

ΑΥΞΗΣΗ & ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΤΟ ΚΟΙΝΟ ΧΤΑΠΟΔΙ *OCTOPUS VULGARIS*: ΜΙΑ ΠΟΛΥ-ΜΟΝΤΕΛΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Πέτζα Δ.¹, Κατσανεβάκης Σ.², Βερροϊόπουλος Γ.¹

¹Τομέας Ζωολογίας -Θαλάσσιας Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστήμιο Αθηνών, dpetza@biol.uoa.gr

²Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, stelios@katsanevakis.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η ενδεχόμενη επίδραση της σωματικής μάζας (m), του σταδίου ωριμότητας (ms), του τύπου της τροφής (ft), της περιεκτικότητας της τροφής σε πρωτεΐνη (p) και ολικά λίπη (li) και του λόγου πρωτεΐνες / ενέργεια της τροφής (pe) στον Ειδικό Ρυθμό Αύξησης (SGR , % ημέρα⁻¹), στην Εκμετάλλευση της τροφής (FE , %), στην Αποδοτικότητα Αφομοίωσης της Τροφής (AE , %) και στην Κατακράτηση των Πρωτεϊνών (PRE , %) στο κοινό χταπόδι. Χορηγήθηκαν έξι τύποι τροφής: καλαμάρι, σαρδέλα, μπακαλιάρος, μύδι, γαρίδα και τεχνητή σε κορεσμό. Οι SGR , FE , AE και PRE αναλύθηκαν με Γενικά Γραμμικά Μοντέλα, χρησιμοποιώντας τα ms και ft ως πιθανές κατηγορικές μεταβλητές πρόβλεψης και τα m , p , li και pe ως πιθανές συνεχείς μεταβλητές πρόβλεψης. Η επιλογή μοντέλου βασίστηκε στη διορθωμένη για μικρό δείγμα μορφή του Κριτηρίου του Akaike. Το καλύτερο μοντέλο για τον SGR ήταν αυτό με τις m και ft ως ερμηνευτικές μεταβλητές, για τον FE και το PRE αυτό με το ft ως τη μοναδική ερμηνευτική μεταβλητή. Για τον AE τέσσερα μοντέλα είχαν ουσιαστική στήριξη από τα δεδομένα μεταξύ των οποίων και το μηδενικό μοντέλο.

Λέξεις κλειδιά: σωματική μάζα, τύπος τροφής, πρωτεΐνες /ενέργεια, λίπη, Κριτήριο του Akaike.

GROWTH AND FEED EFFICIENCY OF COMMON OCTOPUS *OCTOPUS VULGARIS*: A MULTI-MODEL APPROACH

Petza D.¹, Katsanevakis S.², Verriopoulos G.¹

¹Department of Zoology-Marine Biology, School of Biology, University of Athens, dpetza@biol.uoa.gr

²Institute of Marine Biological Resources, Hellenic Centre for Marine Research, stelios@katsanevakis.com

Abstract

In the present study, the potential effect of body mass (m), maturity stage (ms), food type (ft), food protein (p) and lipid (li) content and food proteins/energy ratio (pe) on Specific Growth Rate (SGR , % day⁻¹), Feed Efficiency (FE , %), Assimilation Efficiency (AE , %) and Protein Retention Efficiency (PRE , %) was examined in common octopus. Six types of diets (i.e. food types) were provided *ad libitum*: squid, sardine, cod, mussel, shrimp and artificial. Estimated SGR , FE , AE and PRE were modelled with General Linear Models, using ft and ms as potential factor predictor variables, and m , p , li and pe as potential continuous predictor variables. Model selection was based on the small-sample, bias-corrected form of Akaike's Information Criterion. The best model for SGR was the one with m and ft as predictor variables, for FE and PRE the one with ft as a single predictor. For AE four models had substantial support by the data, null model included.

Keywords: body mass, food type, proteins/energy, lipids, Akaike's Information Criterion.

