ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΟΦΗ
ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Επικ. Καθηγητής
Λαμπρινή Τζιάντζιου, Ε.ΔΙ.Π.
Πιέρ Ψωφάκης, υποψ. διδάκτωρ

ΒΟΛΟΣ 2016

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ - ΞΗΡΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

Γενικά:

Ο προσδιορισμός της υγρασίας και της ξηρής ουσίας ενός ιστού ή μιας τροφής βασίζεται στην ξήρανση του δείγματος μέσω αεριζόμενου ισοθερμικού κλίβανου αποξήρανσης (φούρνου) σε μια συγκεκριμένη τιμή θερμοκρασίας και για μια συγκεκριμένη χρονική διάρκεια, μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους του δείγματος. Κατά την ξήρανση, το μηχανικά παγιδευμένο νερό (ελεύθερο νερό) εξατμίζεται, αφήνοντας εντός του δείγματος μόνο το χημικά δεσμευμένο νερό (νερό που βρίσκεται στις χημικές ενώσεις). Η απώλεια του βάρους, μετά την ξήρανση, εκφράζει την περιεκτικότητα του δείγματος σε υγρασία, ενώ αντίθετα το αποκτηθέν βάρος εκφράζει την ξηρή ουσία του δείγματος.

Ο προσδιορισμός της υγρασίας/ξηρής ουσίας ενός δείγματος με τη χρήση φούρνου στηρίζεται στις επίσημα αποδεκτές μεθόδους του Association of Official Analytical Chemists (AOAC), όπου η τιμή της θερμοκρασίας και η χρονική διάρκεια εξαρτώνται από τη φύση του εκάστοτε δείγματος. Μία από τις αποδεκτές μεθόδους για ξήρανση δειγμάτων ιχθυοτροφών είναι η ξήρανση στους 105 °C για 20 ώρες .

Υλικά και όργανα:

- μύλος για άλεση ή γουδί και πορσελάνινο δοχείο, δισκία ξήρανσης, αποξηραντήρας, ζυγός ακριβείας με προσέγγιση 1 mg, σπάτουλα ή κουτάλι ή λαβίδα

Διαδικασία:

1. Φτιάξτε ένα δισκίο από αλουμινόχαρτο στο οποίο θα τοποθετηθεί το δείγμα σας.
2. Ονοματήστε το δισκίο σας με ανεξίτηλο μαρκαδόρο.
3. Τοποθετείστε το δισκίο σε ζυγό και ζυγίστε το καθαρό βάρος κάθε δισκίου (Συμπληρώνοντας τον παρακάτω Πίνακα).
4. Έπειτα, μηδενίστε το ζυγό και τοποθετείστε μία ποσότητα δείγματος (τουλάχιστον 1 g και μικρότερο από 5 g) στο προζυγισμένο δισκίο. Συμπληρώστε τον Πίνακα με τη μέτρηση του καθαρού βάρους του δείγματος σας.
5. Τοποθετήστε τα δείγματα σε φούρνο στους 105 °C για 20 ώρες.
6. Μετά την ξήρανση, τα δείγματα αφήνονται να ψυχθούν επί 30-45 λεπτά εντός του αποξηραντήρα.
7. Διενεργείται συμπληρωματική ξήρανση 30 λεπτών μέσα στον φούρνο στους 130 °C, τα δείγματα αφήνονται εκ νέου να ψυχθούν και επαναζυγίζονται για την εξακρίβωση της απόκτησης σταθερού βάρους. Η διαφορά μεταξύ των δύο ζυγίσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,1 % της υγρασίας.
8. Στο επόμενο εργαστήριο θα γίνει η επαναζύγιση των αποξηραμέων δειγμάτων. Η απώλεια βάρους του δείγματος μετά την ξήρανση του αντιπροσωπεύει την

απωλεσθείσα υγρασία του. Η αναγωγή επί τοις εκατό του αρχικού δείγματος δίνει την εκατοστιαία περιεκτικότητα του δείγματος σε υγρασία. Αντιστοίχως, η Ξηρή Ουσία του δείγματος βρίσκεται από την αφαίρεση του ποσοστού της υγρασίας από το 100.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ – ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ

