

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*«Μη συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών – ξηρά αποστάγματα»*

**Κλείτος Αλεξάνδρου**

**ΒΟΛΟΣ 2015**

**«Μη συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών –  
ξηρά αποστάγματα »**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

**Γιάννης Καραπαναγιωτίδης**, Επίκουρος Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,

**Έλενα Μεντέ**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,

**Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Γιάννη Καραπαναγιωτίδη για την πολύτιμη βοήθειά του/της και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) κ. Γιάννη Καραπαναγιωτίδη, 2) κα. Έλενα Μεντέ και 3) κα. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα. Εύα Δασκαλοπούλου για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της, καθώς επίσης και τους κυρίους Πιέρ Γκάρντεν και Αλέξανδρο Κωνσταντίνου για την αμέριστη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

## Περίληψη

Ο σκοπός της πτυχιακής αυτής της εργασίας ήταν να γίνει μια πρώτη εκτίμηση στο κατά πόσον μπορούν τα αποστάγματα από κάποια φυτικά προϊόντα να χρησιμοποιηθούν στην εντατική παραγωγή ιχθυοτροφών με βάση την θρεπτική τους σύσταση. Λόγο της συνεχούς ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο, σε ποσοστό έως και 9% από έτος σε έτος, οδήγησε σε αύξηση της ζήτησης για τροφές για εμπορικά υδρόβια είδη. Αρχικά γίνεται μια εμπειριστατωμένη παρουσίαση (γενικά στοιχεία, θρεπτική σύσταση, περιεκτικότητα σε αμινοξέα, τρόπος παραγωγής) των συμβατικών συστατικών που χρησιμοποιούνται στην κατάρτιση των σιτηρεσίων. Παρουσιάζονται συστατικά ζωικής προέλευσης όπως τα ιχθυάλευρα, τα πτεράλευρα, το αιματάλευρο και φυτικής προέλευσης όπως το σογιάλευρο, το άλευρο ελαιοκράμβης και η γλουτένη καλαμποκιού και ακολούθως γίνεται μια ανάλυση σχετικά με τους προβληματισμούς που υπάρχουν σχετικά με τα συμβατικά συστατικά που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές

Στο δεύτερο μέρος της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζονται τα αποξηραμένα αποστάγματα σιτηρών με διαλυτά συστατικά (DDGS) καθώς και οι τρόποι παραγωγής τους (μέθοδος ξηρής άλεσης, μέθοδος υγρής άλεσης). Εν συνεχεία αναφέρεται η χρήση των DDGS στην εκτροφή διαφόρων ζώων. Αρχικά αναφέρεται η συμπερίληψη των DDGS στην διατροφή διαφόρων ψαριών που εκτρέφονται εντατικά όπως το γατόψαρο, η ιριδίζουσα πέστροφα, η τιλάπια και οι γαρίδες. Ακολούθως παρουσιάζεται η ένταξη των DDGS στην διατροφή των βοοειδών, των πουλερικών και των γουρουνιών.

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος παρουσιάζεται αρχικά η προέλευση των φρούτων τα οποία αποστάχτηκαν και τα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ούτως ώστε να γίνει η ανάλυση της θρεπτικής τους σύστασης. Τελικώς γίνεται η διατύπωση των αποτελεσμάτων καθώς επίσης και συζήτηση σχετικά με τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

**Λέξεις κλειδιά:** ιχθυάλευρο, DDGS, αποσταγμένα στέμφυλα

**Keywords:** fishmeal, DDGS, distilled marcs

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	8
1.1 Εντατικοποίηση ιχθυοκαλλιέργειας .....	8
1.2 Ο ρόλος των ιχθυοτροφών στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια .....	10
2. Συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών .....	14
2.1 Ιχθυάλευρα .....	14
2.2 Πτεράλευρο .....	20
2.3 Αιματαλευρο .....	24
2.4 Σογιάλευρο .....	26
2.5 Άλευρο και έλαιο ελαιοκράμβης .....	31
2.5 Γλουτένη καλαμποκιού .....	34
2.6 Προβληματισμοί με τα ιχθυάλευρα και τα άλλα συμβατικά συστατικά .....	37
3. Μη συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών-ξηρά αποστάγματα .....	40
3.1 Αποξηραμένο απόσταγμα σιτηρών με διαλυτά συστατικά (distillers dried grain with soluble, DDGS) .....	40
3.2 Μέθοδος ξηρής άλεσης (Dry Mill) .....	40
3.2.1 Στάδια ξηρής άλεσης .....	41
3.3 Μέθοδος υγρής άλεσης (Wet Milling) .....	43
3.3.1 Στάδια υγρής άλεσης .....	44
3.4 Εκτροφή ζώων με DDGS .....	49
3.4.1 Χρήση των DDGS στις Ιχθυοκαλλιέργειες .....	49
3.4.2 Χρήση των DDGS στα βοοειδή .....	55
3.4.3 Χρήση των DDGS στα πουλερικά .....	57
3.4.4 Χρήση των DDGS στα γουρούνια .....	60
4. Αναλύσεις της θρεπτικής σύστασης ορισμένων αποσταγμάτων από ορισμένα φυτικά προϊόντα .....	63
4.1 Εισαγωγή .....	63
4.2 Προέλευση δειγμάτων .....	64
4.3 Πρωτόκολλα αναλύσεων .....	65
4.3.1 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών .....	65
4.3.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων .....	66
4.3.3 Προσδιορισμός τέφρας .....	67
4.3.4 Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας .....	67
4.3.5 Προσδιορισμός ολικής Ενέργειας .....	68

4.3.6 Προσδιορισμός υδατανθράκων .....	68
4.4 Παρουσίαση θρεπτικής σύστασης και υγρασίας .....	69
4.4.1 Αποσταγμένα στέμφυλα σταφυλιού .....	69
4.4.2 Αποσταγμένα στέμφυλα δαμάσκηνου .....	71
4.4.3 Αποσταγμένα στέμφυλα καρπουζιού .....	72
4.4.4 Αποσταγμένα στέμφυλα πεπονιού .....	73
4.4.5 Αποσταγμένα στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων ( <i>Prunus salacina</i> ) και πεπονιού ( <i>Cucumis melo</i> ) .....	74
4.5 Συμπεράσματα .....	76

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Εντατικοποίηση ιχθυοκαλλιέργειας

Η αλιεία από αρχαιοτάτων χρόνων αποτελεί βασική πηγή διατροφής του ανθρώπου. Η πληθυσμιακή αύξηση του στο διάβα του χρόνου τον οδήγησε στην αιχμαλωσία των ψαριών με στόχο την εκτροφή τους και τη συστηματική εκμετάλλευσή τους. Πολλά χρόνια μετά όχι μόνο η εκτροφή αλλά και η αναπαραγωγή, καθώς και η προσέγγιση των διατροφικών συνηθειών κάθε είδους ψαριών, δημιούργησαν μεγάλη πρόκληση στον τομέα της επιστημονικής έρευνας. Η αντιμετώπιση κάθε τόσο νέων προβλημάτων που αφορούν κυρίως την καλύτερη λειτουργία των ιχθυοκαλλιεργειών και την αποτελεσματικότερη αντικατάσταση των φυσικών πηγών διατροφής των ιχθύων με άλλες πηγές φυτικής ή ζωικής προέλευσης αποτελεί αντικείμενο επιστημονικής έρευνας (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας έχει δείξει μια μεγάλη ανάπτυξη τις τελευταίες δύο δεκαετίες στην Ελλάδα. Η βιομηχανία διαθέτει ισχυρό εξαγωγικό προσανατολισμό. Το 85% της ελληνικής παραγωγής εξάγεται σε χώρες της Ε.Ε., στον Καναδά και τις Η.Π.Α. Στην Ελλάδα παράγονται περισσότεροι από 100.000 τόνοι ψαριών, αριθμός που αποτελεί τη μεγαλύτερη παραγωγή των ειδών αυτών στη ζώνη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ελλάδα, υπάρχουν περισσότερες από 340 μονάδες εκτροφής και απασχολούνται περίπου 10.000 άτομα. Ο κύκλος εργασιών του συνόλου των πωλήσεων έφθασε 460 εκατομμύρια ευρώ το 2007. Αυτή η υψηλή παραγωγή βασίζεται στην παραγωγή ιχθυδίων. Το 2007, 400 εκατομμύρια ιχθύδια παρήχθησαν στην Ελλάδα, κυρίως λαβράκι και τσιπούρα (Στεφανάκης *et al.* 2013).

Η παγκόσμια παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας συνέχισε να αναπτύσσεται φθάνοντας στα ανώτατα επίπεδα όλων των εποχών το 2010, δηλαδή σε 60 εκατ. τόνους (εκτός από τα υδρόβια φυτά και τα μη εδώδιμα προϊόντα). Η παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας στην ΕΕ παρέμεινε σχετικά σταθερή κυμαινόμενη από 1,2 έως 1,4 εκατομμύρια τόνους κατά την περίοδο 1995-2010. Το 2010 η παραγωγή ανήλθε σε 1,2 εκατομμύρια τόνους, που αντιπροσωπεύουν το 2,1% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής (Popescu 2015).



Η υδατοκαλλιέργεια στην ΕΕ επικεντρώνεται σε τέσσερα βασικά είδη και συγκεκριμένα μύδια, πέστροφα, σολομό και στρείδια. Το 2010, η παραγωγή ψαριών αντιπροσώπευε το ήμισυ του συνολικού όγκου και το 70% σε αξία, ενώ τα οστρακοειδή αντιπροσώπευαν το 50% και 30% αντιστοίχως. Τα δίθυρα μαλάκια (μύδια, στρείδια και κυδώνια) κυριαρχούν στην Ισπανία, τη Γαλλία και την Ιταλία, τα είδη όμως διαφέρουν από κράτος σε κράτος. Στο Ηνωμένο Βασίλειο εκτρέφεται κυρίως σολομός (Popescu 2015).