1. Εισαγωγή

Το κοινό χταπόδι *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797) είναι αρκετά συνηθισμένο στους ελληνικούς βυθούς και αποτελεί ένα από τα πιο μελετημένα Κεφαλόποδα. Εκτενείς μελέτες έχουν διενεργηθεί για την οικολογία (Katsanevakis & Verriopoulos, 2005), τη βιολογία, τη φυσιολογία (O'Dor *et al.*, 1983), τη συμπεριφορά, το μεταβολισμό (Petza *et al.*, 2006), τη διατροφή (Lee, 1994) και την αύξηση (Semmens *et al.*, 2004) του είδους. Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την επίτευξη της εντατικής του εκτροφής (Vaz-Pires *et al.*, 2004).

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η ενδεχόμενη επίδραση της σωματικής μάζας (m), του

σταδίου ωριμότητας (ms), του τύπου της τροφής (ft), της περιεκτικότητας της τροφής σε πρωτεΐνη (p) και ολικά λίπη (li) και του λόγου πρωτεΐνες/ενέργεια (pe) στον Ειδικό Ρυθμό Αύξησης (SGR , % ημέρα⁻¹), στην Εκμετάλλευση της τροφής (FE , %), στην Αποδοτικότητα Αφομοίωσης της τροφής (AE , %) και στην Κατακράτηση των Πρωτεϊνών (PRE , %).

2. Υλικά και Μέθοδοι

Άτομα *O. vulgaris* ($m=89-1153g$) συλλέχθηκαν από το Σαρωνικό Κόλπο. Μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, τοποθετήθηκαν σε ατομικά ενυδρεία, συνδεδεμένα με Κλειστό Κύκλωμα Ανακύκλωσης νερού και υποβλήθηκαν σε εγκλιματισμό για ένα μήνα. Οι πειραματικές συνθήκες ήταν: μέση θερμοκρασία 20.0° C, μέση αλατότητα 38.5psu, pH 7.8-8.1, φωτοπερίοδος 12hφως-12hσκοτάδι.

Τα ζώα χωρίστηκαν σε έξι ομάδες των πέντε ατόμων και σε κάθε μία χορηγήθηκε διαφορετικός τύπος νωπής τροφής σε κορεσμό, ήτοι: γαρίδα (*Parapenaeus longirostris*), καλαμάρι (*Loligo vulgaris*), μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius*), μύδι (*Mytilus galloprovincialis*), σαρδέλα (*Sardina pilchardus*) και τεχνητή τροφή (πηκτώματα από ενυδατωμένα άλευρα καλαμαριού και διάλυμα αλγινικού νατρίου ως πηκτικό μέσο) για χρονικό διάστημα δέκα ημερών. Σε καθημερινή βάση συλλέγονταν τα υπολείμματα της τροφής και τα κόπρανα. Μετά τη λήξη του πειράματος τα ζώα θανατώθηκαν και έγινε προσδιορισμός του φύλου και του σταδίου ωριμότητας (Nigmatulin 1977).

Δείγματα από τους έξι τύπους τροφής, τη σάρκα και τα κόπρανα των πειραματόζωων υπέστησαν λυοφιλίωση και προσδιορίστηκε η υγρασία. Ακολούθησε ποσοτικός προσδιορισμός των πρωτεϊνών (Hach *et al.*, 1985) στις τροφές και τη σάρκα των χταποδιών, ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών λιπών (Folch *et al.*, 1975) στις τροφές και μέτρηση του ενεργειακού περιεχομένου των χταποδιών, τροφών και των κοπράνων με θερμιδόμετρο (IKA-C4000A).

