



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΡΟΦΙΜΑ, ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

**Αξιολόγηση θρεπτικών συστατικών και σύστασης  
βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών**

**Κωνσταντίνα Α. Μπούμπουκα**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:  
Μαρία Καψοκεφάλου, Καθηγήτρια ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2021**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Αξιολόγηση θρεπτικών συστατικών και σύστασης  
βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών

“Evaluation of nutrients and composition of boiled fish by-products”

**Κωνσταντίνα Α. Μπούμπουκα**

Εξεταστική επιτροπή

Μαρία Καψοκεφάλου, Καθηγήτρια ΓΠΑ (επιβλέπουσα)

Χρυσανγή Γαρδέλη, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Αθανάσιος Μαλλούχος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

## **Αξιολόγηση θρεπτικών συστατικών και σύστασης βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών**

*ΠΜΣ Τρόφιμα, Διατροφή και Υγεία*

*Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου*

*Εργαστήριο Χημείας & Ανάλυσης Τροφίμων*

### **Περίληψη**

Τα τελευταία χρόνια έχει διαπιστωθεί ραγδαία επέκταση των υδατοκαλλιεργειών σε ολόκληρο τον κόσμο. Αυτό έρχεται σε αντιστοιχία με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιοποίηση των υποπροϊόντων των ψαριών και η αξιολόγηση των θρεπτικών τους συστατικών, ώστε να μην υπάρχει σπατάλη και εξάλειψη της θαλάσσιας ζώης. Η επεξεργασία της πρώτης ύλης εξακολουθεί να παραμένει υψηλής σημασίας στον τομέα της βιομηχανίας επεξεργασίας ψαριών. Οι διαδικασίες αυτές δημιουργούν πολλά υποπροϊόντα. Τα απόβλητα που παράγονται μετά την επεξεργασία αποτελούν πολύτιμη πρώτη ύλη, με πλούσια θρεπτικά συστατικά. Η χρήση των υποπροϊόντων μειώνει τα απόβλητα και παράγει προϊόντα υψηλής αξίας που συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας των ανθρώπων. Σε αυτή την μελέτη αξιολογούνται τα θρεπτικά συστατικά πούδρας βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών (τσιπούρα) ως προς την περιεκτικότητα των μετάλλων και ιχνοστοιχείων τους και των ποσοστών πρωτεΐνης. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν νωπά αποτελούνται από τέσσερα είδη κεφάλια, κόκκαλα-ουρά, δέρμα και λέπια. Αφού έγινε η διαλογή, έβρασαν και λυοφιλιώθηκαν για 48 ώρες τα κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια και το δέρμα και για 24 ώρες τα λέπια. Ακολούθησαν οι μέθοδοι ανάλυσης των μετάλλων και πρωτεϊνών. Τα αποτελέσματα για τα μέταλλα V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Ca, Mg, Na και K, και του ποσοστού των πρωτεϊνών παρουσίασαν κάποιες διακυμάνσεις στα διάφορα δείγματα. Μέγιστη τιμή παρουσίασε το Mn στα λέπια ( $26,6 \pm 1,3$   $\mu\text{g/g}$ ), ο Fe στα κεφάλια ( $147 \pm 3$   $\mu\text{g/g}$ ), ο Zn στα κεφάλια ( $92,5 \pm 7$   $\mu\text{g/g}$ ), το V στα λέπια ( $0,41 \pm 0,01$   $\mu\text{g/g}$ ), το Cr στα λέπια ( $0,37 \pm 0,02$   $\mu\text{g/g}$ ), το Co στα κεφάλια ( $0,04 \pm 0,01$   $\mu\text{g/g}$ ), το Ni στα κεφάλια ( $0,33 \pm 0,11$   $\mu\text{g/g}$ ), το Cu το δέρμα ( $1,94 \pm 0,13$   $\mu\text{g/g}$ ), το As τα κεφάλια ( $2,53 \pm 0,08$   $\mu\text{g/g}$ ), το Cd τα λέπια ( $0,01 \pm 0,001$   $\mu\text{g/g}$ ) και το Pb τα λέπια ( $0,33 \pm 0,02$   $\mu\text{g/g}$ ). Ακόμη, το Ca στα λέπια ( $116 \pm 1$   $\text{mg/g}$ ), για το Mg τα λέπια ( $1,76 \pm 0,02$   $\text{mg/g}$ ), για το Na στα ( $6,56 \pm 0,47$   $\text{mg/g}$ ) και για το K ( $3,57 \pm 0,18$   $\text{mg/g}$ ). Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων είναι σύμφωνες με τα νομοθετικά πλαίσια, εκτός του καδμίου Cd [για κόκκαλα-πτερύγια ( $3,98$   $\mu\text{g/g}$ ), δέρμα ( $2,72$   $\mu\text{g/g}$ ) και λέπια ( $4,12$   $\mu\text{g/g}$ )] και του φώσφορου Pb [κόκκαλα-πτερύγια ( $4,12$   $\mu\text{g/g}$ )]. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φαίνεται πως η πούδρα είναι ασφαλής προς κατανάλωση με υψηλή συγκέντρωση πρωτεϊνών. Μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί, προτείνεται η προσθήκη πούδρας υποπροϊόντων ψαριών σε προϊόντα τροφίμων σε πιλοτικό επίπεδο.

**Επιστημονική περιοχή:** Υποπροϊόντα ψαριών

**Λέξεις κλειδιά:** ψάρια, υποπροϊόντα, επεξεργασία

## **Evaluation of nutrients and composition of boiled fish by-products**

*MSc Food, Nutrition and Health*

*Department of Food Science and Human Nutrition*

*Laboratory of chemistry and food analysis*

### **Abstract**

In recent years there has been a rapid expansion of aquaculture around the world. This is in line with the impact on the environment, society and economy. The aim of the present study is the utilization of fish by-products and the evaluation of their nutrients, so that there is no waste and elimination of marine life. Raw material processing remains of great importance in the fish processing industry. These processes create many by-products. Waste generated after treatment is a valuable raw material, rich in nutrients. The use of by-products reduces waste and produces high value products that help improve human health. In this study, the nutrients of boiled fish powder by-products (sea bream) are evaluated in terms of their mineral and trace element content and protein percentages. The results for the metals V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Ca, Mg, Na and K, and the percentage of proteins showed some variations in the different samples. The highest value was Mn in the scales ( $26.6 \pm 1.3$ ), Fe in the heads ( $147 \pm 3 \mu\text{g/g}$ ), Zn in the heads ( $92.5 \pm 7 \mu\text{g/g}$ ), V in the scales ( $0.41 \pm 0.01 \mu\text{g/g}$ ), Cr on the scales ( $0.37 \pm 0.02 \mu\text{g/g}$ ), Co on the heads ( $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g/g}$ ), Ni on the heads ( $0.33 \pm 0.11 \mu\text{g/g}$ ), Cu on the skin ( $1,94 \pm 0.13 \mu\text{g/g}$ ), As the heads ( $2.53 \pm 0.08 \mu\text{g/g}$ ), Cd the scales ( $0.01 \pm 0.001 \mu\text{g/g}$ ) and Pb the scales ( $0.33 \pm 0.02 \mu\text{g/g}$ ). Ca at the scales ( $116 \pm 1 \text{ mg/g}$ ), for Mg the scales ( $1.76 \pm 0.02 \text{ mg/g}$ ), for Na at ( $6.56 \pm 0.47 \text{ mg/g}$ ) and for K ( $3.57 \pm 0.18 \text{ mg/g}$ ). The concentrations of trace elements are in accordance with the legal framework, except for Cd [for bone-fins ( $3.98 \mu\text{g/g}$ ), skin ( $2.72 \mu\text{g/g}$ ) and scales ( $4.12 \mu\text{g/g}$ )] and Pb [fins ( $4.12 \mu\text{g/g}$ )]. The results show that the powder is safe for consumption with a high concentration of protein. It can therefore be used, it is recommended to add fish by-product powder to food products at a pilot level.

**Scientific area:** fish by-products

**Key words:** fish, by-products, processing

## Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, με τη συνεργασία του Τμήματος Χημείας του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κατά το διάστημα 2020-2021.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρωτίστως την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Μαρία Καψοκεφάλου, για την καθοδήγηση, τις εποικοδομητικές συμβουλές και παρατηρήσεις και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του Τμήματος Χημείας του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών την κ. Αικατερίνη Σακελλάρη και τον κ. Σωτήρη Καραβόλτσο, για την πολύτιμη συνεργασία και βοήθεια τους για την ολοκλήρωση της μελέτης.

Ιδιαίτερα, επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κατερίνα Κανδυλιάρη, συνεργάτης του εργαστηρίου, για την πολύτιμη βοήθεια της, τις εποικοδομητικές συμβουλές της για την επιστημονική έρευνα, που ήταν σημαντικές καθόλη την διάρκεια της μεταπτυχιακής μου μελέτης. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Άρτεμις Παπαντώνη, από το Εργαστήριο Χημείας και Ανάλυσης Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την σημαντική βοήθειά της κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου και στους φίλους μου για την συνεχή υποστήριξη και συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

«Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της»

## Περιεχόμενα

1. Θεωρητικό μέρος.....	7
1.1 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα .....	8
1.2 Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	10
1.3 Χρήση υποπροϊόντων .....	11
1.4 Σύσταση υποπροϊόντων.....	13
1.5 Γνώμη καταναλωτών .....	14
1.6 Ασφάλεια τροφίμων και προϊόντων από υδατοκαλλιέργειες.....	16
1.7 Επικινδυνότητα ιχθυοστοιχείων – βαρέων μετάλλων.....	17
1.7.1 Υδράργυρος.....	17
1.7.2 Μόλυβδος .....	18
1.7.3 Κάδμιο .....	18
1.8 Σκοπός μελέτης.....	19
2. Μεθοδολογία .....	20
2.1 Συλλογή και προετοιμασία δειγμάτων .....	20
2.2 Προσδιορισμός χημικής σύστασης .....	22
2.2.1 Προσδιορισμός μετάλλων .....	22
2.2.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών .....	23
2.2.3 Στατιστική ανάλυση.....	24
3. Αποτελέσματα.....	25
4. Νομοθεσία – επιτρεπόμενα όρια.....	32
5. Συζήτηση.....	34
5.2 Επίδραση θερμικής επεξεργασίας στα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων.....	36
6. Συμπεράσματα.....	39
7. Προτάσεις χρήσης υποπροϊόντων ψαριών σε προϊόντα τροφίμων.....	40
Βιβλιογραφία.....	41

## 1. Θεωρητικό μέρος

Σήμερα, οι φυσικοί πόροι και το περιβάλλον απειλούνται και προστατεύονται από το νόμο. Οι πολιτικές επικεντρώνονται στην προστασία των πόρων, προωθώντας τη βιώσιμη αξιολόγηση και τη μείωση των εκπομπών στο περιβάλλον. Σε έναν από τους 17 στόχους για τη βιώσιμη ανάπτυξη του 2030, «Βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή» αναφέρεται από το UNEP (United Nations Environment Programme) ότι « Μία από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες προκλήσεις είναι η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας με την οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία αποσυνδέοντας την περιβαλλοντική υποβάθμιση από την οικονομική ανάπτυξη και κάνοντας περισσότερα με λιγότερα. Κάθε χρόνο, εκτιμάται ότι το ένα τρίτο όλων των παραγόμενων τροφίμων - ισοδύναμο με 1,3 δισεκατομμύρια τόνους αξίας περίπου 1 τρισεκατομμυρίου δολαρίων - καταλήγει να σαπίζει στους κάδους των καταναλωτών και των λιανοπωλητών ή να χαλάσει λόγω κακών πρακτικών μεταφοράς και συγκομιδής. Ενώ σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα τρόφιμα εμφανίζονται στη φάση παραγωγής (γεωργία, επεξεργασία τροφίμων), τα νοικοκυριά επηρεάζουν αυτές τις επιπτώσεις μέσω των διατροφικών επιλογών και συνηθειών τους. Αυτό επηρεάζει κατά συνέπεια το περιβάλλον μέσω της κατανάλωσης ενέργειας που σχετίζεται με τα τρόφιμα και της παραγωγής αποβλήτων» (UNEP, 2021). Ακόμη, σε άρθρο του UNEP αναφέρεται πως «Τα θαλασσινά είναι ένα από τα πιο εμπορεύσιμα είδη διατροφής στον κόσμο. Περίπου 660 έως 880 εκατομμύρια άνθρωποι εξαρτώνται από τον αλιευτικό τομέα. Ωστόσο, η βάση αυτής της ευημερίας είναι εύθραυστη: τα άγρια είδη βρίσκονται υπό αυξανόμενη πίεση και είναι απαραίτητες οι βελτιώσεις για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της δύναμης του εμπορίου εντός των αλυσίδων αξίας και των σχετικών υπηρεσιών τους » (UNEP, 2018). Για το λόγο αυτό η χρήση παραπροϊόντων ψαριών θα βοηθήσει στην αξιοποίηση των προϊόντων ιχθυοκαλλιέργειών όσο το δυνατόν να μην υπάρχει σπατάλη και εξάλειψη της θαλάσσιας ζωής.