Όνομα Δισκίου	**Τύπος δείγματος**	**Α**	**Β**	**Γ**	**Δ**	**Ε**	**ΣΤ**	**Ζ**
		Βάρος κενού δισκίου (g)	Καθαρό Βάρος δείγματος (g)	Μικτό Βάρος μετά τη Ξήρανση (g)	Καθαρό Βάρος Ξηρού Δείγματος (g) (Γ-Α)	Υγρασία Δείγματος (g) (Β-Δ)	Υγρασία (%) (Ε × 100 / Β)	Ξηρή Ουσία (%) (100 – ΣΤ)

<u>Υπολογισμοί:</u>

$W_{\text{υγρασία δείγματος}}$ (g) = $W_{\text{αρχικού δείγματος}}$ - ($W_{\text{δείγματος μετά την ξήρανση}}$ - $W_{\text{απόβαρου}}$)

Υγρασία (%) = ($W_{\text{υγρασία δείγματος}}$ x 100) / $W_{\text{αρχικού δείγματος}}$

W= βάρος σε g

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

Γενικά:

Η μέθοδος επιτρέπει τον προσδιορισμό, μέσω αποτέφρωσης, της περιεκτικότητας ενός δείγματος σε ακατέργαστη τέφρα, η οποία αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος. Η μέθοδος προσδιορισμού της τέφρας ενός δείγματος βασίζεται στις επίσημες μεθόδους του Association of Official Agricultural Chemists (AOAC).

Υλικά και όργανα:

- Ζυγός ακριβείας με προσέγγιση 1 mg, χωνευτήρια πορσελάνης, συσκευή αποτέφρωσης, αποξηραντήρας.

Διαδικασία:

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται προζυγισμένα χωνευτήρια πορσελάνης, στα οποία τοποθετείται προζυγισμένη ποσότητα δείγματος (1 έως 3 g) και τοποθετούνται σε συσκευή αποτέφρωσης στους 600 °C για 3 ώρες. Μετά την αποτέφρωση, τα χωνευτήρια τοποθετούνται σε αποξηραντήρα μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους.

1. Αριθμούμε ένα χωνευτήριο πορσελάνης.
2. Ζυγίζουμε το χωνευτήριο, βάλτε την ένδειξη στο Πίνακα.
3. Τοποθετούμε 1 έως 3 g καθαρό βάρος δείγματος μέσα στο χωνευτήριο.
4. Τοποθετούμε το χωνευτήριο στη συσκευή αποτέφρωσης (600 °C για 3 ώρες).

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

Τύπος δείγματος	Αριθμός πορσελάνινου δισκίου	Α	Β	Γ	Δ	Ε
		Βάρος Δισκίου (g)	Καθαρό Βάρος δείγματος (g)	Μικτό Βάρος δισκίο + δείγμα Μετά την αποτέφρωση (g)	Καθαρό βάρος αποτεφρωμένου δείγματος (g) (Γ-Α)	Τέφρα (%) (Δ × 100 / Β)

Υπολογισμοί:

$$W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος}}\,(g) = W_{\text{μικτού αποτεφρωμένου δείγματος \& δισκίου (g)}} - W_{\text{δισκίου (g)}}$$

$$\text{Τέφρα}\,(\%) = (W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος (g)}} / W_{\text{αρχικού δείγματος (g)}}) \times 100$$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΔΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ

Γενικά:

Η θερμιδική αξία (ολική ενέργεια) είναι η ποσότητα θερμότητας (διακριτή από τη «θερμοκρασία») που εκλύεται από ένα δείγμα (π.χ. τροφίμου) κατά την πλήρη καύση του με τελικά προϊόντα καύσης τα CO_2 και H_2O. Η καύση γίνεται εντός κλειστού δοχείου («θερμιδόμετρο τύπου οβίδας») και η θερμότητα που εκλύεται θερμαίνει ένα εξωτερικό δοχείο εγνωσμένης θερμοκρασίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας του εξωτερικού δοχείου καταγράφεται με θερμόμετρο και μέσω αυτής υπολογίζεται το θερμιδικό περιεχόμενο του δείγματος που κάηκε.