Οι SGR , FE , AE και PRE υπολογίστηκαν από τις σχέσεις: $SGR=[\ln(m_t)-\ln(m_i)]*100*t^{-1}$, $FE=100*(m_f-m_i)*FI^{-1}$, $AE=100*(C-F)*F^{-1}$, $PRE=100*[(P_i*m_f)-(P_o*m_i)]*(P_f*FI)^{-1}$, όπου m_i και m_f η αρχική και τελική σωματική μάζα (σε g) αντίστοιχα, t ο χρόνος (σε ημέρες), FI η συνολική ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε (σε g), C το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής που καταναλώθηκε (σε J), F η ενέργεια που δεν αφομοιώθηκε και αποβλήθηκε με τα κόπρανα (σε J), P_o και P_i η αρχική και τελική περιεκτικότητα της σάρκας των χταποδιών σε πρωτεΐνη (σε % ξ.μ.) αντίστοιχα και P_f η περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη (σε% ξ.μ.). Ο λόγος πρωτεΐνες/ενέργεια (P/E , g/MJ) για κάθε τύπο τροφής εκτιμήθηκε από τη σχέση: $P/E=(\text{πρωτεΐνες \% του ν.μ.})/(\text{ενεργειακό περιεχόμενο})$.

Στη συνέχεια οι SGR , FE , AE και PRE αναλύθηκαν με Γενικά Γραμμικά Μοντέλα, χρησιμοποιώντας τα ft και ms ως πιθανές κατηγορικές ερμηνευτικές μεταβλητές και τα m , p , li και pe ως πιθανές συνεχείς ερμηνευτικές μεταβλητές. Η επιλογή μοντέλου βασίστηκε στη διορθωμένη για μικρό δείγμα μορφή του Κριτηρίου Akaike (AICc, Akaike's Information Criterion) (Akaike 1973).

3. Αποτελέσματα

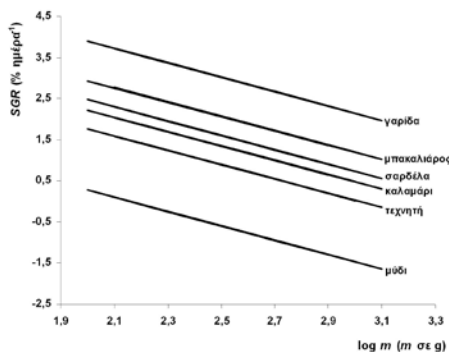
Η βιοχημική σύσταση των έξι τύπων τροφής που χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στον Πίνακα 1. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση των SGR , FE , AE και PRE με τα Γενικά Γραμμικά Μοντέλα και την εφαρμογή του AICc για την επιλογή μοντέλου, δίνονται στον Πίνακα 2. Το καλύτερο μοντέλο για το SGR ήταν αυτό με τα ft και m ως συμμεταβλητές, με τιμή των σταθμών του Akaike, w_i ίση με 83,4%. Οι εξισώσεις που περιγράφουν το μοντέλο για κάθε τύπο τροφής και η γραφική τους απεικόνιση δίνονται στην Εικόνα 1. Το καλύτερο μοντέλο για το FE , ήταν αυτό με το ft ως τη μοναδική συμμεταβλητή, με w_i 90,8% (Εικ. 2). Το καλύτερο μοντέλο για το PRE ήταν αυτό με το ft ως μοναδική συμμεταβλητή, με $w_i=91,7\%$ (Εικ. 3). Τα πειραματικά δεδομένα για το SGR , FE και PRE δε στήριζαν το μηδενικό μοντέλο (*null*), καθώς για το μοντέλο αυτό ο συντελεστής αλη-

θοφάνειας ήταν μηδενικός ($w_i=0.3\%$). Συνεπώς τα δεδομένα επαρκούν για την εξαγωγή ασφαλούς συμπεράσματος. Στην περίπτωση του *AE*, τέσσερα μοντέλα είχαν στήριξη από τα δεδομένα ($\Delta i < 2$), ήτοι: α) με το *li* ως μοναδική μεταβλητή πρόβλεψης ($w_i=21.8\%$), β) με το *m* ως μοναδική μεταβλητή πρόβλεψης ($w_i=17.3\%$), γ) με τα *li* και *m* ως μεταβλητές πρόβλεψης ($w_i=9.4\%$) και δ) το μηδενικό μοντέλο (*null*) με $w_i=26.9\%$. Σύμφωνα με τη Θεωρία της Πληροφορίας, όπως εκφράζεται από τη διορθωμένη για μικρό δείγμα τιμή του Κριτηρίου του Akaike, επειδή τα πειραματικά δεδομένα για το *AE* στήριζαν το μηδενικό μοντέλο ($\Delta i < 2$), το δείγμα είναι ανεπαρκές και συνεπώς απαιτούνται επιπλέον στοιχεία προκειμένου να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα για την παράμετρο αυτή.

