυσμών που το ζητούμενο είναι η γρήγορη θηρεύση του εχθρού πρέπει συνεκτιμώνται πληροφορίες από την αδηφαγία του ωφελίμου.

Οι τιμές του ενδογενούς ρυθμού αύξησης ( $r_m$ ) δείχνουν ότι η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών βρίσκεται κοντά στους 30°C για το *N. includens* και κοντά στους 25°C για το *N. bisignatus*. Όταν όμως έχουμε τεχνητή εκτροφή των αρπακτικών στο εντομοτροφείο αποφεύγουμε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 25°C γιατί σε αυτές καταστρέφεται γρήγορα το φυτικό υλικό (κολοκύθια, φύτρα πατάτας, καρποί εσπεριδοειδών) πάνω στο οποίο εκτρέφεται ο ψευδοκόκκος. Οι τιμές του χρόνου διπλασιασμού του πληθυσμού (8-9 ημέρες, σε θερμοκρασίες 25-32,5°C, για το *N. includens* και 11-14 ημέρες, σε θερμοκρασίες 25-30°C, για το *N. bisignatus*) επίσης δείχνουν την ικανότητα των δύο εντόμων να αναπτύσσονται πολύ γρήγορα μεγάλους πληθυσμούς στις θερμοκρασίες αυτές.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι η αναπαραγωγική δραστηριότητα και των δύο εντόμων σε συνθήκες υπαίθρου ήταν συνεχής καθ' όλη τη θερμή περίοδο του έτους (Απρίλιο-Νοέμβριο) και δεν υπήρχαν ενδείξεις ότι τα έντομα διαπαύουν.

Τέλος η περιγραφή της γονιμότητας με τις μαθηματικές εξισώσεις Αναλυτή και Enkegaard και της επιβίωσης των θηλέων με την εξίσωση της κατανομής Weibull εκτός από ικανοποιητική περιγραφή και πρόβλεψη δίνει τη δυνατότητα να συγκριθούν τα δεδομένα της παρούσας μελέτης με άλλα τα οποία μπορεί να παρουσιάζουν ίδιο ή παρόμοιο μέσο όρο αλλά να διαφέρουν σημαντικά στην χρονική κατανομή (Tingle & Copland, 1989).

## Βιβλιογραφία

- Analytis, S., 1977.** Über die Relation zwischen biologischer Entwicklung und Temperatur bei phytopathogenen Pilzen. *Phytopathologische Zeitschrift*, 90: 64-76.
- Αναλυτής, Σ., 1979.** Μελέτη σχέσεων θερμοκρασίας και αναπτύξεως στους φυτοπαθογόνους μύκητες: ένα μαθηματικό υπόδειγμα. *Γεωργική Έρευνα*, 3: 5-30.
- Analytis, S., 1980.** Obtaining of sub-models for modeling the entire life cycle of a pathogen. [Über die Erlangung von Sub-Modellen, die zur Beschreibung eines gesamten Lebenszyklus eines Krankheitserregers dienen]. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 87(7): 371-382.
- Αναλυτής, Σ., 1981.** Σχέσεις θερμοκρασίας – διάρκειας χρόνων αναπτύξεως στους φυτοπαθογόνους μύκητες και στους εχθρούς των φυτών: ένα μαθηματικό υπόδειγμα. *Γεωργική Έρευνα*, 5: 133-159.
- Αργυρίου, Λ.Χ., 1968.** Συμβολή στη Βιολογική Καταπολέμηση των κοκκοειδών των εσπεριδοειδών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διδακτορική Διατριβή, 103 σελ.
- Αργυρίου, Λ.Χ., Σταυράκη, Ε.Γ. και Μουρικής, Π.Α. 1976.** Κατάλογος των σημειωθέντων εντομοφάγων εντόμων της Ελλάδος. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, 73 σελ.
- Babu, T.R. and Azam, K.M., 1987.** Biology of *Cryptolaemus montruzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) in relation with temperature. *Entomophaga*, 32(4): 381-386.
- Birch, L.C., 1948.** The instrictic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Bodenheimer, F.S., 1951.** *Citrus Entomology in the Middle East*. Uitgeverij Dr. W. Junk Publishers, Graveenhage, The Hague, 663p.
- Chazeau, J., Bouyé, E. & Bonnet De Larbogne, L., 1991.** Cycle de développement et table de vie d' *Olla v-nigrum* (Coleoptera, Coccinellidae) ennemi naturel d' *Heteropsylla cubana* (Homoptera, Psyllidae) introduit en nouvelle Calédonie. *Entomophaga*, 31(2): 275-285.
- Deevey, E.S. 1947.** Life Tables for natural populations of animals. *Quarterly Review of Biology*, 22: 283-314.
- Enkegaard, A., 1993.** The poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae), biological and demographic parameters on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in relation to temperature. *Bulletin of Entomological Research*, 83: 535-546.
- Izhevsky, S.S. and Orlinsky, A.D., 1988.** Life history of the imported *Scymnus* (*Nephus*) *reunioni* [Col.: Coccinellidae] predator of mealbugs. *Entomophaga*, 33 (1): 101-114.
- Kairo and Murphy, 1995.** The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in innoculative releases against *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119: 487-491.
- Καρανδεινός, Μ.Γ., 1991.** Εισαγωγή στην πληθυσμιακή οικολογία, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, 221 σελ.