Υλικά και όργανα:

Θερμιδόμετρο τύπου οβίδας, κυψελίδα τοποθέτησης δείγματος, ίνες βαμβακιού, ζυγός ακριβείας

Διαδικασία:

1. Ζυγίζουμε ποσότητα δείγματος (0,3-0,4 g) εντός της ειδικής κυψελίδας
2. Η κυψελίδα τοποθετείται στον υποδοχέα της οβίδας
3. Τοποθετείται ίνα βαμβακιού στο δείγμα ώστε να έχει επαφή τόσο με το δείγμα όσο και με τον υποδοχέα
4. Η οβίδα τοποθετείται εντός του θερμιδομέτρου και πληρώνεται με οξυγόνο.
5. Μετά την καύση καταγράφεται η ένδειξη της θερμιδικής αξίας του δείγματος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 4

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ)

Γενικά:

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών ενός δείγματος γίνεται μέσω του προσδιορισμού του σε ολικές αζωτούχες ενώσεις, μιας και οι πρωτεΐνες είναι οι πλουσιότερες σε άζωτο οργανικές ενώσεις μεταξύ των θρεπτικών συστατικών. Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε άζωτο γίνεται με τη μέθοδο Kjeldahl. Η μέθοδος αποτελείται από 3 διακριτά στάδια:

1) *Πέψη:*
Το δείγμα ανοργανοποιείται με θειικό οξύ παρουσία καταλύτη και υπό θέρμανση. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι:

Οργανικό N + H_2SO_4 → $(NH_4)_2SO_4$ + H_2O + CO_2 + λοιπά παραπροϊόντα

2) *Απόσταξη:*
Το όξινο διάλυμα καθίσταται αλκαλικό με προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου. Η αμμωνία που εκλύεται αποστάζεται σε περίσσεια διαλύματος βορικού οξέος (εγνωσμένης τιμής pH).

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_3BO_3 \rightarrow NH_4^+:H_2BO_3^- + H_3BO_3$$

3) *Τιτλοδότηση:*
Το προκύπτον βορικό αμμώνιο στη συνέχεια τιτλοδοτείται με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος έως την επαναφορά του διαλύματος στην αρχική τιμή pH του. Από την ογκομέτρηση του υδροχλωρικού οξέος που χρειάστηκε για την τιτλοδότηση υπολογίζεται κατόπιν η περιεκτικότητα του αζώτου του διαλύματος

$$NH_4^+:H_2BO_3^- + HCl \rightarrow (NH_4)Cl + H_3BO_3$$

Με τη μέθοδο αναπόφευκτα συνυπολογίζεται και το άζωτο άλλων αζωτούχων ενώσεων των τροφίμων, όπως νουκλεικών οξέων, αζωτούχων λιπιδίων και σακχάρων καθώς και ελεύθερων αμινοξέων (μη πρωτεϊνικό άζωτο). Άρα γίνεται μία παραδοχή ότι όλο το άζωτο του δείγματος απαντάται υπό πρωτεϊνική μορφή. Δεύτερη παραδοχή της μεθόδου είναι ότι οι πρωτεΐνες του δείγματος περιέχουν κατά μέσο όρο 16% άζωτο.

Όργανα:

Ζυγός ακριβείας, συσκευή πέψεως αζώτου, συσκευή αποστάξεως αζώτου, σωλήνες πέψεως, κωνικές φιάλες, προχοϊδα

Αντιδραστήρια:

- Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4) καθαρότητας 96%
- Καταλύτης ταμπλέτες εμπορίου (ταμπλέτες της Tecator, Kjeltabs Se/3,5)
- υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 40%

- Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 0,1N
- Δείκτης ερυθρού του μεθυλίου.
- Βορικό οξύ (H_3BO_3) 4%

Διαδικασία:

Προετοιμασία δείγματος

1.1. Ζυγίζουμε 200 mg (0,2g) δείγματος αλεσμένο και καταγράφουμε το βάρος του στον Πίνακα. Για το σκοπό αυτό τοποθετούμε ένα μικρό κομμάτι αλουμινόχαρτο στο ζυγό ακριβείας και μηδενίζουμε. Ζυγίζουμε το δείγμα (0,2 g) πάνω στο αλουμινόχαρτο.