Η στροφή σε πιο εντατικές πρακτικές καλλιέργειας συνέβαλε στην παγκόσμια αύξηση της παραγωγής υδατοκαλλιέργειας περίπου 12% ετησίως από το 1984 μέχρι το 1997 (Allan *et al.* 2000). Ενώ την πενταετία 2000-2005 η παραγωγή υδατοκαλλιέργειας αυξήθηκε κατά 35%. Αν λάβουμε δε ως σημείο αναφοράς από το 1970, μέχρι το 2007 ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης των υδατοκαλλιεργειών είναι 8,8% (Χύμης 2014). Περίπου 220 είδη υδρόβιων ζώων και φυτών είναι σήμερα καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο, σε ένα ευρύ φάσμα συστημάτων παραγωγής, που κυμαίνονται από χαμηλής εισροής εκτατικά συστήματα σε υψηλής εισροής εντατική υδατοκαλλιέργεια σε λίμνες, κλουβιά περιβλήματα και τις δεξαμενές (Rana *et al.* 2009).

Καθώς ο πληθυσμός και οι πρωτεϊνικές ανάγκες του κόσμου συνεχίζουν να αυξάνονται, τόσο μεγαλύτερη πίεση τοποθετείται στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας να παρέχει ασφαλή θαλασσινά προϊόντα (Watson *et al.* 2014).

Είναι πλέον ευρέως αποδεκτό ότι η αύξηση της ζήτησης για τα υδρόβια προϊόντα θα πρέπει να καλυφθεί από τις υδατοκαλλιέργειες. Το μέλλον της υδατοκαλλιέργειας θα εξαρτηθεί από το πόσο καλά θα αντιμετωπίσει αυτή την πρόκληση. Η συμβολή της υδατοκαλλιέργειας στην συνολική αλιευτική παραγωγή (εξαιρουμένων των φυτών), σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει αυξηθεί σταθερά από 4 τοις εκατό το 1970 με 36 τοις εκατό το 2006. Η παγκόσμια παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας συνέχισε να αναπτύσσεται φθάνοντας στα ανώτατα επίπεδα όλων των εποχών το 2010, δηλαδή σε 60 εκατ. τόνους. Η αυξανόμενη σημασία της υδατοκαλλιέργειας στην υπέρβαση ορίων παραγωγής των αλιευμάτων, μπορεί να κριθεί από το γεγονός ότι η παραγωγή της υδατοκαλλιέργειας το 2004 στην Κίνα ήταν περίπου 70 τοις εκατό της συνολικής παραγωγής της αλιείας. Στις μέρες μας πλέον η Κίνα παράγει το 35% της παγκόσμιας παραγωγής. Μέχρι το 2020, η

παγκόσμια υδατοκαλλιέργεια αναμένεται να συνεισφέρουν περίπου 120 – 130 εκ. τόνους ιχθύων για την κάλυψη της προβλεπόμενης ζήτησης (Rana *et al.* 2009).

## 1.2 Ο ρόλος των ιχθυοτρόφων στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια

Με τον όρο ιχθυοτροφές νοούνται όλα τα είδη των ζωντανών ή όχι υλών, βιομηχανικής ή όχι προελεύσεως, που ως τροφές μπορεί να χορηγηθούν σε εκτρεφόμενους πληθυσμούς ιχθύων ανεξάρτητα από το είδος, τον διαφορετικό τύπο, την ηλικία και την φυσιολογική τους κατάσταση, κατά την εφαρμογή οποιουδήποτε συστήματος παραγωγής που χαρακτηρίζεται από πλήρως μερικώς ελεγχόμενη διατροφή των ιχθύων (Παπουτσόγλου 2008).

Η διατροφή των ψαριών ξεκίνησε εμπειρικά με νωπά αλιεύματα χαμηλού κόστους. Στη συνέχεια όμως, εξαιτίας της ανάγκης για βελτίωση της ποιότητας τους, η εκτροφή τους ερευνήθηκε επιστημονικά, οπότε και άρχισε να εξελίσσεται η επιστήμη της διατροφής των υδρόβιων αυτών ζωικών οργανισμών (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Με την χορήγηση καθορισμένης ημερησίως ποσότητας ιχθυοτροφής επιδιώκεται η κάλυψη των ιχθύων σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά με ταυτόχρονη επίτευξη του μηχανικού τους κορεσμού και εξασφάλιση της ομαλής ροής των διεργασιών της πέψεως και της απορρόφησης των προϊόντων τους, καθώς και της ομοιοστασίας των διαφόρων λειτουργιών του οργανισμού τους (Παπουτσόγλου 2008).

Οι οργανισμοί, ανάλογα με το είδος, το μέγεθος τους καθώς και το εφαρμοζόμενο σύστημα παραγωγής απαιτούν την ανάπτυξη ποικίλων διατροφικών στρατηγικών. Τα χαρακτηριστικά της χορηγούμενης τροφής (ζωντανή ή τεχνητή, βυθιζόμενη ή επιπλέουσα, το μέγεθος, η υφή, η σκληρότητα των κόκκων κλπ) πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του εκτρεφόμενου οργανισμού. Επίσης, το ημερήσιο επίπεδο διατροφής και η συχνότητα της χορήγησης των γευμάτων είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τόσο το ρυθμό ανάπτυξης όσο και το συντελεστή αξιοποίησης της ίδιας της τροφής. Η μέθοδος χορήγησης του σιτηρεσίου, εξαρτάται όχι μόνο από το σύστημα (εκτατικό, εντατικό,

υπερεντατικό) αλλά και από το διαθέσιμο τεχνολογικό εξοπλισμό και το ανθρώπινο δυναμικό. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν σχεδιάζονται οι πρακτικές διατροφής και καθορίζεται το διατροφικό πρωτόκολλο, διότι αυτοί οι παράγοντες είναι τόσο σημαντικοί όσο και οι διατροφικές απαιτήσεις (θρεπτικές και ενεργειακές) των ιχθύων (National Research Council 1993).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η συνολική εκτιμώμενη παραγωγή ιχθυοτροφής κατά το 2006:

**Πινάκας 1:** Συνολική εκτιμώμενη παραγωγή ιχθυοτροφής κατά το 2006 (Tacon & Metian 2008)

	Χώρα	Έτος	Εκτίμηση της παραγωγής σύνθετων ζωοτροφών (τόνους)
1.	Αυστραλία	2006–2007	40.000–60.000
2.	Βιετνάμ	2006	650.000–850.000
3.	ΗΠΑ	2006	750.000–850.000
4.	Ηνωμένο Βασίλειο	2006–2007	200.000–250.000
5.	Τουρκία	2006	190.000–200.000
6.	Ταϊλάνδη	2006	1.100.000– 1.300.000/
7.	Ισπανία	2006	100.000–105.000
8.	Ταϊβάν	2006	340.000–350.000
9.	Νότια Αφρική	2006	1.500–2.000
10.	Φιλιππίνες	2006	350.000–400.000
11.	Περού	2006	20.000–25.000

12.	Βραζιλία	2006–2007	200.000–250.000
13.	Νιγηρία	2006	10.000–12.000
14.	Νέα Καληδονία	2006	3.600–5.000
15.	Μεξικό	2006–2007	200.000–250.000
16.	Μαδαγασκάρη	2006	18.000–20.000
17.	Νότιος Κορέα	2006	150.000–160.000
18.	Ιαπωνία	2006	650.000–800.000
19.	Ιταλία	2006–2007	75.000–85.000
20.	Ισραήλ	2006	25.000–30.000
21.	Ιρλανδία	2005–2006	15.000–20.000
22.	Ισημερινός	2006	225.000–250.000
23.	Ινδονησία	2006	750.000–900.000
24.	Ινδία	2006	200.000–250.000
25.	Ονδούρα	2006–2007	100.000–120.000
26.	Ελλάδα	2006	225.000–250.000
27.	Γερμανία	2005–2006	30.000–50.000
28.	Γαλλία	2006	50.000–70.000
29.	Καναδάς	2006–2007	150.000–200.000
30.	Χιλή	2006–2007	1.000.000– 1.200.000
31.	Κίνα	2005–2006	11.000.000– 12.000.000
32.	Κολομβία	2006	80.000–120.000

33.	Κόστα Ρίκα	2006–2007	15.000–20.000
34.	Δανία	2006	40.000–45.000
35.	Αίγυπτος	2005–2006	200.000–300.000
	Σύνολο	2006	20.068.100– 22.734.000

Σε μια προσπάθεια να ανταποκριθεί στη ραγδαία αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για τα θαλασσινά, η εμπορική ιχθυοκαλλιέργεια έχει αναπτυχθεί ταχέως τα τελευταία χρόνια. Με τη σειρά του, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη της παραγωγή της ιχθυοτροφών (Buentello *et al.* 2015).

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), η παγκόσμια παραγωγή των εμπορικών ιχθυοτροφών αυξήθηκε από 7.6 μετρικούς τόνους το 1995 σε 29,7 μετρικούς τόνους το 2011, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 11%. Η παγκόσμια παραγωγή ιχθυοτροφών αναμένεται να φθάσει τους 51 μετρικούς τόνους μέχρι το 2015 και 71 μετρικούς τόνους το 2020 (Buentello *et al.* 2015).

Για τα τελευταία 20 χρόνια η παραγωγή ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίων έχει παραμείνει σχετικά σταθερή σε περίπου 6 εκατομμύρια τόνους για τα ιχθυάλευρα και 1 εκατομμύριο τόνους για το ιχθυέλαιο (Suárez *et al.* 2009). Η υδατοκαλλιέργεια καταλαμβάνει όλο και μεγαλύτερο μερίδιο από την παγκόσμια παραγωγή ιχθυαλεύρου, με αύξηση του εκτιμώμενου ποσοστού από το 45% στο 57% από το 2002 έως το 2006 (Suárez *et al.* 2009).

Στην Ασία, η ζήτηση για τεχνητές ιχθυοτροφές αυξήθηκαν περισσότερο από τέσσερις φορές μεταξύ του 1986 και του 1990 (Allan *et al.* 2000).