## 1.1 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Ο όρος υδατοκαλλιέργεια αφορά στην εκτροφή υδρόβιων οργανισμών. Τα τελευταία χρόνια έχει διαπιστωθεί ραγδαία επέκταση των υδατοκαλλιεργειών σε ολόκληρο τον κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, η εκτροφή ψαριών κατέστη ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας παραγωγής τροφίμων στον κόσμο. Οι υδατοκαλλιέργειες θεωρούνται πλέον φιλικές - προς το ευρύτερο περιβάλλον - πρακτικές παραγωγής προϊόντων διατροφής. Τα προϊόντα τους αποτελούν την αποδοτικότερη μέθοδο παραγωγής ζωικής πρωτεΐνης (σχέση χορηγούμενης/παραγόμενη πρωτεΐνη), ενώ κατά αναλογία τελικού προϊόντος, η παραγωγή τους απαιτεί λιγότερη χρήση ενέργειας και νερού, σε σχέση με τα εναλλακτικά ή/και ανταγωνιστικά παραγόμενα προϊόντα διατροφής (βοοειδή, χοιρινά, πουλερικά, όσπρια, δημητριακά, κ.τ.λ.). Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση (WWF), η υδατοκαλλιέργεια αποτελεί την πλέον αιφορική λύση στο παγκόσμιο επισιτιστικό πρόβλημα. Επιπλέον, τα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας που αποτελούν εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών, όταν παράγονται με αρχές και κανόνες ορθής πρακτικής, συμβάλλουν ουσιαστικά στην προστασία του περιβάλλοντος (Μπιχαβά, 2016).

Στη σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα κυριαρχούν τα θαλάσσια είδη της Μεσογείου, όπως το λαβράκι της Ευρώπης (*Dicentrarchus labrax*), η τσιπούρα (*Sparus aurata*) και τα μεσογειακά μύδια (*Mytilus galloprovincialis*), και σε ένα μικρότερο ποσοστό «νέα είδη» όπως μυτάκι, κρانيός (*Argyrosomus Regius*), συναγρίδα (*Dentex dentex*) κ.α.. Τα τρία κορυφαία είδη εκτροφής (τσιπούρα, λαβράκι και μύδια) είναι η επιτυχία της ελληνικής υδατοκαλλιέργειας, που αντιπροσωπεύει έως και 97 τοις εκατό του όγκου παραγωγής. Η Ελλάδα ήταν ο κορυφαίος Ευρωπαίος παραγωγός, που ξεπέρασε τους 120.000 τόνους, πριν από την έναρξη της ελληνικής κρίσης το 2008. Ακόμη και μετά την κρίση, η Ελλάδα είναι ένας σημαντικός παγκόσμιος παραγωγός με ετήσια παραγωγή 110.000 τόνων ψαριών (ΣΕΘ, 2019).

Σύμφωνα με τα νεότερα δεδομένα από τον Σύνδεσμο Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών (ΣΕΘ), η εκτροφή ψαριών σε θαλάσσια και εσωτερικά ύδατα, ανήλθε το 2019 συνολικά σε 127.055 τόνους αξίας 553,4 εκ. ευρώ. Τα ψάρια που εκτρέφονται σε θαλάσσια ύδατα αντιπροσωπεύουν το 98 % του όγκου των ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας ενώ μόλις το 2 % προέρχεται από την ιχθυοκαλλιέργεια εσωτερικών υδάτων. Παρουσιάζοντας, έτσι, αύξηση 2 % ως προς τον όγκο και σχεδόν 5 % ως προς την αξία παραγωγής σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Τα



ψάρια και τα αλιευτικά προϊόντα αποτελούν τον πρώτο εξαγωγικό κλάδο ζωικής παραγωγής της χώρας (ΣΕΘ, 2020).



**Εικόνα 1.1** Ιχθυοκαλλιέργειες. Πηγή: *greenagenda.gr*

## 1.2 Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Όσον αναφορά την υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι δύο κύριες κατηγορίες εκτρεφόμενων ειδών είναι τα ψάρια και τα όστρακα που αντιπροσωπεύουν το 50,5 % και το 48,5 % της ευρωπαϊκής παραγωγής. Για το 2017 οι βασικοί παραγωγοί υδατοκαλλιέργειας μεταξύ των κρατών μελών της Ε.Ε. ήταν η Ισπανία (21%), η Γαλλία (15%), το Ηνωμένο Βασίλειο (14%), η Ιταλία (14%) και η Ελλάδα (10%), που από κοινού αντιστοιχούν στο 74 % της συνολικής παραγωγής υδατοκαλλιέργειας. Οι παραγωγοί της Ε.Ε. έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε τέσσερα είδη: μύδια (35% της συνολικής ποσότητας), σολομό (15%), πέστροφα (14%) και στρείδια (7%), ενώ άλλα εκτρεφόμενα είδη στην Ε.Ε. είναι η συναγρίδα, ο κυπρίνος, το λαβράκι και τα κυδώνια. Τα μαλάκια (μύδια, στρείδια, κυδώνια) κυριαρχούν στην Ισπανία, την Ιταλία και την Γαλλία. Στο Ηνωμένο Βασίλειο κυρίως ο σολομός και στην Ελλάδα η τσιπούρα και το λαβράκι (ΣΕΘ, 2020).

Ο ΣΕΘ σημειώνει, ότι το 2018 η Ελλάδα καταλαμβάνει την 5<sup>η</sup> θέση ως προς το συνολικό όγκο παραγωγής προϊόντων υδατοκαλλιέργειας και την 3<sup>η</sup> θέση ως προς την αξία τους, μεταξύ των άλλων ευρωπαϊκών κρατών. Λαμβάνοντας υπόψη πως το 85 % της ελληνικής παραγωγής είναι ψάρια, στη συγκεκριμένη κατηγορία η Ελλάδα κατέχει τη 2<sup>η</sup> θέση ως προς τον όγκο και την αξία παραγωγής ιχθυοκαλλιέργειας, ακολουθώντας το Ηνωμένο Βασίλειο λόγω της σημαντικής παραγωγής σολομού που έχει. Οι δύο αυτές χώρες είναι οι μόνες στην Ε.Ε. που παράγουν πάνω από 100.000 τόνους ψαριών και μετά την αποχώρηση της πρώτης από την Ε.Ε., η Ελλάδα θα είναι η πρώτη χώρα παραγωγής ιχθυοκαλλιέργειας στην Ευρώπη με μεγάλη διαφορά από την 2<sup>η</sup> χώρα (Ισπανία) (ΣΕΘ, 2020).

### 1.3 Χρήση υποπροϊόντων

Το πρόβλημα της σωστής και ασφαλούς χρήσης πρώτων υλών – υποπροϊόντων εξακολουθεί να παραμένει υψηλής σημασίας στον τομέα της βιομηχανίας επεξεργασίας θαλασσινών σε όλο τον κόσμο. Η αναζήτηση νέων τεχνικών και οργανωτικών λύσεων στοχεύουν να καταστήσουν δυνατή την αποτελεσματική χρήση των διαδικασιών, οι οποίες είναι ελάχιστα χρήσιμες και με μειωμένη εμπορική αξία.

Οι εταιρείες μεταποίησης ψαριών χρησιμοποιούν συνήθως ωμό ψάρι ως πρώτη ύλη για επεξεργασία με σκοπό την απόκτηση ενός τελικού προϊόντος με υψηλότερη εμπορική αξία. Η επεξεργασία ψαριών πραγματοποιείται με την αφαίρεση του κεφαλιού, τον εκσπλαχνισμό, τη φιλετοποίηση, την αφαίρεση της ουράς και του δέρματος. Αυτές οι διαδικασίες δημιουργούν πολλά υποπροϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των κεφαλών, των σπλάγχων, των ουρών, του δέρματος, των κελυφών και των πτερυγίων που δεν διατίθενται στην αγορά λόγω της χαμηλής τους αποδοχής από τους καταναλωτές ή επειδή οι υγειονομικοί κανονισμοί απαγορεύουν τη χρήση τους στα ανθρώπινα τρόφιμα. Σύμφωνα με μελέτη του FAO (Food and Agriculture Organization) το 2005, εκτιμήθηκε ότι περίπου 7,3 εκατομμύρια τόνοι ολόκληρων ψαριών (περίπου 8% κατ' όγκο των παγκόσμιων αλιευμάτων) απορρίπτονται παγκοσμίως. Το υλικό των υποπροϊόντων μπορεί να αποτελεί έως και το 70% των ψαριών και των οστρακοειδών μετά την επεξεργασία όπου η απόδοση του φιλέτου ψαριού εξαρτάται από το είδος και συχνά κυμαίνεται στο 30-50% των ψαριών. Το 2012 πάνω από 21 εκατομμύρια τόνοι ψαριών χάθηκαν ή εξυπηρετήθηκαν για σκοπούς εκτός φαγητού (FAO, 2014) λόγω μια σειράς ανεπιθύμητων χαρακτηριστικών, π.χ. ακραία ετερογένεια, μικρό μέγεθος, γεύση, δομή οστών, μη αποδεκτή εμφάνιση, σημαντικό περιεχόμενο λίπους, απειλή τοξικών ουσιών. Ως αποτέλεσμα μόνο το 50-60 % των αλιευμάτων χρησιμοποιείται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και το 25 % απορρίπτεται άμεσα ως απόβλητα (Rustad, 2003). Έρευνα αναφέρει ότι έως 50-80 % των πρώτων υλών των ψαριών απορρίπτονται ως στερεά απόβλητα μετά την επεξεργασία, δηλαδή στο παραδοσιακό φιλέτο (Wasswa et al., 2007). Συνολικά, στην κλασική βιομηχανία ψαριών, μόνο το 30-40 % των ψαριών μεταποιούνται σε υψηλά επίπεδα ποιότητάς προϊόντων (μπριζόλες ψαριών και φιλέτα) και το 60-70 % των ψαριών είναι χαμηλής ποιότητας και επεξεργασίας και σε χαμηλό οικονομικό δυναμικό υποπροϊόντων τα οποία δεν είναι σε ζήτηση στην αγορά. Τα απόβλητα που παράγονται μετά την επεξεργασία

είναι στην πραγματικότητα πολύτιμη πρώτη ύλη από την οποία μπορούν να παραχθούν ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια. Η αξιοποίηση των υποπροϊόντων θα μειώσει τα απόβλητα και ενδεχομένως θα οδηγήσει στην παραγωγή προϊόντων υψηλής αξίας που θα συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας των ανθρώπων (Šilovs, 2018).

Υπολογίζεται ότι επί του παρόντος περίπου το 33% της παγκόσμιας παραγωγής ιχθυάλευρου προέρχεται από υποπροϊόν. Η ανάπτυξη στη χρήση συχνά σπαταλημένων υποπροϊόντων είναι ενθαρρυντική αν και εξακολουθεί να υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό του υποπροϊόντος των ψαριών για ανθρώπινη κατανάλωση, το οποίο σπαταλάται αντί να μετατραπεί σε προϊόντα υψηλής αξίας που συμβάλλουν στην προμήθεια τροφών πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά. Εκτιμάται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχουν επιπλέον 11,7 εκατομμύρια τόνοι υποπροϊόντων που παράγονται σε μονάδες επεξεργασίας που δεν συλλέγονται για την παραγωγή θαλάσσιων συστατικών (Jackson and Newton, 2016). Η παγκόσμια αλιευτική παραγωγή αναμένεται να είναι 17% υψηλότερη έως το 2023, κυρίως λόγω της αύξησης της παραγωγής ιχθυοκαλλιέργειας. Σύμφωνα με τη γεωργική προοπτική του OECD-FAO (2014), ο ρυθμός ανάπτυξης της υδατοκαλλιέργειας αναμένεται να επιβραδυνθεί ελαφρώς σε σύγκριση με την προηγούμενη δεκαετία, αλλά αναμένεται να αυξηθεί κατά 2,5% ετησίως. Η αυξημένη παραγωγή υδατοκαλλιέργειας θα διασφαλίσει την αυξανόμενη δυνητική προσφορά πρώτων υλών για την παραγωγή ιχθυάλευρου. Η παραγωγή ιχθυάλευρου εκτιμάται ότι θα αυξηθεί κατά 25-30% τα επόμενα 10 χρόνια ως αποτέλεσμα της αυξημένης διαθεσιμότητας υποπροϊόντων (Jackson και Newton , 2016). Όλες οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ιχθυάλευρου και λαδιού πρέπει να προέρχονται από αλιεύματα αλιείας που διαχειρίζονται βάσει του Κώδικα Συμπεριφοράς FAO για την Υπεύθυνη Αλιεία (CCRF).

Τα βιολογικά υποπροϊόντα είναι τα πιο άφθονα συστατικά της βιομηχανίας θαλασσινών. Αυτά περιλαμβάνουν το δέρμα, τα σπλάχνα, το κρέας (κόκκινο-λευκό) και μέρος των λεπιών, των οστών και των πτερύγιων. Όλα αυτά είναι πιθανές πηγές κολλαγόνου (Pang et al., 2013). Τα οστά ψαριών έχουν θεωρηθεί ως θησαυρός μετάλλων και μικροθρεπτικών συστατικών (Herpandi et al., 2011). Πολλά είδη ψαριών έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή σκόνης ψαριού από κόκκαλα και για τις θρεπτικές τους ιδιότητες. Η σκόνη των οστών ψαριού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο (234 g/kg ξηρού οστού) (Kang et al., 2006).