- Κοντοδήμας, Δ.Χ., 1997.** Πρώτη καταγραφή του αρπακτικού εντόμου *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) στην Ελλάδα. *Χρονικά Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου*, (Ν.Σ.) 18: 67-69.
- Κοντοδήμας, Δ. Χ. και Σταθάς, Γ.Ι., 1997.** Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη του αρπακτικού εντόμου *Nephus includens* (Kirsch) (Coleoptera: Coccinellidae). 7<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Καβάλα, 21-24 Οκτωβρίου 1997, *Περίληψεις Πρακτικών*.
- Κοντοδήμας, Δ. Χ. και Σταθάς, Γ.Ι., 1999.** Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη του εντόμου *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae). 8<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Χαλκίδα, 2-5 Νοεμβρίου 1999, *Περίληψεις Πρακτικών*.
- Κοντοδήμας, Δ. Χ. , 2003.** Διερεύνηση προσαρμογής μαθηματικών εξισώσεων κατά τη μελέτη της βιοοικολογίας των *Nephus includens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae). 10<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Ηράκλειο Κρήτης, 4-7 Νοεμβρίου 2003, *Περίληψεις Πρακτικών*.
- Liu, T.X., Stansly, P.A., Hoelmer, K.A. & Osborne, L.S., 1997.** Life History of *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) a Predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90 (6): 776-782.
- Lysyk, T.J., 1998.** Relationship Between Temperature and Life History Parameters of *Trichomalpsis sarcophagae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*, 27(2): 488-498.
- Lysyk, T.J., 2000.** Relationship Between Temperature and Life History Parameters of *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*, 29(3): 596-605.
- Lysyk, T.J., 2001.** Relationship Between Temperature and Life History Parameters of *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*, 30(1): 147-156.
- Perdikis, Ch.D. and Lykouressis, D.P., 2002.** Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 102: 261-272
- Pinder, L.E., Wiener, J.A. & Smith, M.H., 1978.** The Weibul distribution: a new method of summarizing survivorship data. *Ecology*, 59(1): 175-179.
- Pope, R.D. 1973.** The species of *Scymnus* (s.str.), *Scymnus (Pullus)* and *Nephus* (Col., Coccinellidae) occurring in the British Isles. *Entomologist's Monthly Magazine*, 109 (1304/6): 3-39.
- Savopoulou-Soultani, M., Milonas, P.G. and Skoulakis, G.E., 1997.** Development and life-fertility tables for *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) at constant temperatures. *Recent Research Developments in Entomology*, 1: 73-81.
- Southwood, T.R.E., 1966.** *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. Methuen & Co, London, UK, 391 p.
- Tingle, C.C.D. & Copland, M.J.W., 1989.** Progeny production and adult longevity of the mealbug parasitoids *Anagyrus pseudococci*, *Leptomastix dactylopii* and *Leptomastixidea abnormis* (Hym.: Encyrtidae) in relation to temperature. *Entomophaga*, 34(2): 11-120.

- Tranfaglia, A. and Viggiani, G., 1972.** Dati biologici sullo *Scymnus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri' Portici*, 30: 9-18.
- Wang, J.J., Tsai, J.H., Zhao, Z.M. and Li, L.S., 2000.** Development and Reproduction of the Psocid *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae) as a Function of Temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(2): 261-270.
- Wang, K. and Shipp, J.L., 2001.** Simulation Model for Population Dynamics of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumber. *Environmental Entomology*, 30(6): 1073-1081.