## 2. Συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών

### 2.1 Ιχθυάλευρα



**Εικόνα 1:** Ιχθυάλευρο ([http1](#)).

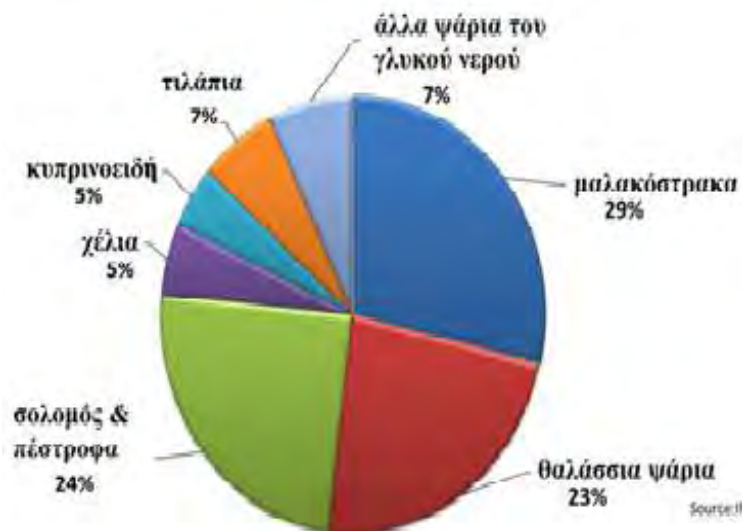
**Εικόνα 2:** Αλιευμένα ψάρια ([http2](#)).

Τα ιχθυάλευρα (Εικ.1) παράγονται από ολόκληρα ή από υπολείμματα της βιομηχανίας επεξεργασίας τους (κονσερβοποίηση, αλιπάστωση κλπ.) (Εικ.2). Τα ψάρια ή τα υπολείμματα τους υποβάλλονται σε αφυδάτωση, αποστείρωση με άτμιση ή απλή θέρμανση ακολουθώντας την υγρή ή ξηρή μέθοδο αποστείρωσης. Μετά την άτμιση ή την απλή θέρμανση ακολουθούν διαδοχικά η συμπίεση, η αφυδάτωση και η άλεση (Σπάης *et al.* 2002).

Τα ιχθυάλευρα έχουν σύσταση που ποικίλει αρκετά, γιατί εξαρτάται από το είδος των ψαριών ή και των υπολειμμάτων τους που χρησιμοποιούνται κάθε φορά. Ανάλογα με το είδος των ψαριών από τα οποία προέρχονται τα κυριότερα ιχθυάλευρα είναι τα εξής:

1. Ρεγγάλευρο: παράγεται από το *Clupea harengus*, που αλιεύεται κυρίως στο Β. Ατλαντικό (Νορβηγία, Δανία κ.α).

2. Αντζουγιάλευρο: παράγεται από το *Engraulis ringers*, που αλιεύεται κυρίως στο Περού και τη Χιλή.
3. Σαρδελλάλευρο: παράγεται από τα *Clupea spp.* και *Sardinops spp.*, που αλιεύονται στις τροπικές και υποτροπικές θάλασσες.
4. Σκουμπριάλευρο: παράγεται από το *Scomber scumbrus*, *Trachurus trachurus* κ.α., που αλιεύονται στην Αγκόλα και την Ν. Αφρική.
5. Φαλαινάλευρο: παράγεται από τα θηλαστικά των γενών *Balaena* και *Physeter* που αλιεύονται κυρίως στη Ανταρκτική (Σπάης *et al.* 2002).



**Εικόνα 3:** Χρησιμοποίηση ιχθυαλεύρου στην παραγωγή ιχθυοτροφών κατά το 2010 ανάλογα με το εκτρεφόμενο είδος (<http3>).

Το ιχθυάλευρο είναι η σημαντικότερη πρωτεϊνική πηγή που περιλαμβάνεται στις ιχθυοτροφές. Όταν τα ιχθυάλευρα παρασκευάζονται από ολόκληρα ψάρια αποτελούν μια από τις υψηλότερης πρωτεϊνικής αξίας πρώτες ύλες. Η πρωτεΐνη κυμαίνεται από 56%-76% ποσοστό το οποίο καθορίζει και την ποιότητα του ιχθυαλεύρου. Το πλεονέκτημα του είναι ότι είναι πλούσιο σε ενέργεια, σε απαραίτητα λιπαρά οξέα, σε ιχνοστοιχεία και είναι υψηλής βιολογικής αξίας και ιδιαίτερα εύγευστο για τα ψάρια. Τα ιχθυάλευρα χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τη χώρα από την οποία προέρχονται, τον τύπο της επεξεργασίας, το είδος του/ των ψαριών και το χρώμα (λευκό ή καφέ) (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η ολική σύσταση των σημαντικότερων ιχθυαλεύρων:

**Πινάκας 2:** Ολική σύσταση ιχθυαλεύρων (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Ιχθυάλευρο	Ξηρή Ουσία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπη (%)	Τέφρα (%)	Ινώδεις ουσίες	Ελεύθερες αζώτου εκχυλισματικές ουσίες
Γαύρος	92,0	70,7	5,3	16,9	-	7,1
Σπαρίδες	93,0	63,2	10,3	25,2	-	1,3
Carelin	91,1	72,6	9,3	10,6	4,7	2,8
Μπακαλιάρος Χιλής	81,6	83,3	2,4	14,3	-	-
Γάδος	89,7	8,6	3,8	26,0	-	1,6
Crokaer	94,0	63,1	10,9	20,2	0,9	4,9
Μπακαλιάρος	93,4	65,9	4,7	26,5	-	2,9
Halibut	-	53,2	13,1	32,8	-	0,9
Ρέγγα	90,0	74,4	9,0	15,0	-	1,6
Σαφρίδι	95,4	70,9	13,7	-	-	-
Σκουμπρί	92,0	66,4	10,3	21,1	-	2,2
Μενάχεν	92,6	66,6	11,1	20,9	-	1,4
Σαρδέλα (pilchard)	91,8	66,5	7,6	20,4	-	5,5



Pollack	94,8	65,5	17,7	14,1	-	2,7
Χέλι	91,8	72,6	8,3	10,6	-	8,5
Σαρδέλα (sardine)	93,0	65,2	5,0	19,8	1,0	9,0
Καρχαρίας	92,0	72,3	17,9	-	-	-
Τόνος	-	64,0	10,1	23,6	-	2,3

Τα ιχθυάλευρα είναι γνωστό ότι περιέχουν πλήρως τα απαραίτητα αμινοξέα που ανταποκρίνονται πλήρως στις πρωτεϊνικές απαιτήσεις των περισσοτέρων ειδών ψαριών (Sogbesan & Ugwumba 2008). Δεν είναι μόνο όμως η ισορροπία των αμινοξέων στο ιχθυάλευρο κατάλληλο για τη διατροφή των ζώων, αλλά και η διαθεσιμότητα των απαραίτητων αμινοξέων είναι επίσης μεγαλύτερη στο ιχθυάλευρο από ό, τι για παράδειγμα στα κρεατάλευρα. Τα πεπτικά υγρά του ζώου μπορούν να διασπάσουν ευκολότερα τις πρωτεΐνες του ιχθυαλεύρου ούτως ώστε να τις χρησιμοποιήσουν. Επείσης τα απαραίτητα λιπαρά οξέα τα οποία περιέχει το ιχθυάλευρο είναι αυτά τα οποία το ζώο πρέπει να έχει στη διατροφή του. Το ιχθυάλευρο είναι επίσης μια πολύτιμη πηγή μετάλλων ασβεστίου, φωσφόρου, μαγνησίου, καλίου, βιταμινών B1, B2, B6 και B12, και ιχνοστοιχείων, όπως ψευδάργυρο, ιώδιο, σίδηρο, χαλκό, μαγγάνιο, κοβάλτιο, σελήνιο και φθόριο (FAO 2015).

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η σύσταση των απαραίτητων αμινοξέων των ιχθυαλεύρων (gr/16gr αζώτου):

**Πινάκας 3:** Σύσταση απαραίτητων αμινοξέων των ιχθυαλεύρων (gr/16gr αζώτου) (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Ιχθυάλευρ	ο	Αργινίνη	Ιστιδίνη	Ισολευκίνη	Λευκίνη	Λυσίνη	Μεθειονίνη	Φαινυλαλανίνη	Θρεονίνη	Τρυπτοφάνη	Βαλίνη
-----------	---	----------	----------	------------	---------	--------	------------	---------------	----------	------------	--------

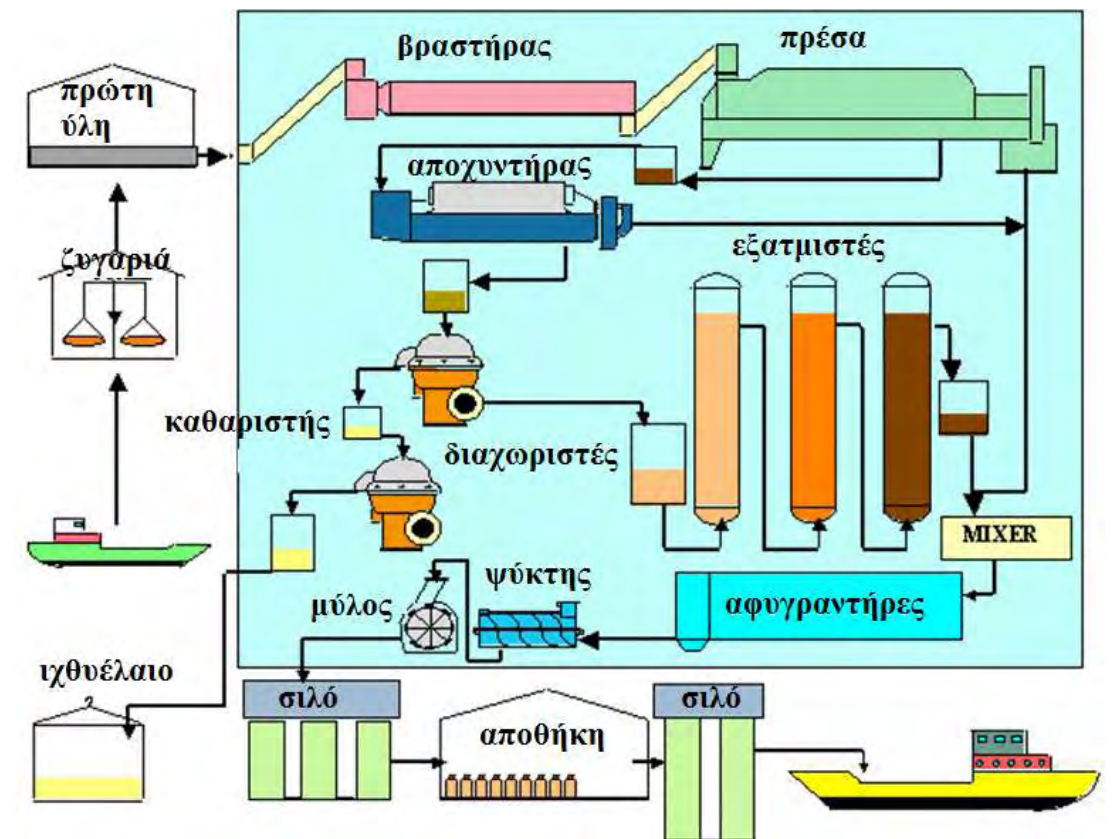
Γαύρωσ	5,9	2,5	4,7	7,7	8,0	2,9	4,2	4,4	1,2	5,4
Σπαρίδες	6,4	2,3	3,7	5,7	6,6	3,0	4,0	4,1	1,0	4,5
Capelin	5,4	2,0	4,2	7,2	6,9	2,9	3,5	4,1	-	4,6
Γάδος	6,6	2,0	4,8	8,1	7,2	3,0	3,8	5,2	1,0	5,3
Μπακαλιά ρος	5,3	1,7	5,1	7,4	7,2	2,6	3,2	4,2	0,9	-
Ρέγγα	6,6	2,4	4,7	7,5	7,7	2,8	3,9	4,2	1,1	5,8
Σαφρίδι	6,6	2,7	4,3	7,1	8,0	2,4	3,4	4,0	0,7	4,9
Μενάχεν	6,1	2,5	4,3	7,0	7,7	2,8	3,9	4,0	1,1	5,1
Σαρδέλα	5,7	2,9	4,1	7,4	7,4	2,7	3,8	4,3	1,2	5,6
Pollack	9,0	3,0	5,1	8,4	11,9	2,4	4,1	4,9	0,9	5,8
Καρχαρίας	6,6	2,2	5,6	8,5	7,1	2,5	4,3	4,7	1,4	5,5
Τόνος	6,5	3,3	4,5	7,2	7,2	2,7	4,1	4,3	1,0	5,3