1.2. Μεταφέρουμε το δείγμα στη φιάλη βρασμού της συσκευής Kjeldahl.

1.3. Σε κάθε φιάλη βρασμού προσθέτουμε: Δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl και 15ml πυκνού H_2SO_4.

Πέψη

2.1 Η βάση με τις φιάλες που περιέχουν τα δείγματα τοποθετούνται στη συσκευή πέψης στη θέση βρασμού. Πάνω από τη βάση με τις φιάλες τοποθετείτε το ειδικό καπάκι με τις υποδοχές αναρρόφησης των αερίων.

2.2 Θέτουμε σε λειτουργία τον απαγωγό και την ειδική παγίδα αερίων.

2.3 Θέτουμε σε λειτουργία τη συσκευή πέψης. Το πρόγραμμα της πέψης (βρασμού) διαρκεί 85 min.

Απόσταξη

3.1 Τοποθετούμε τη φιάλη με το δείγμα μας στην ειδική θέση της συσκευής.

3.2 Στην ειδική θέση της συσκευής για την υποδοχή της αμμωνίας στο διάλυμα του βορικού οξέος τοποθετούμε μια κωνική φιάλη (300 ml) στην οποία έχουμε προσθέσει προηγουμένως ένα δείκτη pH.

3.3 Η συσκευή θα προσθέσει μόνη της 100 ml H_20 και 80 ml NaOH στο δείγμα (φιάλη βρασμού), καθώς και 50 ml H_2BO_3 στην κωνική φιάλη, θα θερμάνει το δείγμα και θα κάνει την απόσταξη στις ποσότητες και τους χρόνους που έχουμε επιλέξει στο πρόγραμμά μας. Όταν τελειώσει το πρόγραμμα απόσταξης, η αμμωνία του δείγματος έχει πλέον δεσμευθεί με το βορικό οξύ στην κωνική φιάλη και το δείγμα είναι έτοιμο για τιτλοδότηση.

Τιτλοδότηση

4.1 Στην κωνική φιάλη τοποθετούμε ένα μαγνήτη και την τοποθετούμε σε μία ειδική βάση περιστροφής ώστε να ανακινείται το διάλυμα.

4.2 Στο διάλυμα προσθέτουμε με αργό δεκατοκανονικό διάλυμα (0,1N) HCl προσέχοντας για την αλλαγή χρώματος στο διάλυμα.

4.3 Μόλις το χρώμα αλλάξει (από κίτρινο γίνει μωβ) σταματάμε και καταγράφουμε τον όγκο (ml) HCl που προστέθηκαν ώστε να επιτευχθεί η αλλαγή του χρώματος.

Υπολογισμοί:

Η περιεκτικότητα του δείγματός σε άζωτο (N, %) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N\% = \frac{(\text{ml HCl}) \times 0{,}0014007}{\text{Βάρος Δείγματος, g}} \times 100$$

(ο συντελεστής 0,0014007 προκύπτει από την κανονικότητα του διαλύματος HCl και του μοριακού βάρους του αζώτου)

Η περιεκτικότητα του δείγματός σε πρωτεΐνη (%) υπολογίζεται από τη σχέση:

Πρωτεΐνη (%) = N (%) x 6,25

Όπου, ο συντελεστής 6,25 προκύπτει από την παραδοχή ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% άζωτο (100/16=6,25).

Συνεπώς,

$$\text{Πρωτ.}\% = \frac{(\text{ml HCl}) \times 0{,}0014007 \times 100}{\text{Βάρος Δείγματος, g}} \times 6{,}25$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Τύπος δείγματος	Αριθμός φιάλης βρασμού	Α	Β	Γ
		Βάρος δείγματος (g)	Όγκος HCl για τιτλοδότηση (ml)	Περιεκτικότητα πρωτείνης στο δείγμα (%)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Γενικά:

Το λίπος προσδιορίζεται μετά από εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες χαμηλής πολικότητας και ζύγιση. Η δημοφιλέστερη μέθοδος είναι η «εκχύλιση κατά Soxhlet». Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, προζυγισμένη ποσότητα δείγματος (1 έως 5 g) μεταφέρεται σε ειδικό χάρτινο ηθμό (φυσίγγιο), ο οποίος τοποθετείται μέσα σε μία προζυγισμένη γυάλινη φιάλη που περιέχει πετρελαϊκό αιθέρα. Έπειτα, η φιάλη τοποθετείται σε ειδική συσκευή εκχύλισης και απόσταξης του λίπους. Η εκχύλιση και απόσταξη του λίπους του δείγματος συμβαίνει σε 3 στάδια.