Συνεπώς ο ρυθμός αύξησης μειώνεται με την αύξηση της σωματικής μάζας. Την υψηλότερη αύξηση σωματικής μάζας και εκμετάλλευση της τροφής παρουσίασαν τα χταπόδια που τράφηκαν με γαρίδα και τη χαμηλότερη αυτά που τράφηκαν με μύδι. Η κατακράτηση των πρωτεϊνών επηρεάζεται από τον τύπο της χορηγούμενης τροφής· συγκεκριμένα παρουσίασε μέγιστη τιμή όταν η τροφή ήταν γαρίδα ή σαρδέλα και ελάχιστη όταν ήταν μύδι. Το στάδιο ωρίμανσης, η περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη και ο λόγος πρωτεΐνη /ενέργεια ήταν παράγοντες που δεν επηρέασαν καμία από τις τέσσερις παραμέτρους που εξετάστηκαν.

Πίνακας 1: Βιοχημική σύσταση (σε % νοητής μάζας) και λόγος P/E (σε g πρωτεΐνης MJ⁻¹) των έξι τύπων τροφών που χορηγήθηκαν, υπό τη μορφή μέσων τιμών που προέκυψαν από τέσσερις επαναλήψεις ανά δείγμα.

	ΥΓΡΑΣΙΑ	ΤΕΦΡΑ	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ	ΛΙΠΗ	P/E
Γαρίδα	75,31	1,06	19,95	1,04	27,73
Καλαμάρι	77,03	1,96	17,29	1,96	38,80
Μπακαλιάρος	79,16	1,14	18,42	0,84	35,71
Μύδι	80,31	3,06	10,95	1,43	20,77
Σαρδέλα	66,31	2,01	18,71	10,94	32,12
Τεχνητή	79,70	1,80	15,19	1,42	33,10



Εικ. 1: Μεταβολή του Ειδικού Ρυθμού Αύξησης SGR σε συνάρτηση με τη σωματική μάζα (*m*) και τον τύπο της τροφής (*fi*) για το *Octopus vulgaris*, με βάση το καλύτερο μοντέλο [$SGR \sim fi + m$]. Οι εξισώσεις πρόβλεψης για κάθε τύπο τροφής είναι: $SGR = a - 1,74 * \log(m)$, όπου *a* ισούται με 7,37 για τη γαρίδα, 6,42 για τον μπακαλιάρο, 5,95 για τη σαρδέλα, 5,70 για το καλαμάρι, 5,25 για την τεχνητή τροφή και 3,76 για το μύδι. (adj. R²=64,90%).

4. Συμπεράσματα - Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αναφορικά με τους Ρυθμούς Αύξησης και την Εκμετάλλευση της τροφής είναι προφανές ότι ο διαφορετικός βαθμός εκμετάλλευσης των έξι τύπων τροφής από τα χταπόδια, αντανακλάται ποιοτικά στην απόδοση της αύξησης της σωματικής τους

μάζας. Η θρεπτική αξία κάθε τύπου τροφής καθορίζεται αποκλειστικά από τις διαδικασίες πέψης και αφομοίωσης των συστατικών της, που διαθέτει ο οργανισμός που την καταναλώνει. Μία δίαιτα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά είναι πρακτικά άχρηστη σε έναν οργανισμό, ο οποίος δε διαθέτει τους κατάλληλους μηχανισμούς για να αφομοιώσει και να εκμεταλλευτεί ενεργειακά τα συστατικά αυτά, προς όφελος της αύξησής του (Lee, 1994).

Πίνακας 2: Τιμές του αθροίσματος τετραγώνων των υπολοίπων (RSS, Residual Sum of Squares), της διορθωμένης για μικρό δείγμα μορφής του Κριτηρίου Akaike (AIC_c), της διαφοράς των AIC_c (Δi) και των σταθμών του Akaike (wi) για κάθε ένα από τα υποψήφια μοντέλα για το SGR, το FE, το AE και το PRE.