Για την παρασκευή του ιχθυαλεύρου και του ιχθυελαίου, είναι απαραίτητο να εξεταστεί η πρώτη ύλη, όπως αποτελείται από τρία κύρια κλάσματα: στερεά (ξηρή ύλη χωρίς λιπαρά), έλαια και νερό. Ο σκοπός της διαδικασίας είναι να διαχωριστούν τα κλάσματα αυτά όσο το δυνατόν περισσότερο, με την ελάχιστη δυνατή δαπάνη και υπό συνθήκες οι οποίες να καθιστούν τα προϊόντα τα καλύτερα δυνατά (FAO 1986).

Τα ψάρια μπορούν να μετατραπούν σε άλευρα και έλαια με διάφορους τρόπους. Κοινό στοιχείο σε όλες τις μεθόδους της επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα στάδια επεξεργασίας:

- **Η θέρμανση**, η οποία πήζει την πρωτεΐνη, προκαλεί ρήξη στις αποθήκες λίπους και απελευθερώνει το έλαιο και το φυσικοχημικά δεσμευμένο νερό

- Η **πίεση** (ή περιστασιακή φυγοκέντριση), η οποία αφαιρεί ένα μεγάλο κλάσμα των υγρών από την μάζα
- Ο **διαχωρισμός** του υγρού σε έλαιο και νερό. Αυτό το στάδιο μπορεί να παραλείπεται εάν η περιεκτικότητα του ψαριού σε έλαιο είναι μικρότερη από 3%
- Η **εξάτμιση** του προσκολλημένου νερού σε ένα συμπύκνωμα (διαλυτά συστατικά ψαριών)
- Η **ξήρανση** του στερεού υλικού και των προστιθέμενων διαλυτών, η οποία αφαιρεί αρκετό νερό από το υγρό υλικό ώστε να σχηματίσει ένα σταθερό άλευρο
- Η **άλεση** του ξηρού υλικού στο επιθυμητό μέγεθος σωματιδίων (FAO 1986).



Εικόνα 4: Διαδικασία παραγωγής ιχθυαλεύρου (http4).

## 2.2 Πτεράλευρο



**Εικόνα 5:** πτεράλευρο ([http5](#)).

**Εικόνα 6:** πολτοποιημένα φτερά ([http6](#)).

Το πτεράλευρο (Εικ.5) είναι ένα υποπροϊόν που φτιάχνεται από πούπουλα πουλερικών (Εικ.6). Η βιομηχανία πουλερικών των ΗΠΑ αυξάνει σχεδόν 9 δισεκατομμύρια κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής και 80 εκατομμύρια γαλοπούλες κάθε χρόνο, για να υποστηρίξει ένα κατά κεφαλήν ποσοστό κατανάλωσης 45 κιλά κρέατος πουλερικών (Love *et al.* 2012). Η κατά κεφαλήν κατανάλωση κρέατος πουλερικών είναι μεγαλύτερη από εκείνη οποιουδήποτε άλλου ζώου ή φυτού. Για κάθε κοτόπουλο 3-kg που παράγεται, το 1 kg (ή 33% της συνολικής μάζας) είναι βρώσιμο και δεν καταναλώνεται από τον άνθρωπο, ως εκ τούτου, το υποπροϊόν από την σφαγή των πουλερικών (τα κεφάλια, τα οστά, τα εντόσθια, και τα φτερά) ανέρχονται σε δισεκατομμύρια κιλά βρώσιμων κομματιών κοτόπουλου και δισεκατομμύρια κιλά φτερών (Love *et al.* 2012).

Τα φτερά των πουλερικών αποτελούνται περίπου από 80-90% κερατίνη, μια πρωτεΐνη η οποία είναι δύσπεπτη, η οποία ωστόσο μπορεί να γίνει σχετικά πέψιμη όταν επεξεργαστεί υπό πίεση και θερμαινόμενο ατμό (υδρόλυση). Το προϊόν που προκύπτει είναι ένα σκουρόχρωμο γεύμα με εξαιρετικές ιδιότητες πελετοποίησης (Leme *et al.* 1978).

Το πτεράλευρο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη η οποία ανέρχεται περίπου στο 85% (Πιν. 4). Ωστόσο, η χρήση του ως μεμονωμένο συστατικό ζωοτροφών μπορεί να μην είναι σε θέση να αντικαταστήσει άλλες πηγές των συστατικών των ζωοτροφών. Αυτό συμβαίνει επειδή το πτεράλευρο παρουσιάζει

έλλειψη ορισμένων βασικών αμινοξέων (Wiradimadja *et al.* 2007). Τα πτεράλευρο είναι ελλειπής σε μεθειονίνη, λυσίνη και ιστιδίνη, αλλά περιέχει πολλή κυστίνη. Είναι επίσης πλούσιο σε υδατοδιαλυτά αμινοξέα όπως αργινίνη, προλίνη, γλυκίνη και ασπαρτικό οξύ ([http7](#)).

**Πίνακας 4:** Θρεπτική σύσταση του πτεράλευρου ([http8](#)).

Θρεπτική σύσταση	Πτεράλευρο
Ενέργεια (Kj/g)	23.500
Πρωτεΐνη (%)	85,7
Λίπος (%)	6,7
Τέφρα (%)	5,5
Υδατάνθρακες (%)	2,1

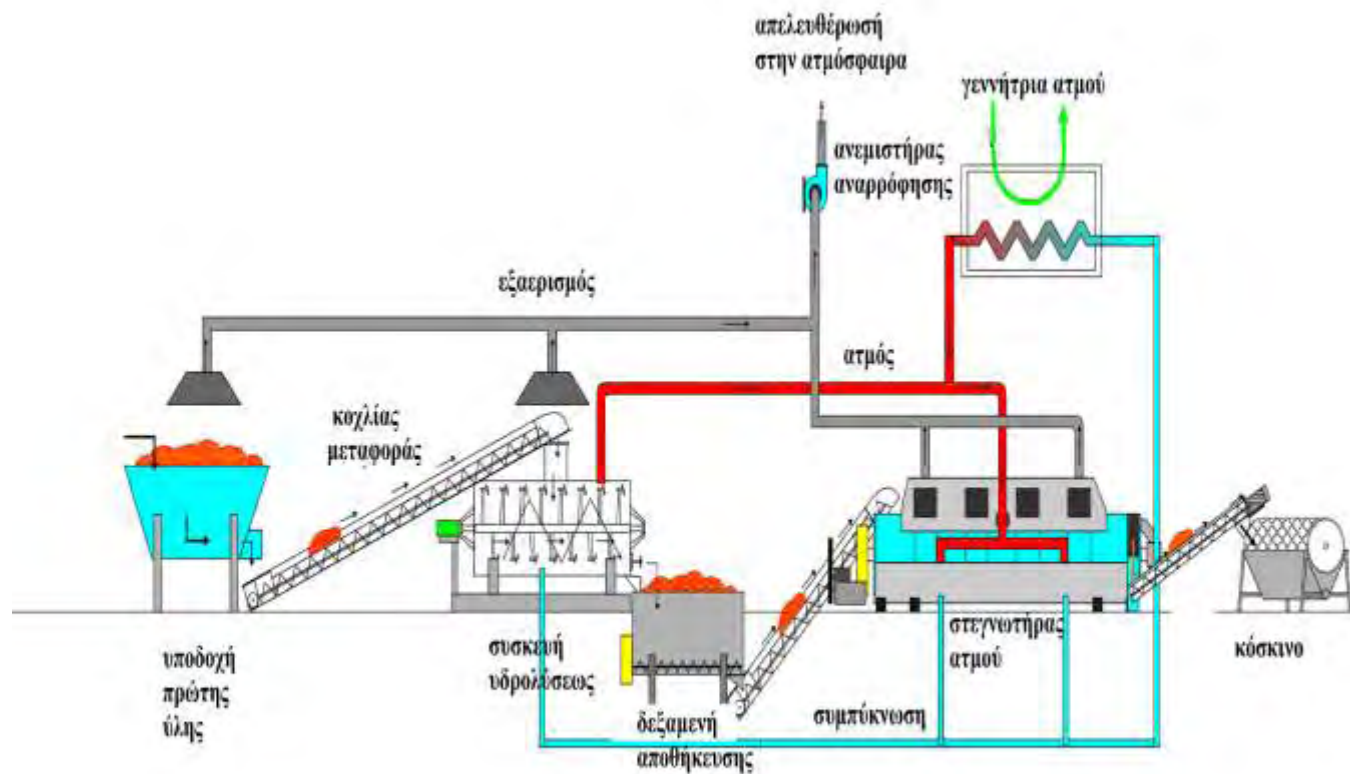
Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα του πτεράλευρου σε αμινοξέα σε σύγκριση με τις απαιτήσεις της ιριδίζουσας πέστροφας, του φαγκριού, της τιλάπιας, του γατόψαρου και της γαρίδας.