Στο πρώτο στάδιο, το δείγμα υπόκειται σε βρασμό σε πετρελαϊκό αιθέρα για τουλάχιστον 25 λεπτά, κατά το οποίο εκχυλίζεται μία σημαντική ποσότητα λίπους. Ωστόσο, το δείγμα περιέχει ποσότητα λίπους που δεν εκχυλίζεται μόνο με βρασμό.

Στο δεύτερο στάδιο, το δείγμα υφίσταται συνεχή εκχύλιση για 1,5 ώρες. Ο πετρελαϊκός αιθέρας (διαλύτης) περνά από τον ηθμό που περιέχει το δείγμα, εκχυλίζει μια ποσότητα λίπους, οδηγείται στην φιάλη όπου εξατμίζεται, συμπυκνώνεται, υγροποιείται και επαναδιέρχεται από τον ηθμό εκχυλίζοντας εκ-νέου ποσότητα λίπους κ.ο.κ. Με τη διαδικασία αυτή, εξασφαλίζεται η εκχύλιση όλων των λιπαρών ουσιών του δείγματος.

Στο τρίτο στάδιο, ο διαλύτης εξατμίζεται και η φιάλη που περιέχει τώρα το εκχυλισμένο λίπος επαναζυγίζεται, αφού πρώτα έχει εισαχθεί σε πυραντήριο στους 105°C για 10-15 λεπτά και έχει ψυχθεί σε ξηραντήρα. Η διαφορά του βάρους μεταξύ της άδειας αρχικά φιάλης και της φιάλης με το λίπος δίνει την ποσότητα του λίπους στο δείγμα.

Υλικά και όργανα:

Ζυγός ακριβείας, συσκευή απόσταξης λίπους, πυραντήριο (φούρνος), αποξηραντήρας, ογκομετρικός κύλινδρος, χάρτινα δοχεία ηθμού, υάλινες φιάλες εκχύλισης, πέτρες βρασμού, μεταλλικοί υποδοχείς,

Αντιδραστήρια:

Οργανικός διαλύτης: Πετρελαϊκός αιθέρας (σημείο βρασμού 40-60 °C)

Διαδικασία:

1. Σε αριθμημένη γυάλινη φιάλη εκχύλισης προσθέτουμε 3-4 πέτρες βρασμού. Οι πέτρες βρασμού χρησιμεύουν για τον ομαλό βρασμό του δείγματος.
2. Ζυγίζουμε τη γυάλινη φιάλη εκχύλισης (μαζί με τις πέτρες βρασμού) σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και καταγράφουμε το βάρος της.
3. Τοποθετούμε ένα μεταλλικό υποδοχέα μαζί με ένα χάρτινο ηθμό στη φιάλη εκχύλισης.
4. Μέσα στον ηθμό, ζυγίζουμε και προσθέτουμε το δείγμα μας (1 έως 5 g) και καταγράφουμε το ακριβές βάρος του.
5. Κλείνουμε το στόμιο του ηθμού με βαμβάκι για να αποφευχθεί πιθανή υπερχείλιση.