Σύμφωνα με έκθεση του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) του 2018, παράγονται πάνω από 20 MT υποπροϊόντων αλιείας (κεφάλι, δέρμα, πτερύγια, οστά, κόκκινο κρέας, σπλάχνα και λέπια) (FAO, 2018). Μεγάλες προσπάθειες έχουν αναπτυχθεί για τη χρήση αυτών των υποπροϊόντων στις ζωοτροφές, στη συσκευασία τροφίμων, στο ενσίρωμα ψαριών, στα λιπάσματα, στα βιοκαύσιμα και για να ανακτηθούν περισσότερο για χρήση ως ανθρώπινη τροφή. (Arvanitoyiannis & Kassaveti, 2018, Govindharaj et al., 2019, Herpandi et al., 2011, Kim & Mendis, 2006, Mahboob, 2015, Radziemska et al., 2019, Yuvaraj et al., 2019). Ωστόσο, η χρήση διάφορων υποπροϊόντων σε ανθρώπινα τρόφιμα είναι ακόμη πρόκληση σε σχέση με θέματα ασφαλείας και τις αλληλεπιδράσεις τους με άλλα συστατικά στα τρόφιμα.

#### **1.4 Σύσταση υποπροϊόντων**

Τα υποπροϊόντα ψαριών παρέχουν υψηλά επίπεδα βασικών μικροθρεπτικών συστατικών, όπως βιταμίνες A, D, B, ιδιαίτερα B-12, καθώς και μέταλλα όπως ασβέστιο, φώσφορο, σίδηρο, ψευδάργυρο, σελήνιο και ιώδιο. Εκτός από τα μικροθρεπτικά συστατικά, τα υποπροϊόντα περιέχουν πρωτεΐνες και λιπίδια υψηλής ποιότητας με ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας. Τα υποπροϊόντα ψαριών παρέχουν ζωτικά ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, βιταμίνες, μέταλλα και πρωτεΐνες απαραίτητες για την ανάπτυξη, τη γνωστική ανάπτυξη και ένα υγιές ανοσοποιητικό σύστημα. Η παροχή αυτών των θρεπτικών συστατικών μέσω των υποπροϊόντων ψαριών μπορεί να κάνει αυτά τα θρεπτικά συστατικά διαθέσιμα και πιο προσιτά (FAO, 2020).

## 1.5 Γνώμη καταναλωτών

Οι τάσεις των καταναλωτών χωρίζονται στην αυξανόμενη ζήτηση για καινοτομία (λειτουργικά και υγιεινά τρόφιμα), και στο αυξανόμενο αίτημα για επιστροφή στη φυσικότητα και καθαρότητα των τροφίμων (βιολογικά και υγιεινά τρόφιμα) (Giordano et al., 2017). Παρόλο που η βιομηχανία χρειάζεται την ύπαρξη καινοτόμων τεχνολογιών στην ανάπτυξη τροφίμων, υπάρχει μεγάλη απόδειξη ότι σημαντικά μεγάλη ομάδα καταναλωτών αμφιβάλλουν τόσο για τα νέα τρόφιμα όσο και για τις νέες τεχνολογίες λόγω των κινδύνων και της έλλειψης οφελών υγείας (Tucker et al., 2006, Cox et al., 2007, Frewer et al., 2011, Zhang & Liu, 2015).

Η προοπτική ανάκτησης ενώσεων υψηλής προστιθέμενης αξίας από υποπροϊόντα τροφίμων έχει προωθήσει διάφορα ερευνητικά προγράμματα, ωστόσο μόνο λίγα από αυτά έχουν καταλήξει σε εμπορική εφαρμογή (Galanakis, 2015). Τα υποπροϊόντα τροφίμων παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παραγωγή νέων συστατικών, με βάση το περιεχόμενο των λειτουργικών συστατικών, όπως οι διαιτητικές ίνες και οι πολυφαινόλες (Laureati et al., 2017). Γι' αυτό το λόγο οι καταναλωτές θα μπορούσαν να είναι πιο πρόθυμοι να δεχτούν νέα προϊόντα διατροφής, εάν αποδίδονταν οφέλη για την υγεία (Lalor et al., 2011, Lähteenmäki, 2013).

Σύμφωνα με μελέτη (C. Cattaneo et al. 2018) σχετικά με την στάση των καταναλωτών απέναντι στα υποπροϊόντα τροφίμων της προκειμένου να διερευνηθεί η στάση και οι προθέσεις των καταναλωτών προς νέα τρόφιμα, προτάθηκαν διάφορα αναλυτικά όργανα και ψυχομετρικές κλίμακες (π.χ. Eiser et al., 2002, Cox et al., 2007). Μεταξύ αυτών, οι Cox & Evans (2008) ανέπτυξαν την Κλίμακα Νεοφοβίας Τεχνολογίας Τροφίμων (Food Technology Neophobia Scale – FTNS), η οποία έχει αποδειχθεί ως έγκυρο εργαλείο για την αξιολόγηση των φόβων των καταναλωτών απέναντι στις τεχνολογίες τροφίμων λόγω της εστίασης στην τεχνολογία παρά στα τρόφιμα. Οι έρευνες για την FTNS πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα μέρη (Αυστραλία, Ιταλία και Βραζιλία) και απευθύνονταν σε ανθρώπους με διαφορετικό πολιτιστικό υπόβαθρο ο καθένας. Γι' αυτό το λόγο υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στα αποτελέσματα, όπως στη Νότια Ιταλία φαίνεται να επικρατούσε η αίσθηση ότι η καινοτομία στον τομέα των τροφίμων είναι μάταιη και γενικά προτιμώνται παραδοσιακά προϊόντα (Verneau et al., 2014). Αντίθετα, στη Βόρεια Ιταλία ο μέσος καταναλωτής έδειξε μια κυρίαρχη ευρεία αίσθηση μεγαλύτερης αβεβαιότητας σχετικά με τις νέες τεχνολογίες τροφίμων, υψηλά επίπεδα ανησυχίας για τον πιθανό

αντίκτυπο στην υγεία και μια γενική δυσπιστία σχετικά με την ποιότητα των μέσων πληροφόρησης. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι καταναλωτές με υψηλό αίσθημα νεοφοβίας ήταν πρόθυμοι στο να μάθουν για την επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων τροφίμων σε σκευάσματα τροφίμων εφόσον έχουν οφέλη για την υγεία. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο καταναλωτής εκτιμά τη λήψη πληροφοριών που μπορούν να διευκολύνουν την απόφασή του για αγορά τροφίμων που παράγονται με νέες τεχνολογίες, αφού αυτό αυξάνει την εμπιστοσύνη του στα τρόφιμα. Έχει αποδειχθεί ότι η έλλειψη επικοινωνίας/πληροφόρησης μεταξύ των καταναλωτών σχετικά με τα οφέλη και τις ανησυχίες για τα υποπροϊόντα τροφίμων μπορεί να οδηγήσει σε πιο αρνητικές στάσεις για τη χρήση των υποπροϊόντων (Cattaneo et al., 2018).

Μια ακόμη μελέτη, ερεύνησε την συμπεριφορά των ελληνικών νοικοκυριών σχετικά με την πρόληψη της σπατάλης τροφίμων (Abeliotis et al., 2014). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στις αστικές περιοχές της Ελλάδας με βάση ένα ερωτηματολόγιο. Ερωτήθηκαν άτομα τα οποία μαγειρεύουν ή/και κάνουν τις αγορές για το φαγητό. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν ελπιδοφόρα και συμβατά με την βιβλιογραφία, υποδεικνύοντας ότι υπάρχει ένας ισχυρός παράγοντας «αισθάνομαι άσχημα» σχετικά με την σπατάλη τροφίμων, τα οποία παρέχουν ένα καλό έδαφος για εκστρατείες πρόληψης. Σε σχέση με υπόλοιπες περιορισμένες μελέτες για αυτό το θέμα, τα αποτελέσματα σχετικά με τη συμπεριφορά των ελληνικών νοικοκυριών έδειξαν μια κοινή τάση στη θετική στάση για την πρόληψη σπατάλης τροφίμων, εφόσον αποτελεί ζήτημα ανησυχίας για τη μεγάλη πλειοψηφία (Abeliotis et al., 2014).

Η βιομηχανία τροφίμων πρέπει να επενδύσει σε εκπαιδευτικές εκστρατείες και προγράμματα επικοινωνίας, ώστε να αυξήσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών όσον αφορά την υγιεινή και τα βιώσιμα χαρακτηριστικά των υποπροϊόντων τροφίμων, και ακόμη να έχει θετικό αντίκτυπο στις συμπεριφορές των καταναλωτών, ιδίως σε εκείνες που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη νεοφοβία ή χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης.

## 1.6 Ασφάλεια τροφίμων και προϊόντων από υδατοκαλλιέργειες

Η αύξηση παραγωγής της υδατοκαλλιέργειας έχει εξισορροπήσει την προσφορά ψαριών σε σύγκριση με την αλιεία. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) τα επόμενα χρόνια η ανθρωπότητα θα βασιστεί σε μεγάλο βαθμό στα εκτρεφόμενα ψάρια ως πηγή πρωτεϊνικών τροφών υψηλής διατροφικής αξίας. Επιδημιολογικά στοιχεία για τροφιμογενείς ασθένειες υποδηλώνουν ότι τα ψάρια που συλλέγονται από ανοιχτούς ωκεανούς μπορούν γενικά να θεωρηθούν ως ασφαλή και θρεπτικά τρόφιμα, υπό την προϋπόθεση ότι ψύχονται γρήγορα και διαχειρίζονται σωστά. Τα προϊόντα από τις υδατοκαλλιέργειες από την άλλη πλευρά, έχουν συσχετιστεί μερικές φορές με ορισμένα θέματα ασφάλειας των τροφίμων, καθώς ο κίνδυνος μόλυνσης των προϊόντων από χημικούς και βιολογικούς παράγοντες είναι μεγαλύτερος στα γλυκά νερά και τα παράκτια οικοσυστήματα παρά τις ανοιχτές θάλασσες. Τα θέματα ασφάλειας τροφίμων από ψάρια που σχετίζονται με προϊόντα υδατοκαλλιέργειας διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και από βίοτοπο σε βίοτοπο, διαφέρουν επίσης ανάλογα τη μέθοδο παραγωγής, τις πρακτικές διαχείρισης και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Παρασιτικές λοιμώξεις από τροφές, τροφιμογενείς ασθένειες που σχετίζονται με παθογόνα βακτήρια, υπολείμματα αγροχημικών, κτηνιατρικά φάρμακα και μόλυνση από βαρέα μέταλλα έχουν αναγνωριστεί ως δυνητικοί κίνδυνοι προϊόντων υδατοκαλλιέργειας. Ένας μεγάλος αριθμός ειδών ψαριών, τόσο θαλάσσιων όσο και γλυκών υδάτων, μπορεί να αποτελέσει πηγή σημαντικών παρασίτων. Μερικά από αυτά τα παράσιτα είναι εξαιρετικά παθογόνα και η κύρια αιτία μόλυνσης από τον άνθρωπο είναι η κατανάλωση ωμών ή ανεπαρκώς ψημένων ψαριών. Χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην έρευνα για την εξάλειψη των παρασίτων στα ψάρια κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, ιδιαίτερα για τον προσδιορισμό της ικανότητας των μολυσματικών σταδίων αυτών των οργανισμών να επιβιώσουν από την θερμική επεξεργασία. Η κατάψυξη ως μέθοδος για την εξάλειψη των κινδύνων που σχετίζονται με τα παράσιτα στα ψάρια θα πρέπει να αξιολογείται σε σχέση με την πιθανότητα αλλεργικών αντιδράσεων και υπεραισθησίας. Έτσι, με την αυξανόμενη συμβολή της υδατοκαλλιέργειας στις προμήθειες τροφίμων από ψάρια και στο διεθνές και στο περιφερειακό και διεθνές εμπόριο, η σωστή αξιολόγηση και ρύθμιση τυχόν ανησυχιών για την ασφάλεια τροφίμων αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία.



## **1.7 Επικινδυνότητα ιχνοστοιχείων – βαρέων μετάλλων**

Σύμφωνα με την FSAI (Food Safety Authority of Ireland) μέταλλα και άλλα στοιχεία μπορεί να υπάρχουν φυσικά στα τρόφιμα ή μπορούν να εισέλθουν στα τρόφιμα ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων π.χ. βιομηχανικές και γεωργικές διαδικασίες. Τα μέταλλα που προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία σε σχέση με τις επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία είναι ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο κασσίτερος και το αρσενικό. Η τοξικότητα αυτών των μετάλλων οφείλεται εν μέρη στο γεγονός ότι συσσωρεύονται σε βιολογικούς ιστούς, διαδικασία γνωστή ως βιοσυσσώρευση. Αυτή η διαδικασία βιοσυσσώρευσης μετάλλων συμβαίνει σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε μέταλλα στα τρόφιμα και το περιβάλλον.