MONTEAO	RSS	AICc	Δi	wi
SGR ~ m	38,411	18,49	13,17	0,1%
SGR ~ ms	17,270	13,10	7,78	1,7%
SGR ~ ft	14,664	9,18	3,86	12,1%
SGR ~ p	33,172	14,97	9,65	0,7%
SGR ~ li	37,590	17,97	12,65	0,1%
SGR ~ p	36,341	17,16	11,84	0,2%
SGR ~ ft + m	10,308	5,32	0,00	83,4%
SGR ~ p + m	31,085	16,31	11,00	0,3%
SGR ~ li + m	36,798	20,36	15,05	0,0%
SGR ~ pe+m	35,098	19,23	13,91	0,1%
SGR ~ ft + ms	7,586	34,76	29,44	0,0%
SGR ~ p + ms	15,661	15,36	10,04	0,6%
SGR ~ li + ms	17,270	17,70	12,38	0,2%
SGR ~ pe+ms	17,016	17,35	12,03	0,2%

MONTEAO	RSS	AICc	Δi	wi
FE ~ m	8006,280	141,87	16,50	0,0%
FE ~ ms	6180,190	150,12	24,75	0,0%
FE ~ ft	2107,120	125,37	0,00	90,8%
FE ~ p	6357,350	136,57	11,20	0,3%
FE ~ li	7735,750	141,08	15,71	0,0%
FE ~ p	7271,710	139,66	14,29	0,1%
FE ~ ft + m	2099,610	130,11	4,74	8,5%
FE ~ p + m	6315,340	139,37	14,00	0,1%
FE ~ li + m	7573,060	143,55	18,18	0,0%
FE ~ pe+m	7163,820	142,27	16,90	0,0%
FE ~ ft + ms	1837,050	167,19	41,82	0,0%
FE ~ p + ms	4951,530	149,84	24,47	0,0%
FE ~ li + ms	6026,210	154,36	28,99	0,0%
FE ~ pe+ms	5697,110	153,07	27,70	0,0%

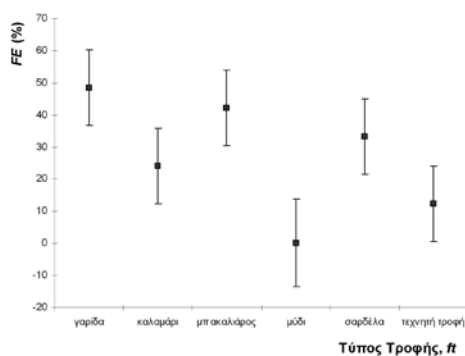
MONTEAO	RSS	AICc	Δi	wi
AE ~ m	54,419	26,85	0,88	17,3%
AE ~ ms	41,837	34,34	8,37	0,4%
AE ~ ft	40,870	33,78	7,80	0,5%
AE ~ p	58,497	28,58	2,61	7,3%
AE ~ li	53,387	26,39	0,42	21,8%
AE ~ p	58,248	28,48	2,51	7,7%
AE ~ ft + m	39,319	37,45	11,48	0,1%
AE ~ p + m	54,419	29,75	3,78	4,1%
AE ~ li + m	50,725	28,07	2,09	9,4%
AE ~ pe+m	54,168	29,64	3,67	4,3%
AE ~ ft + ms	27,259	65,46	39,48	0,0%
AE ~ p + ms	38,700	37,07	11,10	0,1%
AE ~ li + ms	41,631	38,82	12,85	0,0%
AE ~ pe+ms	40,570	38,20	12,23	0,1%