6. Στη φιάλη εκχύλισης προστίθεται 140 ml πετρελαϊκού αιθέρα με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου. Για το σκοπό αυτό, βγάζουμε προσεκτικά το χάρτινο ηθμό με το δείγμα μας και προσθέτουμε το διαλύτη στη φιάλη με τις πέτρες και έπειτα επανατοποθετούμε τον ηθμό μέσα στη φιάλη.
7. Η φιάλη εκχύλισης έπειτα τοποθετείται στη συσκευή εκχύλισης λίπους Soxhlet. Κατόπιν, η συσκευή τίθεται σε λειτουργία.
8. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία εκχύλισης του λίπους αφαιρούμε τα δοχεία εκχύλισης από τη συσκευή. *ΠΡΟΣΟΧΗ! Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης μπορεί να έχουν υψηλή θερμοκρασία! Κίνδυνος εγκαύματος.*
9. Αφαιρούμε τους χάρτινους ηθμούς και τους αφήνουμε στον απαγωγό αερίων να στεγνώσουν πριν τα καθαρίσουμε και τα επαναχρησιμοποιήσουμε.
10. Τοποθετούμε τις γυάλινες φιάλες εκχύλισης στο φούρνο στους 100°C για ½ έως 1½ h ώστε να απομακρυνθούν τα ίχνη διαλύτη ή/και υγρασίας που μπορεί να περιέχουν.
11. Στη συνέχεια αφήνουμε τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης στον ξηραντήρα να κρυώσουν (≈ ½ h).
12. Ζυγίζουμε τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης στο ζυγό ακριβείας και καταγράφουμε το βάρος τους.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Τύπος δείγματος	Αριθμός Γυάλινης Φιάλης	Α	Β	Γ	Δ	Ε
		Βάρος κενής φιάλης (g)	Καθαρό Βάρος δείγματος (g)	Μικτό Βάρος Φιάλη + δείγμα Ξήρανση (g)	Βάρος λίπους (g) (Γ-Α)	Λίπος (%) (Δ × 100 / Β)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 6
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ

Σε ένα διατροφικό πείραμα ανάπτυξης με την τσιπούρα (*Sparus aurata*), διαφορετικές ομάδες ψαριών σιτίστηκαν με 3 διαφορετικά ισοενεργειακά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς την περιεκτικότητα τους σε πρωτεΐνη. Το σιτηρέσιο Α περιείχε ένα επίπεδο πρωτεΐνης ίσο με 30% (επί της τροφής), το σιτηρέσιο Β περιείχε 35% και το σιτηρέσιο Γ περιείχε 45% πρωτεΐνη, αντίστοιχα.

Για κάθε διαφορετική διατροφική ομάδα ψαριών χρησιμοποιήθηκαν 30 ψάρια τα οποία μοιράστηκαν ανά 10 σε 3 κυλινδρικές δεξαμενές (διαστάσεων: διαμέτρου 50= cm, ύψος=100 cm). Τα ψάρια σιτίζονταν καθημερινά μία φορά στις 08:00 σε κορεσμό (*ad libitum*). Το διατροφικό πείραμα διήρκησε 60 ημέρες. Την 61^{η} ημέρα τα ψάρια δεν σιτίστηκαν και θανατώθηκαν αναισθητοποιώντας τα και τοποθετώντας τα σε πάγο. Τα αρχικά και τα τελικά βάρη των ψαριών δίνονται στον Πίνακα 1. Να υπολογιστούν οι παρακάτω παράμετροι και να συμπληρωθεί ο Πίνακας 2:

α) Το μέσο αρχικό βάρος των ψαριών και η τυπική απόκλιση του για κάθε δεξαμενή
Στο excel, ο μέσος όρος υπολογίζεται με την εντολή: =average(κελί:κελί).
Η τυπική απόκλιση με την εντολή: =stdev(κελί:κελί)

β) Το μέσο αρχικό βάρος των ψαριών και η τυπική απόκλιση του για κάθε διατροφική ομάδα
Διατροφική ομάδα νοείται η ομάδα ψαριών που διατράφηκε με την ίδια τροφή (π.χ. τα ψάρια της Α1, Α2 και Α3 δεξαμενής αποτελούν μία διατροφική ομάδα (Α).

γ) Το μέσο τελικό βάρος των ψαριών και η τυπική απόκλιση του για κάθε διατροφική ομάδα

δ) Τη μέση αύξηση του βάρους και την τυπική απόκλιση αυτής για κάθε διατροφική ομάδα
Αύξηση βάρους (g) = Τελικό βάρος (W2, g) – Αρχικό βάρος (W1, g)

ε) Τη μέση κατανάλωση τροφής και την τυπική απόκλιση αυτής για κάθε διατροφική ομάδα