Η κύρια ανησυχία σε σχέση με την τοξικότητα του υδραργύρου στο γενικό πληθυσμό είναι η πιθανή επίδραση της οργανικής μορφής του υδραργύρου, π.χ. διμεθυλικός, στον εγκέφαλο και την πνευματική ανάπτυξη στα μικρά παιδιά. Ο μόλυβδος, επίσης, έχει επίδραση στην εγκεφαλική και πνευματική ανάπτυξη σε μικρά παιδιά, ενώ μακροχρόνια έκθεση σε παιδιά και ενήλικες μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα νεφρά, το αναπαραγωγικό και ανοσοποιητικό σύστημα εκτός από επιδράσεις στο νευρικό σύστημα. Το κάδμιο είναι τοξικό για τα νεφρά, ενώ η έκθεση σε υψηλά επίπεδα κασσίτερου, π.χ. κονσερβοποιημένα τρόφιμα σε λανθασμένα κατασκευασμένες κονσέρβες μπορούν να προκαλέσουν γαστρεντερικό ερεθισμό. Ακόμη, η έκθεση σε ανόργανο αρσενικό είναι ανησυχητική λόγω των ιδιοτήτων που προκαλούν καρκίνο. Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψιν το ευρύ φάσμα των επιπτώσεων στην υγεία και το γεγονός ότι αυτά τα τοξικά μέταλλα συσσωρεύονται στο σώμα, είναι απαραίτητο να ελέγχουμε τα επίπεδα στα τρόφιμα προκειμένου να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία.

### **1.7.1 Υδράργυρος**

Έκθεση της SCOOP (EU Scientific Cooperation Task, 2004) σχετικά με την έκθεση του ευρωπαϊκού πληθυσμού σε βαρέα μέταλλα στη διατροφή τους έδειξε ότι ο υδράργυρος είναι σχετικά ευρέως διανεμημένος στα τρόφιμα σε πολύ χαμηλά επίπεδα και κυρίως σε λιγότερο τοξική ανόργανη μορφή, αλλά ότι η πιο τοξική μορφή υδραργύρου, ο διμεθυλικός, βρίσκεται σε σημαντικά επίπεδα μόνο στα ψάρια και τα θαλασσινά. Άτομα που ακολουθούν διατροφή που περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε ψάρια ή/και οστρακοειδή μπορεί να υπερβαίνουν τη προσωρινή ανεκτή εβδομαδιαία πρόσληψη διμεθυλικός που καθιερώθηκε από την JECFA (Joint

FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) το 2003, 1,6 μg/kg σωματικού βάρους και συνεπώς μπορεί να κινδυνεύουν. Η ποσότητα διμεθυλικού στα ψάρια και τα οστρακοειδή συσχετίζεται με έναν αριθμό παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους και της ηλικίας των ψαριών, του είδους και του επιπέδου υδραργύρου στα ύδατα που αποτελούν τον κύριο βιότοπο τους. Ο κονσερβοποιημένος τόνος κατά μέσο όρο έχει βρεθεί ότι περιέχει τη μισή ποσότητα υδραργύρου από τον φρέσκο τόνο. Αυτό συμβαίνει επειδή διαφορετικά είδη και μικρότερα σε ηλικία ψάρια χρησιμοποιούνται για κονσερβοποίηση. Σε αξιολόγησή της η EFSA κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η τοξικότητα του διμεθυλικός έχει αποδειχθεί σε χαμηλά επίπεδα.

### **1.7.2 Μόλυβδος**

Όπως υποδεικνύεται, η μόλυνση των τροφίμων με μόλυβδο προκύπτει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικών εκπομπών, όπως η εξόρυξη. Τα δεδομένα από την έκθεση της SCOOP για τα βαρέα μέταλλα δείχνουν ότι τα επίπεδα μόλυβδου στα πιο συχνά καταναλώσιμα τρόφιμα είναι γενικά χαμηλά. Ακόμη, ο FDA εκτιμά ότι εάν η ποσότητα μόλυβδου σε ένα προϊόν διατροφής είναι αρκετά υψηλή για να αυξήσει το επίπεδο μόλυβδου στο αίμα ενός ατόμου, τότε αυτό σε ένα σημείο είναι ανησυχητικό. Ο οργανισμός υπολόγισε τη μέγιστη ημερήσια πρόσληψη μόλυβδου από τα τρόφιμα, η οποία ονομάζεται Επίπεδο Ενδιάμεσης Αναφοράς (IRL). Ο FDA, λοιπόν, υπολόγισε το IRL στα 3 μg ημερησίως για παιδιά και 12,5 μg ημερησίως για ενήλικες. Το επίπεδο μόλυβδου είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις γυναίκες σε αναπαραγωγική ηλικία, για την προστασία από πιθανή έκθεση του εμβρύου σε γυναίκες που αγνοούν ότι είναι έγκυος και από την έκθεση βρεφών κατά τη διάρκεια του θηλασμού.

### **1.7.3 Κάδμιο**

Το κάδμιο υπάρχει σε χαμηλά επίπεδα στα περισσότερα τρόφιμα. Τα υψηλότερα επίπεδα καδμίου βρίσκονται στα εντόσθια των θηλαστικών και τα μύδια, στρείδια και χτένια. Ωστόσο, τα τρόφιμα αυτά είναι λιγότερο σημαντικά στη συνολική πρόσληψη καδμίου, καθώς καταναλώνονται σε σχετικά μικρές ποσότητες, με αποτέλεσμα τα δεδομένα της SCOOP να δείχνουν ότι ο γενικός πληθυσμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι απίθανο να υπερβεί το ADI για το κάδμιο.

### **1.8 Σκοπός μελέτης**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογήσει τη σύσταση και το θρεπτικό περιεχόμενο των βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών που παράγονται κατά τη διάρκεια της φιλετοποίησης και το πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή νέων προϊόντων ή να ενσωματωθούν σε άλλα προϊόντα αυξάνοντας την θρεπτική τους αξία.

Η παρούσα μελέτη είναι συνέχεια προηγούμενων μελετών, οι οποίες έχουν ερευνήσει τη σύσταση υποπροϊόντων ψαριών, την ασφάλεια υποπροϊόντων ψαριών ως προς την συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, την βιοδραστικότητα υποπροϊόντων ψαριών και την αξιολόγηση των μικροβιολογικών κριτηρίων τους. Η μελέτη αυτή θα προστεθεί στο συνολικό ερευνητικό υλικό για την αξιολόγηση των υποπροϊόντων ψαριών ελληνικής ιχθυοκαλλιέργειας.

## **2. Μεθοδολογία**

### **2.1 Συλλογή και προετοιμασία δειγμάτων**

Για την διεξαγωγή των αναλύσεων συλλέχθηκαν 5 ολόκληρα ψάρια τσιπούρες (συνολικά 2 kg), 400 g κεφάλια, 400 g κόκκαλα (ουρά – πτερύγια) και 400 g λέπια νωπά, από την εταιρεία ΝΗΡΕΥΣ Ιχθυοκαλλιέργειες στο Κορωπί Αττικής τον Ιούλιο του 2020. Τα ψάρια ήταν νωπά και μεταφέρθηκαν σε πάγο στο εργαστήριο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αμέσως, ακολούθησε η επεξεργασία τους.

Αρχικά, για τη φιλετοποίηση των ψαριών και τον καθαρισμό των υποπροϊόντων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Ο καθαρισμός από βράγχια και εντόστια πραγματοποιήθηκε από το σημείο λιανικής απ' όπου προμηθεύτηκαν τα υποπροϊόντα. Το ίδιο συνέβη για τον αποκεφαλισμό και την αποκοπή των πτερυγίων και των κόκκαλων από τα ψάρια. Οι κεφαλές και τα πτερύγια αποθηκεύτηκαν ξεχωριστά σε θερμοκρασία 4° C έως το επόμενο στάδιο της προπαρασκευής, όπως και τα ψάρια. Έπειτα, ακολούθησε η αφαίρεση του δέρματος, όπου έγινε αφαίρεση της σάρκας μαζί με το δέρμα από τα πτερύγια και τα κόκκαλα και στη συνέχεια αφαιρέθηκε και συλλέχθηκε ξεχωριστά το δέρμα από το φιλέτο του ψαριού. Τέλος, πραγματοποιήθηκε σχολαστικός καθαρισμός των συλλεγμένων οστών και δερμάτων από τη σάρκα που είχε μείνει προσκολλημένη σε εκείνα. Οι κατηγορίες των υποπροϊόντων που αναλύθηκαν είναι κεφάλια, πτερύγια – κόκκαλα (το κεντρικό οστό με την ουρά είναι μαζί με τα πτερύγια), δέρμα και λέπια.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο βρασμός των υποπροϊόντων, όπου κάθε τμήμα ιστών του κάθε τύπου υποπροϊόντος τοποθετήθηκε ξεχωριστά σε μαγειρικό σκεύος που περιείχε 1mL νερού ανά g περιεχομένου που έβραζε για 10 λεπτά και αναδεύθηκαν συνεχώς. Μετά, το πέρας του βρασμού το περιεχόμενο αποστραγγίστηκε, τεμαχίστηκε σε όσο το δυνατόν μικρά κομμάτια και φυλάχθηκε στην κατάψυξη έως την επόμενη επεξεργασία.

Ακολούθησε ξήρανση των παραπάνω δειγμάτων με τη διαδικασία της λυοφυλίσωσης. Η διάρκεια της ξήρανσης εξαρτάται από το είδος του δείγματος, και κυμαίνεται από 12-30 ώρες.

Η μέθοδος της λυοφυλίσωσης χρησιμοποιείται συχνά καθώς πλεονεκτεί σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ξήρανσης. Δεν καταστρέφει τα θρεπτικά συστατικά του τροφίμου και επιπλέον διατηρεί τα πτητικά αρωματικά συστατικά του, συντηρεί καλύτερα τα

χαρακτηριστικά της δομής και εμφάνισης καθώς η συρρίκνωση είναι περιορισμένη, τα δείγματα δεν αφρίζουν, δεν σκληραίνουν, δεν οξειδώνονται σημαντικά και δεν υφίστανται εκτεταμένη μεταβολή στην μικροβιοχλωρίδα τους κατά την επεξεργασία αυτή.

Τα δείγματα οδηγήθηκαν στο σύστημα λυοφιλίωσης, όπου παρέμειναν για 48 ώρες, με σκοπό την αφυδάτωσή τους, έκτος των δειγμάτων των λεπιών τα οποία παρέμειναν για 24 ώρες. Με τον τρόπο αυτό η ενεργότητα νερού (aw) των δειγμάτων μειώνεται αυξάνοντας την διάρκεια ζωής τους. Μετά την επεξεργασία και την αφυδάτωσή τους τα υποπροϊόντα υποβλήθηκαν σε άλεση με μπλέντερ οικιακού τύπου ώστε να καταλήξουν σε μορφή σκόνης. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε συλλέκτες με βιδωτό πώμα, σφραγίστηκαν με Parafilm και φυλάχθηκαν σε κατάψυξη στους  $-80^{\circ}\text{C}$ .



**Εικόνα 2.1** Δείγματα υποπροϊόντων κατά τη διάρκεια της λυοφιλίωσης.

## **2.2 Προσδιορισμός χημικής σύστασης**

Έπειτα από την επεξεργασία των βρασμένων υποπροϊόντων τσιπούρας ακολούθησε η μέτρηση των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών της πούδρας.

Η μέτρηση της πρωτεΐνης πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Kjeldahl. Τα μέταλλα και ιχνοστοιχεία προσδιορίστηκαν με χώνευση και με Φασματομετρία Ατομικής Απορρόφησης (AAS) (Kandyliary et al., 2020).

### **2.2.1 Προσδιορισμός μετάλλων**

Τα μακροστοιχεία Ca, Mg, Na και K προσδιορίστηκαν για τις τέσσερις κατηγορίες των βρασμένων υποπροϊόντων (κεφάλια, πτερύγια-κόκκαλα, δέρμα, λέπια). Τα λυοφιλιωμένα δείγματα υπέστησαν πέψη με υπερκαθαρό HNO<sub>3</sub> 65% και στη συνέχεια προστέθηκε 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Islam et al., de Macêdo et al. και Milanov et al., 2015). Η μέτρηση των μακροστοιχείων (Ca, Mg, Na, K) πραγματοποιήθηκε με Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής (AES), με τη χρήση φασματόμετρου Varian SpectrAA 200 (Varian, Mulgrave, Αυστραλία). Όλες οι αναλύσεις των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν τρεις φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg/g λυοφιλιωμένου δείγματος.

Τα ιχνοστοιχεία V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd και Pb προσδιορίστηκαν και αυτά για τις τέσσερις κατηγορίες υποπροϊόντων όπου ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία χώνευσης που περιγράφηκε ανωτέρω για τα μακροστοιχεία. Ο προσδιορισμός των ιχνοστοιχείων πραγματοποιήθηκε με φασματομετρία μάζας σε επαγωγικό συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS), χρησιμοποιώντας όργανο Thermo Scientific ICAP Qc (Waltham, MA, USA) . Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε λειτουργία συγκρούσεις κυψελών, με προσδιορισμό κινητικής ενέργειας (KED) χρησιμοποιώντας καθαρό He. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν τρεις φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μg/g λυοφιλιωμένου δείγματος..

### 2.2.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των πρωτεϊνών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος προσδιορισμού αζώτου με τη συσκευή Kjeldahl (Kjeltec 8100, Foss Analytical, Hilleroed, Denmark), σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στο ISO 5983-2:2005. Με τα αποτελέσματα των αναλύσεων του πειράματος της συσκευής Kjeldahl ακολούθησε ο υπολογισμός του ποσοστού της συνολικής περιεκτικότητας των πρωτεϊνών, όπου πολλαπλασιάστηκε η περιεκτικότητα του αζώτου με το συντελεστή μετατροπής 6,25.