**Πίνακας 5:** Περιεκτικότητα πτεράλευρου σε αμινοξέα σε σχέση με τις απαιτήσεις της ιριδίζουσας πέστροφας, του φαγκριού, της τιλάπιας, του γατόψαρου και της γαρίδας (gr/16gr αζώτου) ([http7](#)).

Αμινοξύ	Πτεράλευρο	Απαιτήσεις Ιριδίζουσας πέστροφας	Απαιτήσεις Φαγκριού	Απαιτήσεις τιλάπιας	Απαιτήσεις γατόψαρου	Απαιτήσεις γαρίδας
Αργινίνη	6.88	3.3	5.0	4.0	4.3	5.8
Ιστιδίνη	0.74	-	-	1.6	1.5	2.1
Ισολευκίνη	4.80	2.3	-	3.2	2.6	3.4
Λευκίνη	8.21	4.0	-	3.2	3.5	5.4

Βαλίνη	7.54	2.9		2.7	3.0	4.0
Λυσίνη	2.12	4.2	5.0	4.6	5.1	5.3
Φαινυλαλανίνη	4.91			5.5	5.0	4.0
Μεθειονίνη	0.70	3.0	4.0	3.2	2.3	2.4
Κυστίνη	5.47	0.5				1.2
Θρεονίνη	4.58			3.6	2.0	3.6
Τρυπτοφάνη	0.57	1.4	0.6	1.0	0.5	0.8

Η πιο δημοφιλής μέθοδος παραγωγής πτεράλευρου είναι από υδροθερμική διεργασία (Εικ.7) κατά την οποία τα φτερά ψήνονται υπό υψηλή πίεση σε υψηλή θερμοκρασία. Ωστόσο, η υδροθερμική διεργασία, οδηγεί σε καταστροφή βασικών αμινοξέων, όπως η μεθειονίνη, λυσίνη, τυροσίνη, τρυπτοφάνη και έχει ως αποτέλεσμα την κακή πεπτικότητα και χαμηλή θρεπτική αξία του πτεράλευρου (Tiwary & Gupta 2012).



**Εικονα 7:** Διαδικασία παρασκευής πετράλευρου (<http9>)

Το πετράλευρο παράγεται χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό μίγμα πρώτων υλών (φτερά από διαφορετικά είδη πουλιών, μαλλιά γουρουνιών) και με διαφορετική υδρόλυση, εξοπισμό ξήρανσης και συνθήκες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές διαφορές στην πεπτικότητα και τη θρεπτική αξία των διαφορετικών παρτίδων του συστατικού αυτού. Ο ακριβής χαρακτηρισμός της θρεπτική αξίας του πετράλευρου που διατίθενται στην αγορά είναι αναγκαίος για να βελτιστοποιηθεί η χρήση του στις ιχθυοτροφές (<http10>).

### 2.3 Αιματάλευρο



**Εικόνα 8:** Αιματάλευρο (<http11>)

Τα προϊόντα αιματάλευρου (Εικ.8) έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στις σύνθετες ιχθυοτροφές από τις αρχές της δεκαετίας του εβδομήντα χωρίς να υπάρχουν αναφερόμενες επιβλαβείς ή αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία και την ευημερία των καλλιεργούμενων ειδών που εξετάστηκαν. Οι μόνες αρνητικές συνέπειες που έχουν αναφερθεί από τη χρήση του αιματάλευρου στην ανάπτυξη των ψαριών και της αποδοτικότητας των ζωοτροφών οφείλεται στην υπερβολική διαιτητική χρήση του βραστήρα / υπερ-θέρμανση αλεύρων (με επακόλουθη χαμηλή πεπτικότητα των απαραίτητων αμινοξέων) και η κακή σύνθεση των ζωοτροφών (από την μη χρήση συμπληρωματικών πηγών πρωτεΐνης (Tacon 2005).

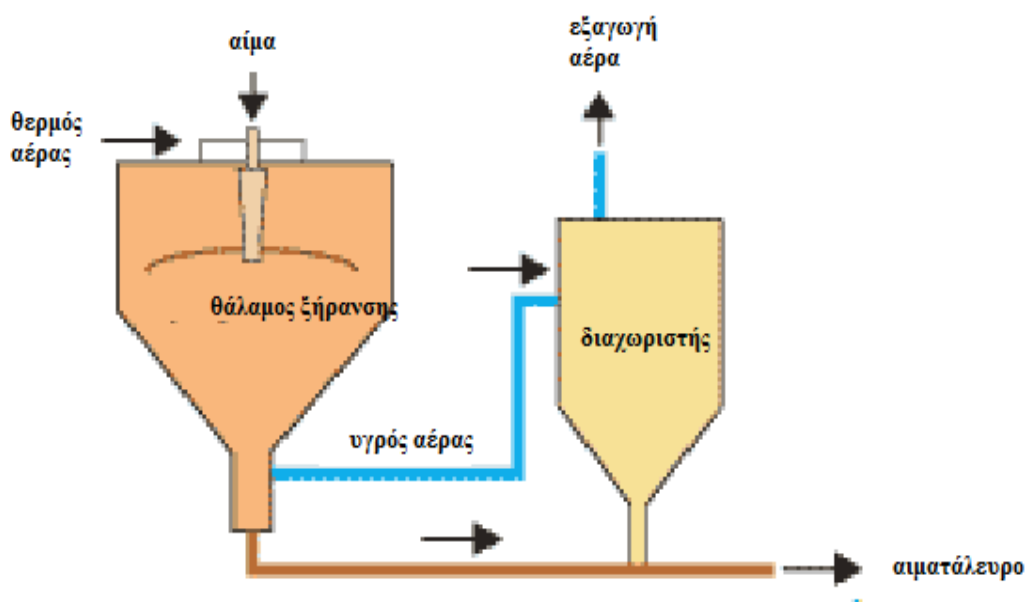
Το αιματάλευρο είναι ένα υποπροϊόν της βιομηχανίας σφαγής, που χρησιμοποιείται ως πηγή πρωτεϊνών στη διατροφή των ζώων. Είναι μια έντονου σκούρου καφέ χρώματος σκόνη με χαρακτηριστική οσμή (Nwogor *et al.* 2015). Το αιματάλευρο είναι πολύ πλούσιο σε ολικές πρωτεΐνες. Συγκεκριμένα, περιέχει ολικές πρωτεΐνες από 81%-85%, λιπαρές ουσίες από 1%-1,2%, τέφρα από 4,3%-4,7%, μη αζωτούχες εκχυλισματικές ουσίες από 0,7%-1,1% και υγρασία από 7,8%-12,5%. (Σπάης *et al.* 2002).

Περιέχει υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης και είναι μια από τις πιο πλούσιες πηγές λυσίνης, μία πλούσια πηγή αργινίνης, μεθειονίνης, κυστίνης και λευκίνης (Nwogor *et al.* 2015), αλλά είναι πολύ φτωχό σε ισολευκίνη και περιέχει λιγότερη γλυκίνη από το



ιχθυάλευρο. Το αιματάλευρο μπορεί να αντισταθμίσει την ανεπάρκεια λυσίνης και μεθειονίνης σε δίαιτες που βασίζονται σε φυτικές πρωτεΐνες. Η χαρακτηριστική μυρωδιά του γεύματος στο αίμα ωστόσο μειώνει την γευστικότητα του και ως εκ τούτου ένα όριο 5% είναι μια συνηθισμένη σύσταση για τη χρήση του στη διατροφή (Seifdavati *et al.* 2008).

Το αιματάλευρο ωστόσο πρέπει να χορηγείται αμέσως μετά την λήψη του, γιατί είναι ευπαθές προϊόν. Εξάλλου το νωπό αίμα είναι και επικίνδυνο μετάδοσης ορισμένων νόσων. Για αυτούς τους δύο πάρα πάνω λόγους, το νωπό αίμα υποβάλλεται σε αφυδάτωση με τη μέθοδο του καταιονισμού (Spray method) (Εικ.9) από την οποία προκύπτει το αιματάλευρο (Σπάης *et al.* 2002).



Εικόνα 9: Μέθοδος καταιονισμού (Spray method) (<http12>).

## 2.4 Σογιάλευρο



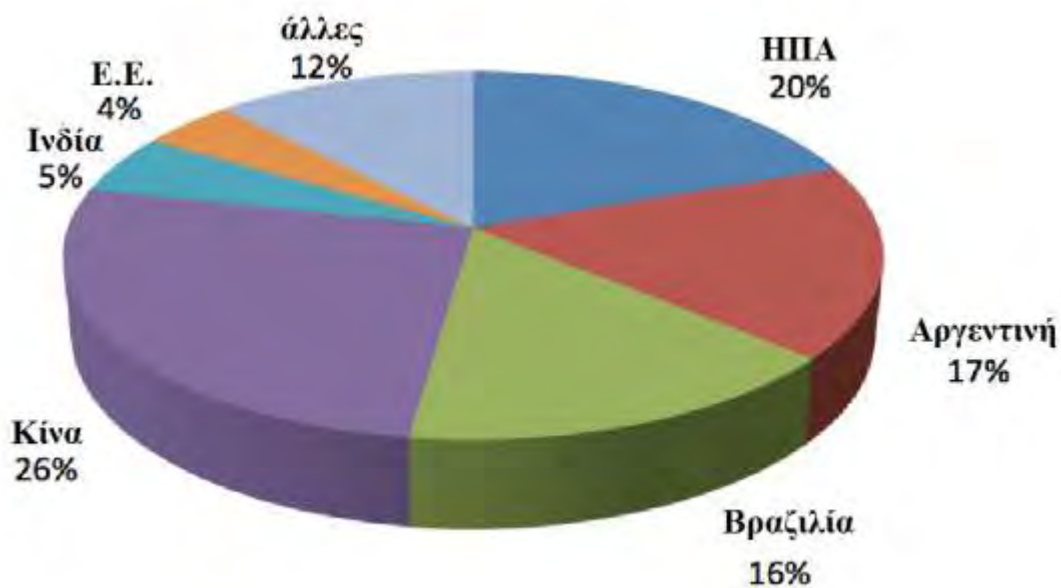
**Εικόνα 10:** Σογιάλευρο (<http13>).