MONTEAO	RSS	AICc	Δi	wi
PRE ~ m	8093,030	142,12	17,82	0,0%
PRE ~ ms	6524,820	151,37	27,07	0,0%
PRE ~ ft	2010,820	124,30	0,00	91,7%
PRE ~ p	8133,890	142,23	17,94	0,0%
PRE ~ li	8041,000	141,97	17,67	0,0%
PRE ~ p	8224,230	142,49	18,19	0,0%
PRE ~ ft + m	2010,410	129,11	4,81	8,3%
PRE ~ p + m	7988,410	144,78	20,48	0,0%
PRE ~ li + m	7936,450	144,63	20,33	0,0%
PRE ~ pe+m	8068,080	145,01	20,71	0,0%
PRE ~ ft + ms	1861,610	167,50	43,20	0,0%
PRE ~ p + ms	6502,510	156,11	31,81	0,0%
PRE ~ li + ms	6050,830	154,45	30,16	0,0%
PRE ~ pe+ms	6379,320	155,67	31,37	0,0%

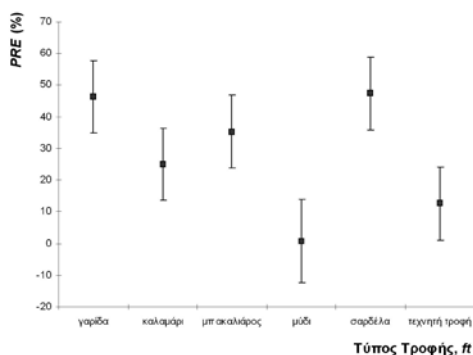
Η αρνητική συσχέτιση της σωματικής μάζας με την αύξηση αποτελεί συμπέρασμα στο οποίο έχουν καταλήξει και άλλοι ερευνητές, μελετώντας χταπόδια του ίδιου είδους, που εκτράφηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες στους 20°C και ταΐζονταν με γόπα και σαρδέλα (Garcia Garcia & Aguado Gimenez, 2002), με διάφορα είδη καβουριών και γόπα (Aguado Gimenez & Garcia Garcia, 2002) ή με καλαμάρι (Miliou *et al.*, 2005). Οι παραπάνω συγγραφείς απέδωσαν τις διαφορές του ρυθμού αύξησης και της εκμετάλλευσης της τροφής στο διαφορετικό λόγο P/E κάθε τύπου τροφής, επιχείρημα το οποίο δε στηρίζεται από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, αφού κανένα από τα μοντέλα που εξετάστηκαν, με μεταβλητή πρόβλεψης το λόγο P/E δεν είχε ουσιαστική στήριξη από τα δεδομένα. Η αύξηση του χταποδιού φαίνεται να εξαρτάται από ένα σύνολο διατροφικών παραμέτρων,

όπως η παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων, απαραίτητων συστατικών π.χ. αμινοξέων (Lee, 1994), λιπαρών οξέων (Navarro & Villanueva, 2000) και ιχνοστοιχείων (Garcia Garcia & Cerezo Valverde, 2006) στη χορηγούμενη τροφή, καθώς και η διατήρηση των φυσιολογικών διατροφικών συνθηκών (ανάγκη μεικτής διαίτας αντί για μονοδιάιτα) κατά την περίοδο της εκτροφής (Smale & Buchan, 1981) και δύσκολα ερμηνεύεται από μία μοναδική παράμετρο, όπως ο λόγος P/E.

Η υψηλή κατακράτηση των πρωτεϊνών στα χταπόδια που τράφηκαν με γαρίδα, σαρδέλα και μπακαλιάρο μεταφράστηκε σε υψηλούς ρυθμούς αύξησης, καθώς οι πρωτεΐνες της τροφής που παρέμειναν στον οργανισμό μετατράπηκαν σε δομικές και λειτουργικές πρωτεΐνες προς όφελος της αύξησης της σωματικής μάζας (Bendiksen *et al.*, 2003).



Εικ. 2: Μέσες τιμές του Συντελεστή Εκμετάλλευσης της τροφής FE και 95% όρια εμπιστοσύνης για το *Octopus vulgaris*, με βάση το καλύτερο μοντέλο [$FE \sim ft$]. ($adj. R^2=66,29\%$).