**Εικόνα 2.2** Συσκευή χώνευσης για τον προσδιορισμό πρωτεϊνών.



**Εικόνα 2.3** Συσκευή Kjeldahl.

### **2.2.3 Στατιστική ανάλυση**

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Spss, έκδοση IBM SPSS Statistics 25.000. Θεωρήθηκε σημαντικά στατιστική διαφορά  $p\text{-value} < 0,05$ . Χρησιμοποιήθηκε το Mann – Whitney U test για τη σύγκριση των ωμών με των βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών. Ακόμη, το Kruskal – Wallis test χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση των βρασμένων υποπροϊόντων (κεφάλια, πτερύγια-κόκκαλα, δέρμα και λέπια).



### 3. Αποτελέσματα

Στα αποτελέσματα των αναλύσεων της παρούσας μελέτης για τα βρασμένα υποπροϊόντα ψαριών έγινε σύγκριση με τα αποτελέσματα προηγούμενης μελέτης για τη σύσταση νωπών υποπροϊόντων ψαριών (Kandyliari et al., 2020), όπου έχουν ακολουθηθεί οι ίδιες διαδικασίες ανάλυσης και επεξεργασίας των υποπροϊόντων με αυτή την μελέτη.

Τα δείγματα που μελετήθηκαν ήταν βρασμένα υποπροϊόντα ψαριών τσιπούρας (κεφάλια, κόκκαλα – πτερύγια, δέρμα και λέπια). Στον παρακάτω πίνακα 3.1 και στα γραφήματα 3.1-3.4 φαίνονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων της σύστασης των μετάλλων και της πρωτεΐνης (μέσες τιμές) και η σύγκριση των δύο κατηγοριών, βρασμένων δειγμάτων με αυτά των ωμών.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τα ωμά δείγματα υποπροϊόντων (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια και δέρμα) σε σύγκριση με τα δείγματα των βρασμένων υποπροϊόντων (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια και δέρμα) έδειξαν  $p\text{-value} > 0,5$ . Άρα δεν υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά για τα δείγματα των υποπροϊόντων ψαριών. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων ειδών βρασμένων δειγμάτων υποπροϊόντων ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια).

Τα αποτελέσματα για τα μέταλλα παρουσίασαν κάποιες διακυμάνσεις στα διάφορα δείγματα των βρασμένων υποπροϊόντων σχετικά με τις τιμές των ωμών δειγμάτων (πίνακας 3.1). Συγκεκριμένα, μέγιστη τιμή παρουσίασε το Mn στα κεφάλια ( $15,5 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$ ) και στα λέπια ( $26,6 \pm 1,3 \mu\text{g/g}$ ). Ο Fe έδειξε μέγιστη τιμή και στα τέσσερα δείγματα βρασμένων υποπροϊόντων, στα κεφάλια ( $147 \pm 3 \mu\text{g/g}$ ), στα κόκκαλα-πτερύγια ( $57,2 \pm 5,2 \mu\text{g/g}$ ), στο δέρμα ( $33,7 \pm 7,5 \mu\text{g/g}$ ) και στα λέπια ( $126 \pm 7 \mu\text{g/g}$ ). Ακόμη, ο Zn παρουσίασε μέγιστη τιμή στα κεφάλια ( $92,5 \pm 7 \mu\text{g/g}$ ), στα κόκκαλα-πτερύγια ( $68,8 \pm 2,5 \mu\text{g/g}$ ), στο δέρμα ( $93,5 \pm 6,6 \mu\text{g/g}$ ) και στα λέπια ( $68,8 \pm 17,1$ ). Το Ca παρουσίασε, επίσης, μέγιστη τιμή στα κεφάλια ( $26,9 \pm 2,3 \text{ mg/g}$ ) και στα λέπια ( $116 \pm 1 \text{ mg/g}$ ). Οι τιμές για τα υπόλοιπα μέταλλα στα δείγματα των βρασμένων υποπροϊόντων δε διαφέρουν πολύ σε σύγκριση με αυτά των ωμών δειγμάτων υποπροϊόντων. Ωστόσο, οι μέγιστες τιμές για τα βρασμένα δείγματα είναι για το V στα λέπια ( $0,41 \pm 0,01 \mu\text{g/g}$ ), για το Cr στα λέπια ( $0,37 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$ ), για το Co στα κεφάλια ( $0,04 \pm 0,01 \mu\text{g/g}$ ), για το Ni στα κεφάλια ( $0,33 \pm 0,11 \mu\text{g/g}$ ), για το Cu το

δέρμα ( $1,94 \pm 0,13$   $\mu\text{g/g}$ ), για το As τα κεφάλια ( $2,53 \pm 0,08$   $\mu\text{g/g}$ ), για το Cd τα λέπια ( $0,01 \pm 0,001$   $\mu\text{g/g}$ ) και για το Pb τα λέπια ( $0,33 \pm 0,02$   $\mu\text{g/g}$ ). Ακόμη, για το Mg τα λέπια ( $1,76 \pm 0,02$   $\text{mg/g}$ ), για το Na στα ( $6,56 \pm 0,47$   $\text{mg/g}$ ) και για το K ( $3,57 \pm 0,18$   $\text{mg/g}$ ).

Ενδεικτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων και οι διακυμάνσεις φαίνονται στα παρακάτω γραφήματα 3,1-3,3.

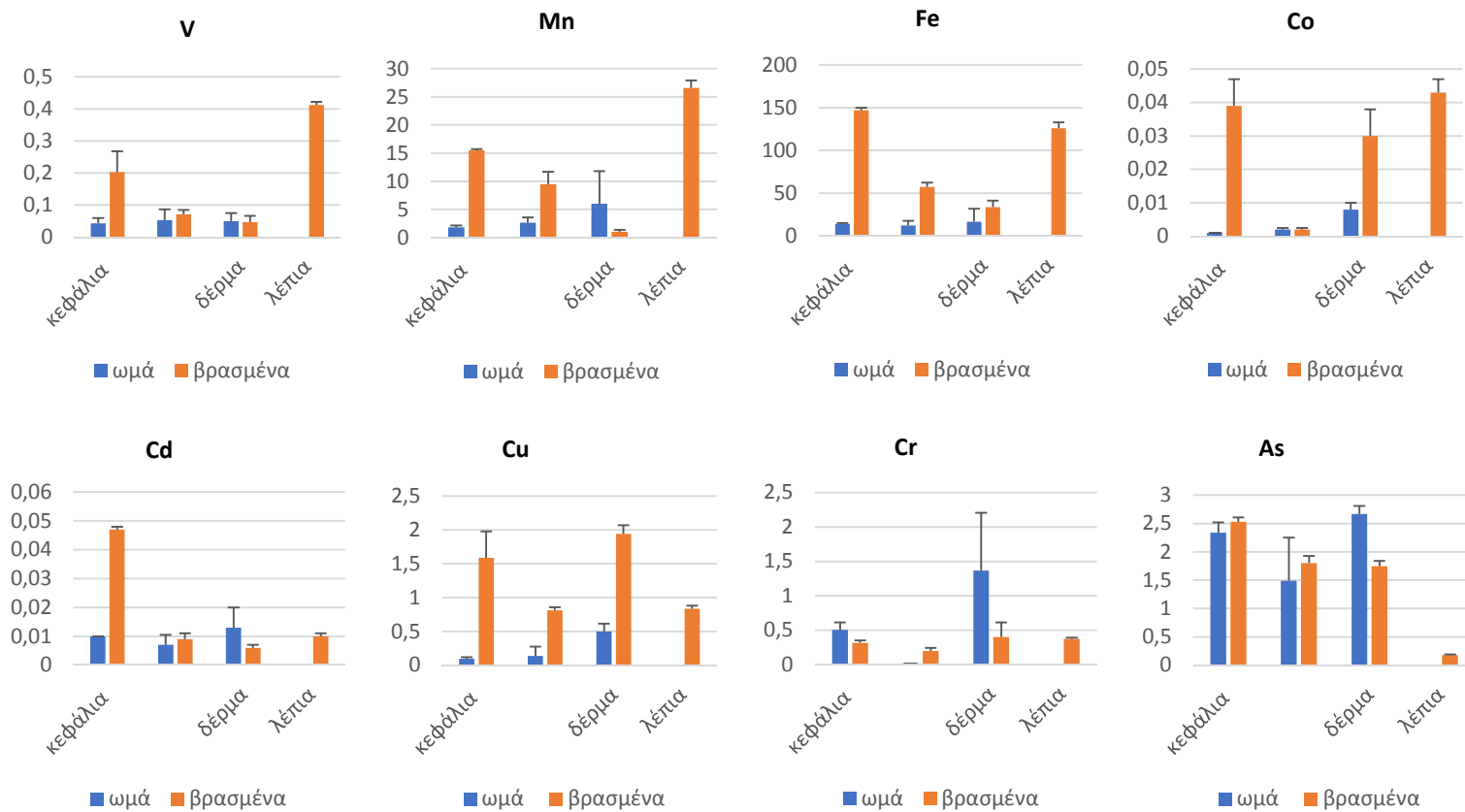
**Πίνακας 3.1.** Συγκεντρώσεις διατροφικής σύστασης δειγμάτων υποπροϊόντων (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) ψαριών τσιπούρας.

		Ωμά						Βρασμένα								*P1	**P2
		Κεφάλια		Κόκκαλα-Πτερύγια		Δέρμα		Κεφάλια		Κόκκαλα-Πτερύγια		Δέρμα		Λέπια			
		μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.		
Πρωτεΐνη	%	34,8	±0,56	40,43	±1,47	46,42	±0,5	38,46	±2,37	53,45	±0,51	56,14	±3,31	41,84	±1,98	>0,05	>0,05
Βανάδιο (V)	μg/g	0,04	±0,01	0,05	±0,03	0,05	±0,03	0,20	±0,07	0,07	±0,01	0,05	±0,02	0,41	±0,01	>0,05	>0,05
Χρώμιο (Cr)	μg/g	0,50	±0,11	0,02	±0	1,37	±0,21	0,31	±0,03	0,19	±0,05	0,31	±0,21	0,37	±0,02	>0,05	>0,05
Μαγγάνιο (Mn)	μg/g	1,83	±0,3	2,66	±0,94	6,02	±5,78	15,5	±0,2	9,49	±2,18	1,06	±0,33	26,6	±1,3	>0,05	>0,05
Σίδηρος (Fe)	μg/g	13,95	±1,05	12,1	±5,65	16,34	±15,37	147	±3	57,2	±5,2	33,7	±7,5	126	±7	>0,05	>0,05
Κοβάλτιο (Co)	μg/g	0,001	±0	0,002	±0,001	0,008	±0,002	0,04	±0,01	0,002	±0,001	0,03	±0,01	0,04	±0,004	>0,05	>0,05
Νικέλιο (Ni)	μg/g	0,08	±0,01	0,06	±0,04	0,31	±0,04	0,33	±0,11	0,17	±0,022	0,33	±0,08	0,30	±0,03	>0,05	>0,05
Χαλκός (Cu)	μg/g	0,01	±0,023	0,14	±0,138	0,50	±0,13	1,59	±0,39	0,81	±0,05	1,94	±0,13	0,84	±0,04	>0,05	>0,05
Ψευδάργυρος (Zn)	μg/g	9,48	±2,53	12,26	±8,43	13,82	±6,68	92,5	±7	68,8	±2,5	93,5	±6,6	68,8	±17,1	>0,05	>0,05
Αρσενικό (As)	μg/g	2,34	±0,18	1,50	±0,76	2,67	±0,14	2,53	±0,08	1,8	±0,13	1,75	±0,09	0,18	±0,01	>0,05	>0,05
Κάδμιο (Cd)	μg/g	0,01	±0	0,007	±0,004	0,01	±0,01	0,05	±0,001	0,01	±0,002	0,006	±0,001	0,01	±0,001	>0,05	>0,05
Μόλυβδος (Pb)	μg/g	0,20	±0,03	0,06	±0,01	0,09	±0,04	0,01	±0,05	0,01	±0,001	0,16	±0,08	0,33	±0,02	>0,05	>0,05
Ασβέστιο (Ca)	mg/g	7,11	±1,49	17,76	±8,06	1,3	±0,8	26,9	±2,3	16,5	±1,8	1,23	±0,14	116	±1	>0,05	>0,05
Μαγνήσιο (Mg)	mg/g	0,87	±0,01	1,19	±0,65	1,34	±0,76	0,99	±0,01	0,89	±0,08	0,76	±0,03	1,76	±0,02	>0,05	>0,05
Νάτριο (Na)	mg/g	3,48	±0,2	5,3	±0,28	2,43	±1,09	6,56	±0,47	2,09	±0,11	1,06	±0,02	2,42	±0,14	>0,05	>0,05
Κάλιο (K)	mg/g	6,44	±0,04	7,62	±0,61	8,05	±0,61	0,61	±0,23	3,57	±0,18	3,38	±0,36	0,27	±0,06	>0,05	>0,05

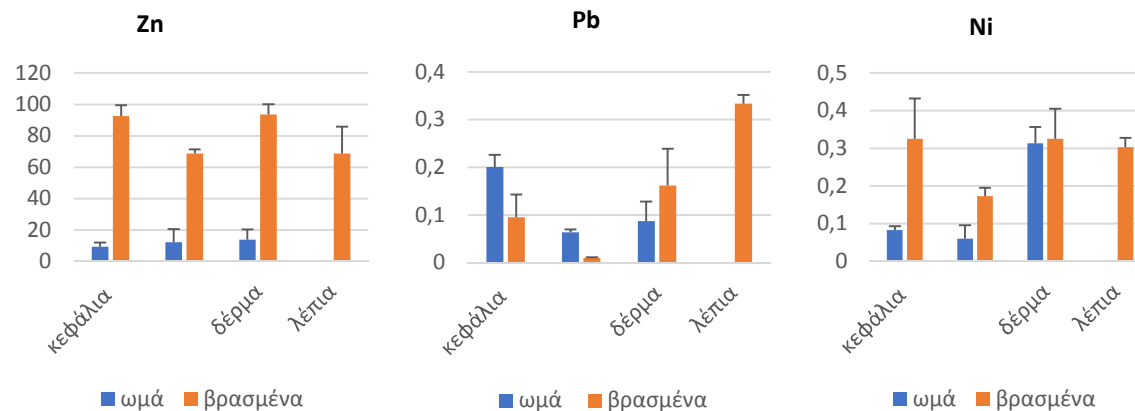
\* P1 υποδηλώνει στατιστική σημασία μεταξύ των ωμών και βρασμένων δειγμάτων υποπροϊόντων.