**Εικόνα 11:** Σόγια (<http14>).

Το σογιάλευρο (Εικ.10) παράγεται από το φυτό σόγια (Εικ.11) του οποίου το επιστημονικό όνομα είναι *Glycine soja* ή *Soja hispida*. Η καλλιέργεια της σόγιας είναι πολύ παλιά. Ξεκίνησε από τη Κίνα (1<sup>η</sup> θέση στην εποχή μας στη παγκόσμια παραγωγή σόγιας), μεταφέρθηκε στις ΗΠΑ(2<sup>η</sup> θέση στη παγκόσμια παραγωγή σόγιας και 1<sup>η</sup> θέση στην εξαγωγή της), στη Βραζιλία (3<sup>η</sup> θέση), στην Αργεντινή (4<sup>η</sup> θέση) και σε άλλες χώρες της Αμερικής και της Ασίας με μικρότερη παραγωγή (Εικ.12) (Σπάης *et al.* 2002).

Στην Ελλάδα η παραγωγή σόγιας είναι περιορισμένη. Η Ε.Ο.Κ από το 1981, λόγω των μεγάλων ετήσιων εισαγωγών της σε σόγια (προϊόν που χρόνια τώρα κατέχει την 4<sup>η</sup> θέση σε χρηματική αξία πίσω από το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και την πρώτη ύλη για χαρτί), αποφάσισε να επιδοτήσει την καλλιέργεια σόγιας. Έτσι, το 1986 παρά τη σημαντική αύξηση της παραγωγής της στις χώρες της Ε.Ο.Κ, αυτή κάλυψε μόνο το 5% των αναγκών. Οι χώρες των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων που έχουν κάποια παραγωγή σόγιας είναι κυρίως η Ιταλία και η Ισπανία. Η Ελλάδα βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο όσον αφορά την καλλιέργεια σόγιας. Προς το παρόν εξετάζεται κατά πόσον οι καλλιέργειες σόγιας είναι συμφέρουσες για τον παραγωγό σε σχέση με άλλες καλλιέργειες όπως του καλαμποκιού, των ζαχαρότευτλων κ.α., τις οποίες ο Έλληνας παραγωγός μπορεί να πραγματοποιήσει στην ίδια και πάντοτε περιορισμένη γη που έχει στη διάθεση του (Σπάης *et al.* 2002).



**Εικόνα 12:** Παγκόσμια παραγωγή σογιάλευρου (<http>15).

Η πίτα σόγιας είναι προϊόν εκχύλισης των σπόρων της σόγιας για την παρασκευή σογιέλαιου. Η πρωτεΐνη της είναι από τις πλέον ισορροπημένες σε αμινοξέα, ανάμεσα σε αυτές των φυτικών υποπροϊόντων με μόνο οριακό αμινοξύ την μεθειονίνη. Για το λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε ζωοτροφές. Η απόδοση της όμως σε τροφές ψαριών είναι σημαντικά χαμηλότερη από την αναμενόμενη, λόγω της σύστασης της πρωτεΐνης της σε αμινοξέα. Σημαντική βελτίωση των θρεπτικών της ιδιοτήτων επιτυγχάνεται με θέρμανση (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Η καλλιέργεια σόγιας είναι ιδιαίτερα διαδομένη στην Αμερική και το σογιάλευρο είναι από τις πιο συνηθισμένες φυτικές πρωτεϊνικές πηγές παγκοσμίως, καθώς εξάγεται από τις παραγωγούς χώρες. Το αποφλοιωμένο σογιάλευρο περιέχει 48% πρωτεΐνη ενώ η αποφλοιωμένη σόγια περιέχει 44% πρωτεΐνη (Πιν. 6), η οποία είναι υψηλής βιολογικής αξίας με πρώτα περιοριστικά αμινοξέα τη μεθειονίνη και την κυστίνη, ενώ υπερέχει σε αργινίνη και φαινυλαλανίνη. Παρά τα θετικά στοιχεία της η σόγια περιέχει και αρκετούς αντιδιατροφικούς παράγοντες, οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τη διατροφή των ψαριών. Κάποιοι από αυτούς, όπως είναι η αναστολής της τρυψίνης, καταστρέφονται σε μεγάλο ποσοστό με τη θερμική επεξεργασία. η σόγια περιέχει και άλλους

αντιδιατροφικούς παράγοντες όπως λακτίνες, τανίνες, αλκαλοειδή, φυτικά οιστρογόνα και ουρεάση (Μεντέ & Νέγκας 2011).

**Πίνακας 6:** Θρεπτική σύσταση του σογιάλεουρο (<http8>).

Θρεπτική σύσταση	Σογιάλεουρο
Ενέργεια (Kj/g)	19700
Πρωτεΐνη (%)	51,8
Λίπος (%)	2,0
Τέφρα (%)	7,1
Υδατάνθρακες (%)	39,2

Η μεγαλύτερη ποσότητα σόγιας παράγεται από γενετικά τροποποιημένα φυτά και αυτό το γεγονός δημιουργεί πρόβλημα στην εισαγωγή του προϊόντος σε κράτη όπου η νομοθεσία περιορίζει τη χρήση γενετικά τροποποιημένων τροφών, είτε πρόκειται για ζωοτροφές είτε για ανθρώπινη κατανάλωση (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Το σογιάλεουρο μπορεί να αντικαταστήσει της ζωικής προέλευσης πρωτεΐνες μέχρι κάποιο συγκεκριμένο ποσοστό, πάνω από το οποίο οι αποδόσεις της σωματικής αύξησης πέφτουν. Τα χορτοφάγα ψάρια μπορούν να ανεχθούν υψηλότερα ποσοστά στις τροφές τους σε σχέση με τα σαρκοφάγα ψάρια (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Φαίνεται επίσης ότι σογιάλεουρο πλήρες ελαίου είναι καλύτερα αξιοποιήσιμο από τα ψάρια ψυχρών υδάτων παρά από τα ψάρια θερμών υδάτων, αλλά μεγάλη ποσότητα από αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ψάρια με μεγάλο ποσοστό λίπους στο σώμα τους. Παράλληλα το γεγονός ότι το προφίλ λιπαρών οξέων της τροφής αντικατοπτρίζεται στο παραγόμενο προφίλ λιπαρών οξέων του ψαριού δημιουργεί επιπλέον πρόβλημα στη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται η σύγκριση των απαιτήσεων σολομού σε αμινοξέα σε σχέση με την περιεκτικότητα της σόγιας σε αμινοξέα:

**Πίνακας 7:** Σύγκριση απαιτήσεων σολομού με την περιεκτικότητα της σόγιας σε αμινοξέων (% πρωτεΐνης) (Μεντέ & Νέγκας 2011).

Αμινοξύ	Σόγια	Απαιτήσεις σολομού
Αργινίνη	7,23	6
Ιστιδίνη	2,52	1,75
Ισολευκίνη	4,93	2,25
Λευκίνη	7,70	4
Λυσίνη	6,20	5
Μεθειονίνη+	2,86	3,75
Κυστίνη		
Φαινυλαλανίνη+	8,68	5,25
Τυροσίνη		
Θρεονίνη	3,91	2,25
Τρυπτοφάνη	1,34	0,4-0,6
Βαλίνη	5,09	3,25

Σήμερα, η πλειονότητα της σόγιας υποβάλλονται σε επεξεργασία με τη χρήση εκχύλισης με διαλύτη, ο οποίος αφαιρεί το σύνολο σχεδόν του ελαίου από τη σόγια. Η διαδικασία εκχύλισης με διαλύτη περιλαμβάνει (Εικ.13):

- ξήρανση
- καθαρισμό
- ράγισμα

- απορρόφηση κελυφών
- κλιματισμό
- νυφαδοποίηση
- εκχύλιση διαλύτη
- αποδιαλυτοποίηση-ψήσιμο
- ξήρανση και ψύξη
- άλεση (Newkirk 2010).