στ) Τον συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio, FCR) και την τυπική απόκλιση αυτού για κάθε διατροφική ομάδα
FCR = κατανάλωση τροφής (g) / αύξηση βάρους (g)
Ποιο σιτηρέσιο ήταν το πιο αποδοτικό και ποιο το λιγότερο αποδοτικό;

ζ) Τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (Specific Growth Rate, SGR) και την τυπική απόκλιση αυτού για κάθε διατροφική ομάδα

SGR (%/ημέρα) = (LnW2 – LnW1) × 100 / ημέρες σίτισης

Στο excel, χρησιμοποιήστε την εντολή: =100((LN(κελί)-LN(κελί))/ημέρες σίτησης)*

Ποιο σιτηρέσιο ήταν το πιο αποδοτικό και ποιο το λιγότερο αποδοτικό;

η) Τον συντελεστή αποδοτικότητας των πρωτεϊνών (protein efficiency ratio, PER) της κάθε διατροφικής ομάδας

PER = αύξηση βάρους (g) / πρωτεΐνη που καταναλώθηκε (g)

Ποιο σιτηρέσιο ήταν το πιο αποδοτικό και ποιο το λιγότερο αποδοτικό;

θ) το ποσοστό επιβίωσης (%) των ψαριών της κάθε διατροφικής μεταχείρισης

ι) την αρχική ιχθυοπυκνότητα (σε g/lt) των δεξαμενών ; (1 cm^3 = 0,001 lt)

Πίνακας 1. Αρχικά και τελικά βάρη (g) ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

α/α Ψαριών	Δεξ. Α1	Δεξ. Α2	Δεξ. Α3	Δεξ. Β1	Δεξ. Β2	Δεξ. Β3	Δεξ. Γ1	Δεξ. Γ2	Δεξ. Γ3
ΑΡΧΙΚΑ ΒΑΡΗ (g)									
1	6,2	6	6,2	5,6	5,5	5,8	6,3	6	5,9
2	5,8	5,9	6	5,9	5,8	6,1	6,2	5,8	5,7
3	6,4	6,2	6,1	6,3	6,4	5,6	5,6	5,5	5,8
4	5,3	6,1	5,5	6,1	6,1	5,8	5,5	6,4	6,3
5	5,3	6,3	5,7	5,6	6,2	6,4	5,8	6,2	6,2
6	5,2	6,4	5,9	6,1	6,2	6,2	5,9	5,9	6,3
7	6,4	5,7	6,4	6,1	5,7	6,1	6,3	6,1	6
8	6,3	5,8	5,8	6,3	5,8	6	6,2	5,7	5,7
9	5,9	5,9	6,2	5,7	5,9	5,8	5,9	5,8	5,9
10	6,0	6,1	6	6,3	6,2	6	6	6,3	6,1
ΤΕΛΙΚΑ ΒΑΡΗ (g)									
1	30,1	36,3	37,8	48,6	50,2	51,2	68,9	62,5	70
2	29,6	35,1	40,1	50,2	47,3	44,3	71,3	64,5	64,2
3	37,5	30,4	36,7	41,3	41	43,6	63,2	68,7	62,5
4	32,5	27,9	27,5	40,4	46,6	53,6	61,3	66	61,5
5	38,3	33,8	29,9	39,9	48,7	53,4	66,4	65	68,6
6	33,2	39,1	29,4	46,8	51	50,1	59,9	69,6	67
7	29,3	37,5	31,6	48,7	47,5	44,8	62,3	68,7	62,6
8	37,6	35,6	33,8	52,1	44,4	46,5	69,5	64,3	65
9	39,6		37,5	50		47,6	66,7	65,5	66,9
10						42,2			
Κατανάλωση τροφής (g)	42	46	44	49	50	51	61	64	68

Πίνακας 2. Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής για τις διαφορετικές διατροφικές μεταχείρίσεις.

	Α	**Β**	**Γ**
Μέσο αρχικό βάρος (g)	±	±	±
Μέσο τελικό βάρος (g)	±	±	±
Μέση αύξηση βάρους (g)	±	±	±
Μέση κατανάλωση (g)	±	±	±
SGR (%/ημέρα)	±	±	±
FCR	±	±	±
PER	±	±	±
Επιβίωση (%)	±	±	±

Σημ.: Συμπληρώνετε ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση (n=3).