\*\* P2 υποδηλώνει στατιστική σημασία μεταξύ των βρασμένων δειγμάτων (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα, λέπια).

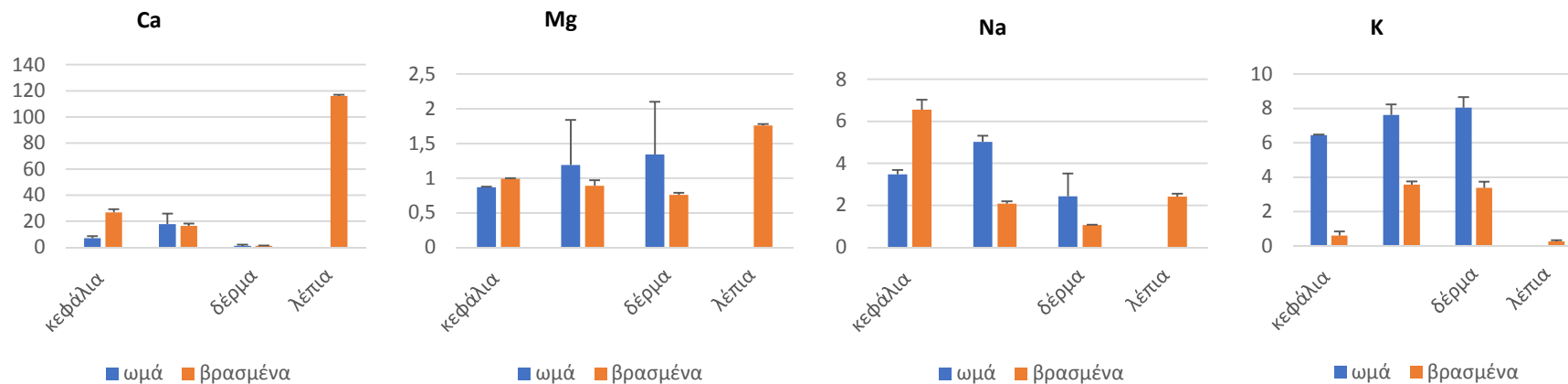
Όπου μ.τ. η μέση τιμή και τ.α. η τυπική απόκλιση.



**Γράφημα 3.1** Ραβδόγραμμα μέσω των τιμών περιεκτικότητας (µg/g) ιχνοστοιχείων σε υποπροϊόντα ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερυγία, δέρμα και λέπια) μεταξύ ωμών και βρασμένων.



**Γράφημα 3.2** Ραβδόγραμμα μέσων τιμών περιεκτικότητας (µg/g) ιχνοστοιχείων σε υποπροϊόντα ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) μεταξύ ωμών και βρασμένων.



**Γράφημα 3.3** Ραβδόγραμμα μέσων τιμών περιεκτικότητας (mg/g) μακροστοιχείων σε υποπροϊόντα ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) μεταξύ ωμών και βρασμένων.

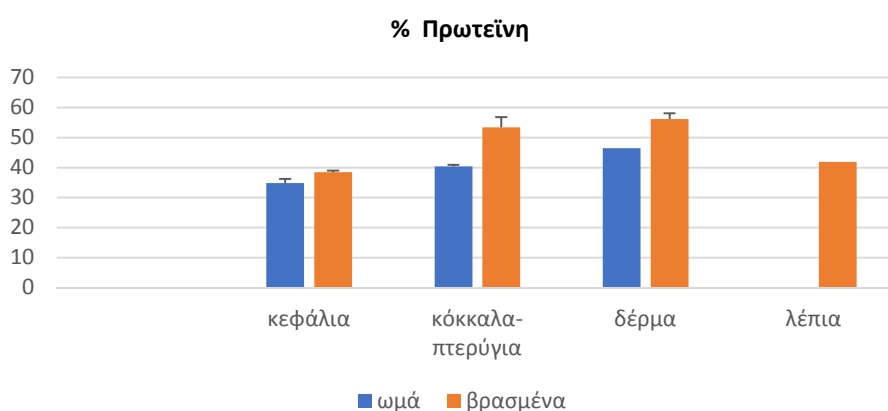
Στον πίνακα 3.2 φαίνεται η περιεκτικότητα σε μέταλλα Ca, Mg, Na και K των διάφορων υποπροϊόντων ψαριών. Τα ποσοστά RDA (Recommended Dietary Allowance) και AI (Adequate Intake) υπολογίστηκαν για όλα τα υποπροϊόντα με βάση 100 g ξηρού δείγματος. Τα λέπια και τα κεφάλια αποτελούν υψηλή πηγή Ca με RDA 1160 % και 269 % αντίστοιχα. Για το Mg το ποσοστό RDA είναι 53,5 % για τα λέπια. Για το Na και K το ποσοστό RDA είναι 43,73 % και 8,64 % αντίστοιχα, για τα κεφάλια.

**Πίνακας 3.2** Συγκεντρώσεις μακροστοιχείων δειγμάτων υποπροϊόντων (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) ψαριών τσιπούρας και ποσοστά RDA και AI.

mg/g	Κεφάλια		Κόκκαλα-Πτερύγια		Δέρμα		Λέπια	
	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.	μ.τ.	τ.α.
Ασβέστιο (Ca)	26,9	2,3	16,5	1,8	1,23	0,14	116	1
Μαγνήσιο (Mg)	0,99	0,01	0,89	0,08	0,76	0,03	1,76	0,02
Νάτριο (Na)	6,56	0,47	2,09	0,11	1,06	0,02	2,42	0,14
Κάλιο (K)	0,61	0,23	3,57	0,18	3,38	0,36	0,27	0,06
% RDA/AI (Ca)*	269		165		12,3		1160	
% RDA/AI (Mg)*	30,21		27,14		23,10		53,5	
% RDA/AI (Na)*	43,73		13,93		7,07		16,13	
% RDA/AI (K)*	8,64		7,6		7,19		0,57	

\* Η συγκέντρωση των μετάλλων υπολογίστηκε ως mg/g ξηρής ύλης. Τα ποσοστά RDA/AI για την περιεκτικότητα 100g αποξηραμένου δείγματος υπολογίστηκαν με βάση τις ακόλουθες τιμές: 1000 mg για Ca, 329 mg για Mg, 1500 mg Na και 4700 mg K.

Το γράφημα 3.4 απεικονίζει τις μέσες τιμές του ποσοστού των πρωτεϊνών για τα δείγματα των υποπροϊόντων ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) μεταξύ των ωμών και βρασμένων δειγμάτων. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ως προς το ποσοστό της πρωτεΐνης (πίνακας 3.1). Όπως φαίνεται και στο γράφημα η μέγιστη τιμή ποσοστού πρωτεΐνης για τα βρασμένα δείγματα υποπροϊόντων σημειώνεται στο δέρμα ( $56,14 \pm 3,31\%$ ), ακολούθως για τα κόκκαλα-πτερύγια ( $53,45 \pm 0,51\%$ ), τα λέπια ( $41,84 \pm 1,98\%$ ) και για τα κεφάλια ( $38,46 \pm 2,37\%$ ).



**Γράφημα 3.4** Ραβδόγραμμα μέσων τιμών ποσοστού πρωτεϊνών για υποπροϊόντα ψαριών (κεφάλια, κόκκαλα-πτερύγια, δέρμα και λέπια) μεταξύ ωμών και βρασμένων.

#### 4. Νομοθεσία – επιτρεπόμενα όρια

Νομοθετικά όρια για τα μέγιστα επιτρεπόμενα επίπεδα έχουν σημειωθεί για διάφορα μέταλλα, ωστόσο όχι για όλα. Συγκεκριμένα νομοθετικά πλαίσια υπάρχουν για Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd και Pb, όπου τα όρια είναι 1, 10, 80, 20, 50, 3.5, 0.05 και 0.3 mg/kg αντίστοιχα, προσδιορισμένα επι νωπού δείγματος. Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για V, Mn και Fe δεν έχουν οριστεί ακόμη από τους εθνικούς φορείς.

Στον παρακάτω πίνακα 4.1., φαίνεται ότι για το χρώμιο η συγκέντρωση των υποπροϊόντων είναι μέσα στα όρια που έχουν οριστεί από FAO. Ακολούθως, οι συγκεντρώσεις των υποπροϊόντων για κοβάλτιο (Co), νικέλιο (Ni), χαλκό (Cu), αρσενικό (As) και ψευδάργυρο (Zn) είναι και αυτές μέσα στα επιτρεπόμενα όρια σύμφωνα με FAO, IEC και MAFF.

Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων ιχνοστοιχείων Cd και Pb για ορισμένα δείγματα υποπροϊόντων δεν βρέθηκαν εντός των ορίων που έχουν τεθεί. Η συγκέντρωση καδμίου (Cd) στα δείγματα κόκκαλα-πετρώγια, δέρμα και λέπια ήταν πάνω από τα όρια που έχει τοποθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Επίσης, η συγκέντρωση μολύβδου (Pb) είναι και αυτή υψηλή στα δείγματα κόκκαλα-πετρώγια με βάση τα όρια της E.U.. Τα δείγματα αυτά των υποπροϊόντων που είναι πάνω των νομοθετημένων ορίων μπορεί να βλαβερά προς κατανάλωση για τον άνθρωπο.



**Πίνακας 4.1.** Μέση τιμή περιεκτικότητας (μg/g) ιχνοστοιχείων επι νωπού δείγματος.

w.w.*	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Κεφάλια	0,081	0,125	6,209	59,020	0,015	0,130	0,638	37,138	1,013	0,018	0,037
Κόκκαλα- Πτερύγια	0,029	0,082	4,046	24,369	4,266	0,073	0,346	29,215	0,768	3,978	4,120
Δέρμα	0,019	0,169	0,454	14,471	3,928	0,139	3,507	40,111	0,748	2,717	0,069
Λέπια	0,175	0,157	11,339	53,571	0,018	0,128	0,356	29,314	0,075	4,120	0,142
<b>Νομοθετικά όρια</b>		1 <sup>(12)</sup>			10 <sup>(12)</sup>	80 <sup>(11)</sup>	20 <sup>(10)</sup>	50 <sup>(10)</sup>	3,5 <sup>(12)</sup>	0,05 <sup>(13)</sup>	0,3 <sup>(13)</sup>