**Εικόνα 13:** Διαδικασία παραγωγής σογιάλεου (Newkirk 2010).

## 2.5 Άλευρο και έλαιο ελαιοκράμβης



**Εικόνα 14:** άλευρο ελαιοκράμβης (<http16>)



**Εικόνα 15:** ελαιοκράμβη (<http17>)

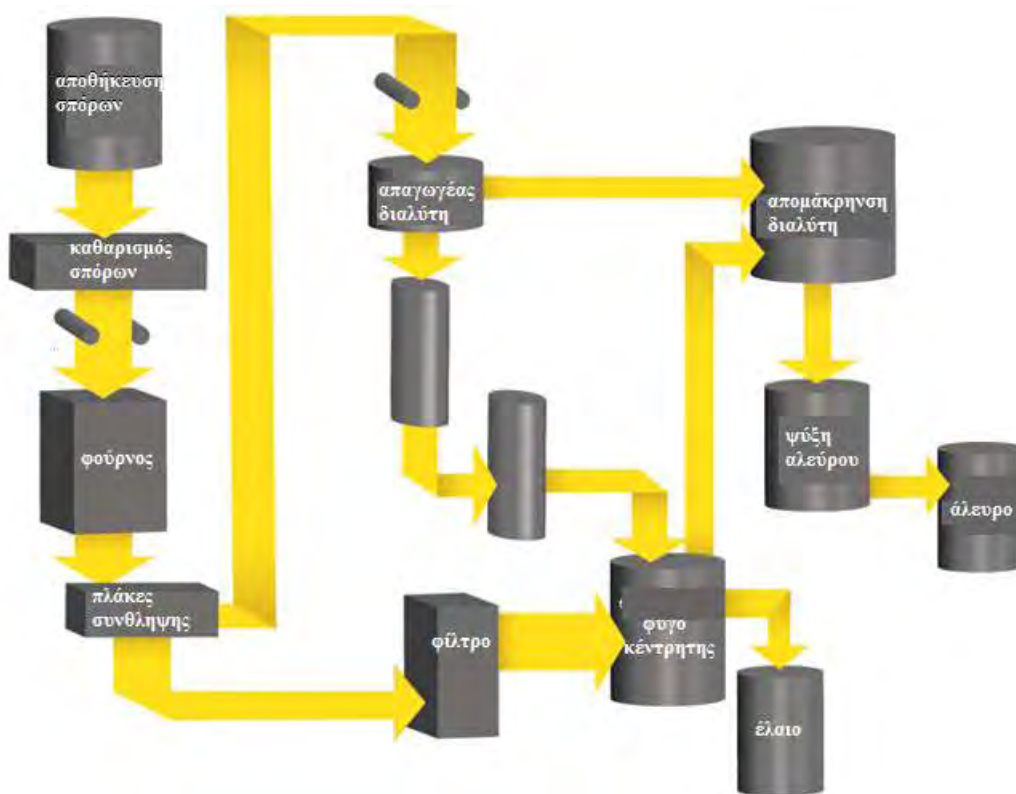
Η ελαιοκράμβη (Εικ.15) έχει καλλιεργηθεί με τυποποιημένες τεχνικές αναπαραγωγής φυτών ώστε να έχει χαμηλά επίπεδα ερουκικού οξέος (<2%) στο τμήμα του ελαίου και χαμηλά επίπεδα γλυκοσινολικών (<30 mmol / g) στο τμήμα του αλεύρου. Ο σπόρος ελαιοκράμβης είναι μικρός και στρογγυλός, με διάμετρο 1-2 χιλιοστά. Περιέχει περίπου 42-43% έλαιο. Το υπόλοιπο που μένει είναι το άλευρο ελαιοκράμβης το οποίο είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πηγή πρωτεΐνης σε ζωικές τροφές. Οι γλυκοζινολικές ενώσεις που εμπεριέχονται στην ελαιοκράμβη μειώθηκαν επειδή είναι τοξικές και έχουν δυσάρεστη γεύση για τα περισσότερα ζώα, και ως εκ τούτου γίνεται περιορισμένη ενσωμάτωση του άλευρο ελαιοκράμβης σε ζωοτροφές (Newkirk 2009).

Με την παγκόσμια παραγωγή ελαιοκράμβης να ανέρχεται στους 62 εκατομμύρια τόνους το 2012, η ελαιοκράμβη κατατάσσεται πίσω μόνο από σόγια στην παγκόσμια παραγωγή ελαιούχων σπόρων. Η ελαιοκράμβη καλλιεργείται κυρίως ως πηγή βρώσιμου ελαίου, ωστόσο, χρησιμοποιείται πιο συχνά για την παραγωγή βιοκαυσίμων, ιδίως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου σχεδόν εννέα εκατομμύρια τόνοι βιοκαυσίμων παρήχθησαν το 2010, κυρίως από το έλαιο ελαιοκράμβης (NSW Department of Primary Industries 2014).

Η διαδικασία της εκχύλισης ελαίου (Εικ.16) από τους σπόρους ελαιοκράμβης περιλαμβάνει την ξήρανση, τον καθαρισμό των σπερμάτων, την προετοιμασία, την

εκχύλιση και την επεξεργασία του ελαίου. Η εκχύλιση ελαίου από σπόρους ελαιοκράμβης μπορεί να γίνει με 2 τρόπους είτε με χρήση διαλύτη εκχύλισης είτε χωρίς. Αν δεν χρησιμοποιείται διαλύτης εκχύλισης, το έλαιο μπορεί να αποβληθεί από τους σπόρους χρησιμοποιώντας πίεση εν ψυχρώ ή με διπλή πίεση (Tanawong 2014).

Εάν χρησιμοποιείται η μέθοδος διαλύτη εκχύλισης, οι σπόροι ελαιοκράμβης θερμαίνονται σε θερμοκρασία μεταξύ 80 και 90°C και στη συνέχεια πιέζονται για να αφαιρεθεί το 50 με 60% του ελαίου. Το υπόλοιπο έλαιο εκχυλίζεται με ένα διαλύτη που είναι συνήθως εξάνιο. Μετά την εκχύλιση, ο διαλύτης απομακρύνεται από το άλευρο (Tanawong 2014).



**Εικόνα 16:** Διαδικασία εκχύλισης ελαίου από σπόρους ελαιοκράμβης με την χρήση διαλύτη ([http18](http://18)).



**Πίνακας 8:** Θρεπτική σύσταση του αλεύρου ελαιοκράμβης (<http8>).

Θρεπτική σύσταση	Άλευρο ελαιοκράμβης
Ενέργεια (Kj/g)	19.600
Πρωτεΐνη (%)	39,0
Λίπος (%)	8,2
Τέφρα (%)	7,8
Υδατάνθρακες (%)	45,0

Το άλευρο ελαιοκράμβης (Εικ.14) χρησιμοποιείται συνήθως σε δίαιτες υδατοκαλλιέργειας για είδη όπως είναι το γατόψαρο, ο κυπρίνος, η τιλάπια, το μπάσο, η πέρκα, η τσιπούρα, το καλκάνι, και οι γαρίδες. Σε έρευνες που έγιναν βρέθηκε ότι το άλευρο ελαιοκράμβης μπορεί να συμπεριληφθεί στις δίαιτες γατόψαρων σε ποσοστό μέχρι και 31% χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση της τροφής. Το άλευρο ελαιοκράμβης περιλαμβάνεται συχνά επίσης στη διατροφή του κυπρίνου, η οποία βασίζεται συνήθως σε πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης. Επίσης προσδιορίστηκε ότι το άλευρο ελαιοκράμβης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε ένα επίπεδο συμπερίληψη 10% σε δίαιτες νεαρών τιλάπιων χωρίς να επηρεαστούν σημαντικά ο ρυθμός ανάπτυξης ή η μετατρεψιμότητα της τροφής. Ακόμη βρέθηκε ότι το άλευρο ελαιοκράμβης θα μπορούσε να περιλαμβάνεται μέχρι 60% στις δίαιτες λυθρινιών χωρίς επιβλαβείς επιδράσεις στην απόδοση της τροφής. το άλευρο ελαιοκράμβης είναι καθιερωμένο συστατικό ζωοτροφών στις δίαιτες του σολομού και της πέστροφας εφόσον χρησιμοποιείται ευρέως στην διατροφή τους για πάνω από 20 χρόνια. Το συγκεκριμένο άλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις δίαιτες σαλμονιδών σε επίπεδα μέχρι και 20% (Newkirk 2009).

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζεται η σύγκριση των απαιτήσεων σολομού σε αμινοξέα σε σχέση με την περιεκτικότητα της ελαιοκράμβης σε αμινοξέα:

**Πίνακας 9:** Σύγκριση απαιτήσεων σολομού με την περιεκτικότητα αμινοξέων της ελαιοκράμβης (% πρωτεΐνης) (Newkirk 2009).

Αμινοξύ	Ελαιοκράμβη	Απαιτήσεις σολομού
Αργινίνη	5,78	6
Ιστιδίνη	3,11	1,75
Ισολευκίνη	4,33	2,25
Λευκίνη	7,06	4
Λυσίνη	5,56	5
Μεθειονίνη+	4,45	3,75
Κυστίνη		
Φαινυλαλανίνη+	7,05	5,25
Τυροσίνη		
Θρεονίνη	4,39	2,25
Τρυπτοφάνη	1,33	0,4-0,6
Βαλίνη	5,47	3,25

## 2.5 Γλουτένη καλαμποκιού

Το άλευρο γλουτένης καλαμποκιού είναι ένα υποπροϊόν της παρασκευής του αμύλου αραβοσίτου (και μερικές φορές της παραγωγής αιθανόλης) με την διαδικασία υγρής άλεσης. Το άλευρο γλουτένης καλαμποκιού είναι μια πλούσια πηγή πρωτεΐνης για τις τροφές, περιέχει περίπου 65% ακατέργαστη πρωτεΐνη, που χρησιμοποιείται ως πηγή πρωτεϊνών, ενέργειας και χρωστικών ουσιών για είδη ζώων συμπεριλαμβανομένων των ψαριών. Επίσης αποτιμάται σε τροφές για ζώα συντροφιάς για την υψηλή πεπτικότητα της πρωτεΐνης ([http8](http://8)).

Το άλευρο γλουτένης αραβοσίτου λαμβάνεται με οποιαδήποτε διεργασία κατά την οποία χρησιμοποιήτε αραβόσιτος για την εκχύλιση αμύλου και διανέμεται σε όλο τον κόσμο. Η παραγωγή της έχει γίνει σχετικά σταθερή δεδομένου ότι η αιθανόλη παράγεται σήμερα κατά κύριο λόγο από ξηρά άλεση, η οποία αποδίδει αποστάγματα καλαμποκιού αντί αλεύρου γλουτένης αραβοσίτου και γλουτένης αραβοσίτου. Το 2010-2011, η κατανάλωση τόσο του αλεύρου γλουτένης αραβοσίτου όσο και της γλουτένης αραβοσίτου (οι στατιστικές δεν κάνουν διάκριση μεταξύ των δύο προϊόντων) ήταν περίπου 14,9 εκατομμύρια τόνους. Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ήταν οι ΗΠΑ με 5,6 εκατομμύρια τόνους, η Ευρωπαϊκή Ένωση με 3.000.000 τόνους, η Νότιος Κορέα με 1 εκατομμύριο τόνους, η Ιαπωνία με 0,94 εκατομμύρια τόνους και άλλες ασιατικές χώρες με 1,6 εκατομμύρια τόνους. Οι ΗΠΑ ήταν ο κύριος προμηθευτής με παροχή 2,1 εκατομμύρια τόνους. Οι κύριοι εισαγωγείς ήταν η Ε.Ε., η Νότιος Κορέα, η Τουρκία, η Κίνα, η Ιαπωνία, το Ισραήλ, η Αίγυπτος και η Ινδονησία ([http8](http://8)).

Το άλευρο γλουτένης καλαμποκιού περιέχει 60-75% ακατέργαστη πρωτεΐνη (DM) (αν και κατώτερες τιμές έχουν αναφερθεί). Περιέχει περίπου 15-20% άμυλο και περιορισμένες ποσότητες φυτικών ινών (ινώδεις ουσίες: 1%), λίπος (3%) και μέταλλα (2%). Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε πρωτεΐνη, το άλευρο γλουτένης αραβοσίτου χρησιμοποιείται κυρίως ως μια πιθανή εναλλακτική για αντικατάσταση άλλων πρωτεϊνικών πηγών φυτικής ή ζωικής προέλευσης (Leeson *et al.* 2005).