Εικ. 3: Μέσες τιμές του Συντελεστή Κατακράτησης των Πρωτεϊνών PRE και 95% όρια εμπιστοσύνης για το *Octopus vulgaris*, με βάση το καλύτερο μοντέλο [$PRE \sim ft$]. ($adj. R^2=68,48\%$).

5. Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους Δρ. Μ. Αλέξη και Δρ. Ι. Νέγκα από το Εργαστήριο Διατροφής του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιέργειών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. για την παραχώρηση του θερμοδομέτρου. Η εργασία υλοποιήθηκε στα πλαίσια του Υποέργου 99262 «Μαζική εκτροφή του κοινού χταποδιού *Octopus vulgaris*, με έμφαση στη χρήση τεχνητής τροφής» (Ε.Π.Α.Λ. Καινοτόμα Μέτρα -Μέτρο 4.6) με Φορέα Χρηματοδότησης το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων.

6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Aguado Gimenez, F. & Garcia Garcia B., 2002. Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Curvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet. *Aquaculture International*, 10: 361-377.
- Akaike, H., 1973. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. pp 267-281. In: Second international symposium on information theory, B.N. Petrov & F.Csaki (Eds), Budapest, Akademiai Kiado.
- Bendiksen, E.A., Berg, O.K., Jodbling, M., Arnesen, A.M. & Masoval, K., 2003. Digestibility, growth and nutrient utilization of Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) in relation to temperature, feed fat content and oil source. *Aquaculture*, 224: 283-299.
- Folch, J., Lees, N. & Sloane-Stanley, G.H., 1975. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.
- Garcia Garcia, B. & Aguado Gimenez, F., 2002. Influence of diet on growing and nutrient utilization in the common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture*, 211:173-184.
- Garcia Garcia, B. & Cerezo Valverde, J., 2006. Optimal proportions of crabs and fish in diet for common octopus (*Octopus vulgaris*) on-growing. *Aquaculture*, 253: 502-511.
- Hach, C.C., Brayton, S.V. & Kopelove, A.B., 1985. A powerful Kjeldahl Nitrogen method using peroxymonosulfuric acid. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 33: 1117-1123.
- Katsanevakis S. & Verriopoulos G., 2005. Seasonal population dynamics of *Octopus vulgaris* in the eastern Mediterranean. *Journal of Marine Science*, 63: 151-160.
- Lee, P.G., 1994. Nutrition of cephalopods: fuelling the system. *Marine Freshwater Behaviour Physiology*, 25:35-51.
- Miliou, H., Fintikaki, M., Kountouris, M. & Verriopoulos, G., 2005. Combined effects of temperature and body weight on growth and protein utilization of the common octopus, *Octopus vulgaris*. *Aquaculture*, 249: 245-256.
- Navarro, J.C. & Villanueva, R., 2000. Lipid and fatty acid composition of early stages of cephalopods: an approach of their lipid requirements. *Aquaculture*, 183: 161-177.
- Nigmatulin, C., 1977. Proisvodstvo i biologicheskih nabludeni v more i ikh obrabotka i oformleni. *Kalingrand*, 56-78.
- O'Dor, R.K., Mangold, K., Boucher-Rodoni, R., Wells, M.J. & Wells J., 1983. Nutrient absorption, storage and remobilization in *Octopus vulgaris*. *Marine Behaviour Physiology*, 11:239-258.
- Petza, D., Katsanevakis, S. & Verriopoulos, G., 2006. Experimental evaluation of the energy balance in *Octopus vulgaris*, fed ad libitum on a high-lipid diet. *Marine Biology*, 148: 827-832.
- Semmens, J.M., Pecl, G.T., Villanueva, R., Jouffre, D., Sobrino, I., Wood, J.B. & Rigby, P.R., 2004. Understanding octopus growth: patterns, variability and physiology. *Marine and Freshwater Research*, 55:367-377.
- Smale, M. & Buchan P., 1981. Biology of *Octopus vulgaris* off the East coast of South Africa. *Marine Biology*, 65: 1-12.
- Vaz-Pires, P., Seixas, P. & Barbosa, A., 2004. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review. *Aquaculture*, 238: 221-238.