\* w.w. (wet weight): επι νωπού βάρους

## 5. Συζήτηση

### 5.1 Σύσταση υποπροϊόντων ψαριών

Το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των διάφορων υποπροϊόντων από τα τρόφιμα απασχολεί όλο και περισσότερο την πολιτεία και την κοινωνία σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω παραγόντων όπως η κλιματική αλλαγή, οι φυσικές καταστροφές και η υιοθέτηση υγιεινού τρόπου ζωής και διατροφής. Τα υποπροϊόντα τροφίμων συνήθως προκύπτουν κατά την επεξεργασία του προϊόντος στην διάρκεια της παραγωγικής αλυσίδας, εκεί επικεντρώνονται οι παγκόσμιοι και διεθνείς οργανισμοί με σκοπό την κυκλική οικονομία και αειφόρο ανάπτυξη. Το USDA (Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής) συμβάλει στην αποτροπή της σπατάλης τροφίμων ως την πρώτη καλύτερη επιλογή για αγρότες, επιχειρήσεις, οργανισμούς και καταναλωτές. Ένας μεγάλος αριθμός προγραμμάτων του USDA συμβάλει σε αυτό τον στόχο, ο οποίος κυμαίνεται από εκείνους που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα της αγοράς και της διανομής έως εκείνους που εκπαιδεύουν τους καταναλωτές σχετικά με την ασφαλή αποθήκευση των τροφίμων. Ακόμη, η αγροτική ανάπτυξη του USDA έχει δημιουργήσει έναν οδηγό για προγράμματα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρηματοδοτήσουν έργα απώλειας τροφίμων και μείωσης αποβλήτων. Το Εθνικό Ινστιτούτο Γεωργίας του USDA (NIFA- National Institute of Food and Agriculture) έχει αναπτύξει έναν οδηγό για προγράμματα που παρέχουν χρηματοδότηση για έρευνα σχετικά με την σπατάλη τροφίμων. Επίσης, η Ε.Ε και οι χώρες της Ε.Ε. έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν την Αναζήτηση Στόχου Αειφόρου Ανάπτυξης (SDG), που εγκρίθηκε τον Σεπτέμβριο του 2015, η οποία στοχεύει στη μείωση κατά το ήμισυ των κατά κεφαλή απορριμμάτων τροφίμων σε επίπεδο λιανικής και καταναλωτή έως το 2030 και να μειώσει τις απώλειες τροφίμων κατά μήκος της παραγωγικής αλυσίδας και προμήθειας τροφίμων (EU, 2021). Οι πιο πρόσφατες εκτιμήσεις των ευρωπαϊκών επιπέδων απορριμμάτων τροφίμων (FUSIONS, 2016) αποκαλύπτουν ότι το 70 % των απορριμμάτων τροφίμων της Ε.Ε. προκύπτει στον τομέα των νοικοκυριών, των υπηρεσιών τροφίμων και λιανικής, με τους τομείς παραγωγής και μεταποίησης να συνεισφέρουν το υπόλοιπο 30 %. Στην παρούσα μελέτη στόχος ήταν να αξιολογηθεί η διατροφική και χημική σύσταση των υποπροϊόντων ψαριών, τα οποία προκύπτουν κατά την φιλετοποίηση και τις πιθανότητες να αξιοποιηθούν σε άλλες χρήσεις.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων της παρούσας μελέτης, η χημική σύσταση των υποπροϊόντων ψαριών έδειξε κάποια διαφοροποίηση μεταξύ των υποπροϊόντων. Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα των μετάλλων και ιχνοστοιχείων δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ωμών και βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών. Ωστόσο, οι τιμές των βρασμένων δειγμάτων είναι πιο υψηλές. Η συνολική τιμή των συγκεντρώσεων των μέσων τιμών των ιχνοστοιχείων για τα βρασμένα υποπροϊόντα ήταν  $Zn > Mn > Fe > As > Cu > Ni > Cr > V > Pb > Co > Cd$ . Στη μελέτη των Kaldyliari et al., 2020 τα επίπεδα των ιχνοστοιχείων με φθίνουσα σειρά είναι για τα ωμά  $Fe > Zn > Mn > Cu > As > Cr > Pb > Ni > Cd > V > Co$ . Αυτό υποδεικνύει και στις δύο περιπτώσεις ότι τα βασικά ιχνοστοιχεία Fe, Zn, Cu και Mn χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα (Aydın-Önen & M. Öztürk, 2017). Ακόμη, η φθίνουσα σειρά μεταξύ των συγκεντρώσεων των ειδών των δειγμάτων των υποπροϊόντων ψαριών διαφοροποιήθηκε λίγο και έδειξε ότι για τα ωμά είναι δέρμα > κόκκαλα – πτερύγια > κεφάλια, ενώ για τα βρασμένα είναι κεφάλια > λέπια > κόκκαλα – πτερύγια > δέρμα (Kaldyliari et al., 2020).

Ακόμη η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, ωστόσο η φθίνουσα σειρά των ωμών δειγμάτων έδειξε ότι είναι δέρμα > κόκκαλα – πτερύγια > κεφάλια των (Kaldyliari et al., 2020) και των βρασμένων δέρμα > κόκκαλα – πτερύγια > λέπια > κεφάλια. Στα βρασμένα δείγματα υποπροϊόντων σημειώθηκαν υψηλότερες τιμές ποσοστού πρωτεϊνών και συγκεκριμένα στα δείγματα των κόκκαλων – πτερυγίων και του δέρματος οι τιμές είναι άνω του 50 %. Ωστόσο, αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της ύπαρξης σάρκας στα δείγματα που δεν αφαιρέθηκε σωστά κατά την φιλετοποίηση. Συνολικά, και στις δύο περιπτώσεις των αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τις περιεκτικότητες των μετάλλων – ιχνοστοιχείων και των πρωτεϊνών, υψηλότερες τιμές σημειώνονται στα βρασμένα δείγματα των υποπροϊόντων ψαριών, αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της θερμότητας.

## 5.2 Επίδραση θερμικής επεξεργασίας στα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα τρόφιμα καταναλώνονται μαγειρεμένα και όχι ωμά, εκτός των φρούτων στην πλειοψηφία. Οι διάφορες θερμικές επεξεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος (τηγάνισμα, ψήσιμο στο φούρνο ή σχάρα, βρασμός κ.τ.λ.) επηρεάζουν, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τη σύσταση και δομή των τροφίμων. Από την βιβλιογραφία, σημειώνονται μελέτες που ερευνούν την επίδραση των μεθόδων μαγειρέματος στη σύνθεση των μετάλλων, στην συγκέντρωση των ρύπων και στο προφίλ των λιπαρών οξέων με στόχο να αξιολογηθούν τα οφέλη και οι κίνδυνοι της κατανάλωσης των τροφίμων. Αν και στις περισσότερες περιπτώσεις τα ψάρια και τα οστρακοειδή καταναλώνονται μαγειρεμένα, η πλειονότητα των μελετών σχετίζεται με την παρουσία και την καθημερινή πρόσληψη ιχθυοστοιχείων μέσω της κατανάλωσης θαλασσινών παρέχοντας δεδομένα που λαμβάνονται από ακατέργαστα και ωμά προϊόντα (Domingo, 2011). Ωστόσο, δεδομένου ότι η ανάλυση βαρέων μετάλλων σε ακατέργαστα δείγματα δεν επιτρέπει τον υπολογισμό της πρόσληψης τους από θαλασσινά προϊόντα, σε αρκετές μελέτες έχει γίνει μελέτη της επιπτώσεως των θερμικών επεξεργασιών σε θαλασσινά σχετικά με τις συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων (Kalogeropoulos et al., 2012).

Στην μελέτη των Kalogeropoulos et al., 2012, αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις των μαγειρικών τεχνικών στις συγκεντρώσεις των Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb και Zn σε επτά είδη ψαριών και σε τρία είδη οστρακοειδών, τα οποία είναι από τα πιο κοινά είδη που πωλούνται σε Αιγαίο και Μεσόγειο θάλασσα. Η μελέτη έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στα μαγειρεμένα ψάρια και οστρακοειδή είναι υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές των ωμών δειγμάτων, ακολουθώντας την σειρά επεξεργασίας μαγειρέματος τηγανιτό > ψητό > ωμό. Πιθανή εξήγηση δίνεται στο μέγεθος του μαγειρεμένου ψαριού, όπου το μέγεθος είχε αντίστροφη σχέση με την πρόσληψη λαδιού και την απώλεια νερού κατά το τηγάνισμα, και την απώλεια νερού κατά το ψήσιμο στη σχάρα. Άρα κατά το μαγείρεμα σχετικά μικρών δειγμάτων λαμβάνει χώρα μεγαλύτερη απώλεια νερού που με τη σειρά της οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση των συγκεντρώσεων των μετάλλων. Ακόμη, το ψήσιμο στη

σχάρα, σε παρόμοιες θερμοκρασίες με το τηγάνισμα, είχε ως αποτέλεσμα μικρότερη απώλεια νερού και επομένως χαμηλότερες συγκεντρώσεις μετάλλων μεταξύ των μετάλλων που μελετήθηκαν το Cr, ο Fe, ο Pb και ο Zn ανταποκρίθηκαν καλύτερα σε αυτή την τάση (Kalogeropoulos et al., 2012).

Μια ακόμη μελέτη έδειξε την σύγκριση των συγκεντρώσεων των μετάλλων σχετικά με την επεξεργασία του μαγειρέματος (Liu et al., 2017). Μελετήθηκε η συνολική συγκέντρωση και βιοπροσβασιμότητα τεσσάρων μετάλλων (Zn, Se, Cd, Cu) ψαριών του είδους *Apostichopus japonicus* πριν και μετά το μαγείρεμα. Αυτό το είδος ψαριού έχει υψηλή θρεπτική αξία και χρησιμοποιείται για παραδοσιακά και λειτουργικά τρόφιμα σε πολλές ασιατικές χώρες. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν σε ωμά, βρασμένα, μαγειρεμένα σε υψηλή πίεση και σε ξήρανση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στα τέσσερα μέταλλα οι τιμές των συγκεντρώσεων τους αυξήθηκαν σε σχέση με τα ωμά δείγματα. Ειδικότερα το περιεχόμενο των Zn, Se και Cu στα δείγματα επεξεργασίας υψηλής πίεσης έδειξαν αύξηση σε σχέση με τα ωμά. Η περιεκτικότητα σε ξηρό βάρος του δείγματος μειώθηκε λόγω της απώλειας πτητικών κατά της διάρκειας του μαγειρέματος, με αποτέλεσμα την αυξανόμενη περιεκτικότητα σε μέταλλα ανά μονάδα βάρους. Ωστόσο, η διαδικασία βρασμού προκάλεσε ποικίλους βαθμούς μείωσης στη συγκέντρωση των μετάλλων.

Επίσης, σε μελέτη (Costa et al., 2013) που διεξήχθη για το είδος ψαριού πενιχρό (*Argyrosomus regius*) σχετικά με τα θρεπτικά συστατικά κατά τη διαδικασία του μαγειρέματος κι τα οφέλη για την υγεία, οι αναλύσεις έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα με τις παραπάνω μελέτες. Το είδος αυτό του ψαριού έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα εξαιρετικά βιολογικά χαρακτηριστικά του. Οι επεξεργασίες μαγειρέματος ήταν βρασμός, ψήσιμο στο φούρνο και ψήσιμο στη σχάρα. Η υγρασία μειώθηκε σημαντικά σε όλα τα δείγματα, εκτός των βρασμένων, γι' αυτό το λόγο υπήρξε και αύξηση στην πρωτεΐνη, την τέφρα και το λίπος, η οποία σχετίζεται με την απώλεια του νερού. Γενικά, οι μαγειρικές διαδικασίες επηρέασαν τα επίπεδα των μετάλλων. Οι αλλαγές στην περιεκτικότητα των μετάλλων εμφανίστηκαν με αύξηση κυρίως στα ψητά δείγματα. Οι τιμές στις αλλαγές των μετάλλων ήταν ανάλογες αυτών που παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία.

Συγκρίνοντας, λοιπόν, τις σχετικές έρευνες που υπάρχουν στην βιβλιογραφία για την επίδραση των τεχνικών μαγειρέματος στα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων, τα

αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν και αυτά παρόμοιες τιμές και συγκεκριμένα αύξηση της περιεκτικότητας των μετάλλων αλλά και της πρωτεΐνης κατά την διαδικασία του βρασμού. Ωστόσο, οι αλλαγές στη σύνθεση των μετάλλων στα είδη ψαριών είναι γνωστό ότι μπορεί να σχετίζονται με το είδος, την εποχικότητα και τις βιολογικές διαφορές (μέγεθος, ηλικία, φύλο, σκούρο/λευκό μυ), την σύνθεση της τροφής και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (χημεία νερού, ποσότητα αλατιού, θερμοκρασία) (Costa et al., 2013).

## **6. Συμπεράσματα**

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι τα υποπροϊόντα των ψαριών αποτελούν σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών και συγκεκριμένα των πρωτεϊνών, των μετάλλων και των ιχνοστοιχείων τα οποία αναλύθηκαν. Η σύνθεσή τους είναι παρόμοια και με άλλα προϊόντα που συνιστώνται προς κατανάλωση. Σε σύγκριση με τα ωμά δείγματα υποπροϊόντων που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενη μελέτη, τα βρασμένα δείγματα έδειξαν ακόμη πιο υψηλά θρεπτικά χαρακτηριστικά. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο εκάστοτε προϊόν ανάλογα την διατροφική και θρεπτική αξία που θα επιθυμούσαμε να προσδώσουμε. Στην παρούσα μελέτη όσον αναφορά τα βρασμένα δείγματα, τα κεφάλια και τα λέπια είχαν τις υψηλότερες τιμές μετάλλων και ιχνοστοιχείων. Ακόμη, το δέρμα και τα κόκκαλα – πτερύγια είχαν τα υψηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών. Χρειάζεται να σημειωθεί πως τα αποτελέσματα αυτά είναι ενδεικτικά για το συγκεκριμένο είδος ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν (τσιπούρες), αυτό σημαίνει ότι θα ήταν ορθό να συνεχιστούν οι έρευνες και σε διαφορετικά είδη ψαριών για πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις στην χρήση υποπροϊόντων ψαριών προς κατανάλωση.

## **7. Προτάσεις χρήσης υποπροϊόντων ψαριών σε προϊόντα τροφίμων**

Η συνεχής ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας και η ζήτηση των προϊόντων της έχει επιφέρει συγχρόνως μεγάλη σπατάλη υποπροϊόντων ψαριών (αποβλήτων), τα οποία όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε προϊόντα τροφίμων. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην μείωση αυτής της σπατάλης των υποπροϊόντων από ιχθυοκαλλιέργειες μέσω καινοτόμων προσεγγίσεων, όπως αναφέρονται και στην βιβλιογραφία.

Τα υποπροϊόντα ψαριών, όπως φαίνεται και από την παρούσα μελέτη, είναι σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών αφού είναι πλούσια σε ασβέστιο και πρωτεΐνη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό προϊόντων τροφίμων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, συστατικά όπως τα ιχθυέλαια, οι πρωτεΐνες ψαριών και τα φύκη έχουν χρησιμοποιηθεί στην αρτοποιία, στα ζυμαρικά, στα γαλακτομικά και τα ζαχαρωτά (Kandyliari et al., 2020), εμπλουτίζοντας με θρεπτικά συστατικά τα προϊόντα και χωρίς να μεταβάλλουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Επίσης, σε μελέτη που διερευνήθηκε η αξιολόγηση των μικροβιολογικών κριτηρίων, πραγματοποιήθηκαν πιλοτικές δοκιμές σε προϊόντα με ανάμειξη πούδρας βρασμένων υποπροϊόντων ψαριών. Τα προϊόντα στα οποία προστέθηκε η πούδρα ήταν μαγιονέζα και σάλτσα ντομάτας, με τα αποτελέσματα να δείχνουν ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ωστόσο η βιομηχανική χρήση τους ενδείκνυται με την προϋπόθεση ότι ακολουθείται έγκυρο και επαληθευμένο σχέδιο HACCP.

Εν κατακλείδι, λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω δεδομένα της παρούσας μελέτης αλλά και της βιβλιογραφίας, τα υποπροϊόντα ψαριών είναι πλούσια σε πρωτεΐνη, ασβέστιο, μέταλλα και ω-3 λιπαρά οξέα. Έτσι, οι πούδρες των υποπροϊόντων ψαριών θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στον εμπλουτισμό χαμηλών ποιοτικά τροφίμων και στην ανάπτυξη νέων ανταγωνιστικών προϊόντων τροφίμων. Πιλοτικές δοκιμές θα ήταν χρήσιμο να συνεχιστούν σε επόμενες μελέτες σχετικά με την ανάπτυξη των υποπροϊόντων ψαριών από ιχθυοκαλλιέργειες, σε προϊόντα όπως τα μείγματα για πανάρισμα για κρέας και λαχανικά, ή οι ζωμοί και τα καρυκεύματα κρεάτων και λαχανικών.



## Βιβλιογραφία

- 1) A. Nawaz, E. Li, S. Irshad, Z. Xiong, H. Xiong, H. M. Shahbaz, F. Siddique (2020) “*Valorization of fisheries by-products: Challenges and technical concerns to food industry*”. Trends in Food Science & Technology, Volume 99, pages 34-43.
- 2) Abbey L., Glover-Amengor M., O. Atikpo M., Atter A., & Toppe J., (2016) «*Nutrient content of fish powder from low value fish and fish byproducts*» <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.402>
- 3) Aitken A., A. Lees & J.G.Smith. Torrey Advisory Note No.89. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. <http://www.fao.org/3/x5957e01.htm>
- 4) Arvanitoyiannis I. Kassaveti A. (2008) “*Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses*”.
- 5) Aydın-Önen & M. Öztürk (2017) “*Investigation of heavy metal pollution in eastern Aegean Sea coastal waters by using Cystoseira barbata, Patella caerulea, and Liza aurata as biological indicators*”. Environmental Science and Pollution Research.
- 6) Costa S., (2013) “*The emerging farmed fish species meagre (Argyrosomus regius): How culinary treatment affects nutrients and contaminants concentration and associated benefit-risk balance*’. Food and Chemical Toxicology.
- 7) C. Cattaneo, V. Lavelli, C. Proserpio, M. Laureati & E. Pagliarini (2018). “*Consumers’ attitude towards food by-products: influence of food technology neophobia, education and information*”. International Journal of Food Science and Technology 2018.
- 8) Cox, D.N., Evans, G. & Lease, H.J. (2007). “*The influence of information and beliefs about technology on the acceptance of novel food technologies: a conjoint study of farmed prawn concepts*”. Food Quality and Preference, 18, 813–823.
- 9) Cox, D.N. & Evans, G. (2008). “*Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers’ fears of novel food technologies: the food technology neophobia scale*”. Food Quality and Preference, 19, 704–710.
- 10) D. Yuvaraj, B. Bharathiraja, J. Rithika, S. Dhanasree, V. Ezhilarasi, A. Lavanya & R. Praveenkumar (2016) “*Production of biofuels from fish wastes: an overview*”. Biofuels, Volume 10, 2019 Issue 3.
- 11) Domingo, J.L., (2011). “*Influence of cooking processes on the concentrations of toxic metals and various organic environmental pollutants in food: a review of the published literature*”. Crit. Rev. Food Sci. 51, 29-37.
- 12) Eiser, J.R., Miles, S. & Frewer, L.J. (2002). “*Trust, perceived risk, and attitudes toward food technologies*”. 1. Journal of Applied Social Psychology, 32, 2423–2433.

- 13) European Commission Regulation. EC No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. 2006.
- 14) European Parliament and Council. Regulation (EU) No 1169/2011 of 25 October 2011 on the Provision of Food Information to Consumers, Amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and Repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004 Text with EEA Relevance.
- 15) EU (2021) “*Platform on Food Losses and Food Waste*”. Last accessed 5-10-2021.
- 16) FAO. “*Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products*”. In: Ministerio de Agricultura PyA, editor. Madrid Spain: FAO Fisheries Circular, 1983.
- 17) FAO “*Innovative uses of fisheries by-products - Globefish Research Programme - Volume 110*” <http://www.fao.org/in-action/globefish/publications/details-publication/en/c/347671/>
- 18) FAO (2021). Greece. Text by Theodorou, J.A.. Fisheries and Aquaculture Division. “*National Aquaculture Sector Overview Greece*”. <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/gr/en>
- 19) FAO (1997). A. Reilly , C. Lima DosSantos and Michael Phillips “*Food safety and products from aquaculture*”. <http://www.fao.org/3/w9542e/W9542e3.htm>
- 20) FDA (2020), “*Lead in Food, Foodwares and Dietary Supplements*”. <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/lead-food-foodwares-and-dietary-supplements>
- 21) FAO (2020), TECA Technologies and Practises for small Agricultures producers, “*Fish and their byproducts*”. <https://www.fao.org/teca/en/technologies/8717>.
- 22) FSAI (2009), “*Mercury, Lead, Cadmium, TIN AND Arsenic in Food*” [https://www.researchgate.net/publication/331440715\\_Mercury\\_Lead\\_Cadmium\\_Tin\\_and\\_Arsenic\\_in\\_Food\\_TOXICOLOGY\\_FACTSHEET\\_SERIES\\_Mercury\\_Lead\\_Cadmium\\_Tin\\_and\\_Arsenic\\_in\\_Food](https://www.researchgate.net/publication/331440715_Mercury_Lead_Cadmium_Tin_and_Arsenic_in_Food_TOXICOLOGY_FACTSHEET_SERIES_Mercury_Lead_Cadmium_Tin_and_Arsenic_in_Food)
- 23) Frewer, L.J., Bergmann, K., Brennan, M. et al. (2011). “*Consumer response to novel agri-food technologies: implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies*”. Trends in Food Science and Technology, 22, 442–456.
- 24) IFFO (2021). “*Byproduct*” <https://www.iffco.com/product>
- 25) Galanakis C.M. (Ed.) (2015). “*Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques*”. London, UK: El

- 26) Giordano, S., Clodoveo, M.L., De Gennaro, B. & Corbo, F. (2017). “*Factors determining Neophobia and Neophilia with regard to new technologies applied to the food sector: a Systematic Review*”. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 11, 1–19
- 27) India Export Inspection Council (IEIC). “*Maximum Residual Limits (MRLs) for Pesticides, Heavy Metals and Antibiotics and Other Pharmacologically Active Substances in Fish and Fishery Products*”. In: Council; IEI, editor. New Delhi, India 2002.
- 28) Jacobsen C. & Silva Marinho (2018). “*Different raw material for fishmeal and fish oil production – Sources, regulations, quality criteria and research needs*”.
- 29) Kalogeropoulos N., Karavoltos S., Sakellari A., Avramidou S., Dassenakis M., Scoullou M., (2012). “*Heavy metals in raw, fried and grilled Mediterranean finfish and shellfish*”. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 50, Issue 10, Pages 3702-3708.
- 30) Kim S., Mendis E. (2006) “*Bioactive compounds from marine processing byproducts – A review*”. *Food Research International*. Volume 39, Issue 4, pages 383-393.
- 31) K. Kyung-Tae, H. Min-Soo, K. Jin-Soo, (2006) “*Preparations and characteristics of Fish-frame-added Snacks*”. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Volume 39, Issue 3, pages 261-268.
- 32) K. Abeliotis, K. Lasridi, C. Chroni (2014). *Attitudes and behaviour of Greek households regarding food waste prevention*. Sage Journals. Volume 32, Issue 3.
- 33) Lēahteenmēaki, L. (2013). “*Claiming health in food products. Food Quality and Preference*,” 27, 196–201.
- 34) Lalor, F., Madden, C., McKenzie, K. & Wall, P.G. (2011). “*Health claims on foodstuffs: a focus group study of consumer attitudes*”. *Journal of Functional Foods*, 3, 56–59.
- 35) Laureati, M., Cattaneo, C., Lavelli, V., Bergamaschi, V., Riso, P. & Pagliarini, E. (2017). “*Application of the check-all-that-apply method (CATA) to get insights on children’s drivers of liking of fiber-enriched apple purees*”. *Journal of Sensory Studies*, 32, e12253.
- 36) Liu C., Wu L., Xue Y., Liu F., Sun S. & Wang L., (2018) “*Effect of cooking methods on bioaccessibility of Zn, Se, Cd, Cu in se cucumber (Apostichopus japonicus)*”. *Food Science and Biotechnology* 27, pages 899-904.
- 37) M.Archer, R.Watson, J.W.Denton (2000). “*Fish waste production in the United Kingdom- The quantities produced and opportunities for better utilisation*”  
<https://www.seafish.org/document/?id=B20DAADE-1E6E4204BF46E353A255F93A>

- 38) MAFF. “*Monitoring and Surveillance of Non-radioactive Contaminants in the Aquatic Environment and Activities Regulating the Disposal of Wastes At Sea*”. (No. 52). In: Aquatic Environment Monitoring, editor. Lowestoft, UK: Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science; 2000.
- 39) M. Govindharaj, U. Kiran Roopavath, S. Narayan Rath (2019) “*Valorization of discarded Marine Eel fish skin for collagen extraction as a 3D printable blue biomaterial for tissue engineering*”.
- 40) M. Šilovs (2018) “*Fish processing by-products exploitation and innovative fish-based food production*”.
- 41) M. Radziemska, M. Vaverková, D. Adamcová, M. Brtnický, Z. Mazur (2019) “*Valorization of Fish Waste Compost as a Fertilizer for Agriculture Use*”.
- 42) N. Huda Herpandi, A. Rosma, W.A. Wan Nadiyah (2011) “*The Tuna Fishing Industry: A New Outlook on Fish Protein Hydrolysates*”.
- 43) S. Mahboob (2015) “*Isolation and characterization of collagen from fish waste material-skin, scales and fins of Catla catla and Cirrhinus mrigala*”. Journal of Food Science and Technology.
- 44) Tucker, M., Whaley, S.R. & Sharp, J.S. (2006). “*Consumer perceptions of food-related risks*”. International Journal of Food Science and Technology, 41, 135–146.
- 45) UN environment programme “*From fish to dish-securing a sustainable future for the fisheries sector*” <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/fish-dish-securing-sustainable-future-fisheries-sector>. Last accessed 10-9-2021.
- 46) UN environment programme “*Goal 12: Sustainable consumption and production*” <https://www.unep.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-12>. Last accessed 10-9-2021.
- 47) USDA Food Waste Activities “*Selected New and Ongoing USDA Food Loss and Waste Reduction Activities*”. <https://www.usda.gov/foodwaste/activities>
- 48) Verneau, F., Caracciolo, F., Coppola, A. & Lombardi, P. (2014). “*Consumer fears and familiarity of processed food. The value of information provided by the FTNS*”. Appetite, 73, 140–146
- 49) Wasswa J., Tang J., Gu X. (2007), “*Utilization of fish processing by-products in the gelatin industry*”. Food Review International.
- 50) Zhang, M. & Liu, G.L. (2015). “*The effects of consumer’s subjective and objective knowledge on perceptions and attitude towards genetically modified foods: objective knowledge as a determinant*”. International Journal of Food Science and Technology, 50, 1198–1205.
- 51)

## **Ελληνική βιβλιογραφία**

- 1) Μπιχαβά , Κ. (2016). «Κτηνοτροφία ένας κλάδος με προοπτική για την εθνική οικονομία». Τριμηνιαία Έκδοση του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού – ΔΗΜΗΤΡΑ. Τεύχος 16/ Οκτώβριος-Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2016, σελ. 24.
- 2) Πίνακες σύνθεσης ελληνικών τροφίμων «Χημικές αναλύσεις και προσδιορισμός συστατικών»  
[http://users.sch.gr/cristom40/GreekTables/ximikes\\_analyseis/ximikes\\_analyseis\\_01.htm](http://users.sch.gr/cristom40/GreekTables/ximikes_analyseis/ximikes_analyseis_01.htm)
- 3) ΣΕΘ (Σύνδεσμος Ελλήνων Θαλασσοκαλλιεργειών) «Ετήσια Έκθεση ΣΕΘ 2020», [fgm.com.gr](http://fgm.com.gr)

## **Εικόνες**

1. AGROFOOD, [greenagenda.gr](http://greenagenda.gr) (2016). «*WWF: Νέο κεφάλαιο στην υπεύθυνη ιχθυοκαλλιέργεια σε Ελλάδα, μεσόγειο*».