**Πίνακας 10:** Θρεπτική σύσταση του αλεύρου γλουτένης καλαμποκιού ([http8](http://8)).

Θρεπτική σύσταση	Άλευρο γλουτένης καλαμποκιού
Ενέργεια (Kj/g)	23.100
Πρωτεΐνη (%)	67,2
Λίπος (%)	2,9
Τέφρα (%)	2,1
Υδατάνθρακες (%)	27,8

Ωστόσο το προφίλ αμινοξέων του έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη (1,7% της πρωτεΐνης έναντι 6,3% του σογιάλευρου και 7,5% του ιχθυάλευρου) και τρυπτοφάνη (0,5% έναντι 1,4% του σογιάλευρο και 1,1% του ιχθυάλευρου). Επίσης περιέχει περισσότερη μεθειονίνη (2,4%) από ότι λυσίνη, με αποτέλεσμα ένα μη ισορροπημένο προφίλ για πολλά είδη ζώων, αν και το σχετικά καλό περιεχόμενο μεθειονίνης του είναι πολύτιμο για τις φωτόκες όρνιθες. Το άλευρο γλουτένης καλαμποκιού είναι επίσης μια πολύ καλή πηγή ενέργειας, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε ολική ενέργεια (23,1 MJ / kg) και πεπτικότητα της ενέργειας (πάνω από 90% στα μηρυκαστικά και τους χοίρους) ( Blair 2008).

**Πίνακας 11:** Περιεκτικότητα αμινοξέων του αλεύρου γλουτένης καλαμποκιού (% πρωτεΐνης) (<http8>).

Αμινοξύ	Άλευρο γλουτένης καλαμποκιού
Αργινίνη	3,0
Ιστιδίνη	2,0
Ισολευκίνη	4,0
Λευκίνη	15,9
Λυσίνη	1,7
Μεθειονίνη	2,4
Κυστίνη	1,8
Φαινυλαλανίνη	6,1
Τυροσίνη	4,8
Θρεονίνη	3,3
Τρυπτοφάνη	0,5
Βαλίνη	4,5

## 2.6 Προβληματισμοί με τα ιχθυάλευρα και τα άλλα συμβατικά συστατικά

Όσο η εντατική υδατοκαλλιέργεια συνεχίζει να επεκτείνεται, το ίδιο κάνει και η απαίτηση για υψηλής ποιότητας πηγές πρωτεΐνης (Carter & Hauler 2000). Η συνεχής ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο, σε ποσοστό έως και 9% από έτος σε έτος, οδήγησε σε αύξηση της ζήτησης για τροφές για εμπορικά υδρόβια είδη (Εικ. 17). Ένα θεμελιώδες μέρος της επεξεργασίας αυτών των τροφών είναι τα ιχθυάλευρα, μια πηγή πρωτεϊνών υψηλής διατροφικής αξίας και γευστικότητας. Η παγκόσμια εκμετάλλευση αυτού του πόρου, η μέση παραγωγή των οποίων κατά την τελευταία δεκαετία κυμάνθηκε μεταξύ 5 και 7 εκατομμύρια τόνους (Allan *et al.* 2000) γίνεται όλο και μεγαλύτερη, και εάν επιπλέον λάβουμε υπόψη το γεγονός ότι η επεξεργασία των εν λόγω πρώτων υλών επηρεάζεται από δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες όπως το Ελ Νίνιο, θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε τα ιχθυάλευρα μια θαλάσσια πηγή πρωτεϊνών υψηλής εμπορικής αξίας, καθώς τα τελευταία στοιχεία για τις τιμές δείχνουν την τιμή να βρίσκεται περίπου στα 2.100 US \$/τόνο (Allan *et al.* 2000). Ωστόσο, η αβέβαια διαθεσιμότητα και οι διακυμάνσεις στο κόστος και την ποιότητα έχουν οδηγήσει σε μια παγκόσμια αναζήτηση για νέες εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης (Molina-Poveda *et al.* 2013). Καθώς επίσης η παγκόσμια παραγωγή ιχθυαλεύρου χρησιμοποιεί ήδη περίπου το 35% των συνολικών παγκόσμιων αλιευμάτων. Περίπου 4 κιλά νωπών ψαριών είναι απαραίτητη για να παραχθεί 1 κιλό ιχθυαλεύρων, αν η διατροφή περιέχει περισσότερο από 17% ιχθυάλευρα ή ο λόγος μετατροπής των τροφίμων υπερβαίνει το 1,5:1, οι υδατοκαλλιέργειες επιφέρουν καθαρή απώλεια των πρωτεϊνών των ψαριών (Allan *et al.* 2000).

Αρκετά ψάρια απαιτούν συνήθως υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης στη διατροφή τους, αντανακλώντας την υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη της φυσικής τους διατροφής. Η συνήθης πηγή αυτής της πρωτεΐνης στη διατροφή τους είναι το ιχθυάλευρο. Λόγω της υψηλής τιμής των ιχθυαλεύρων και της μείωση της αλιευτικής πίεσης επί των ειδών της βιομηχανικής αλιείας, οι διατροφολόγοι των ψαριών και οι υδατοκαλλιεργητές σε όλο τον κόσμο προσπαθούν να αντικαταστήσουν τα ιχθυάλευρα με δίαιτες βασισμένες σε πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης. Το σογιάλευρο είναι η πιο κοινή πηγή αντικατάστασης, σε σχέση με άλλες πηγές φυτικής πρωτεΐνης

έχει το καλύτερο προφίλ αμινοξέων, αλλά παράλληλα περιέχει κάποιες αντιθρεπτικές ενώσεις, όπως το φυτικό οξύ (Hien *et al.* 2015).

Παρ' όλα αυτά, η χρήση υψηλών επιπέδων πρωτεΐνης σόγιας μπορεί να μεταβάλλουν την ανάπτυξη των υδρόβιων ζώων, το μεταβολισμό και την κατάσταση της υγείας τους, λόγω των αντι-θρεπτικών παραγόντων (ANFs) που εμπεριέχονται στο σογιάλευρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της σόγιας ως πηγή πρωτεΐνης σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο εκάστοτε σιτηρέσιο [4E6]. Έχει προταθεί ότι οι ANFs του σογιάλευρου μπορούν να αφαιρεθούν ή μερικώς αδρανοποιηθούν με ζύμωση. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση αλεύρων σόγιας που έχουν υποστεί ζύμωση ως πηγή πρωτεΐνης στη διαμόρφωση διαιτών χερσαίων ζώων ενισχύουν την αύξηση βάρους και την ανοσολογική κατάσταση. Επιπλέον, τα άλευρα σόγιας που έχουν υποστεί ζύμωση έχουν χρησιμοποιηθεί στη θέση ιχθυάλευρων σε δίαιτες μερικών ειδών ψαριών (Ding *et al.* 2015).

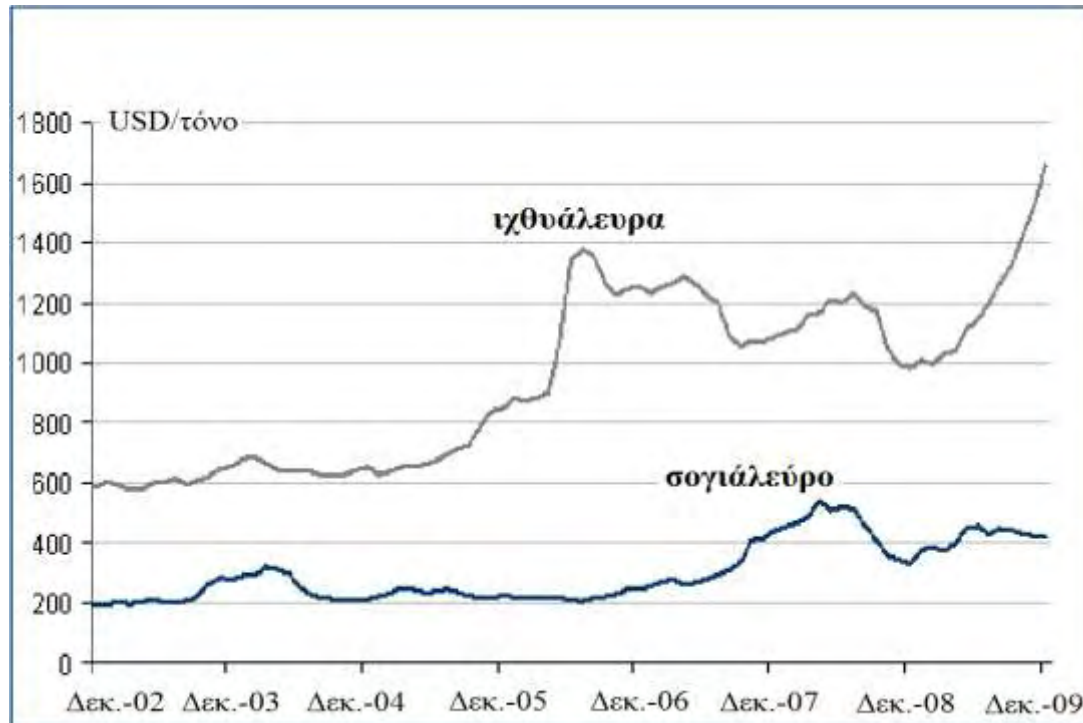
Η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με φυτικές πρωτεΐνες μεταβάλλει τη σύνθεση αμινοξέων η οποία απαιτεί η διαίτα των ψαριών. Έτσι, μεμονωμένα απαραίτητα αμινοξέα προστίθενται συχνά στις δίαιτες για να καταστεί η σύνθεση αμινοξέων της φυτικής διαίτας ισοδύναμη με εκείνη της διαίτας η οποία έχει ως βάση το ιχθυάλευρο (Hien *et al.* 2015).

Η αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων για ιχθυάλευρα είναι μια διεθνής ερευνητική προτεραιότητα. Στην Αυστραλία, πολύ λίγα ιχθυάλευρα παράγονται καθώς υπάρχει μεγάλη προσφορά πρωτεϊνών γεωργικής προέλευσης οι οποίες έχουν χαμηλότερης τιμής, όπως για παράδειγμα τα ζωικά άλευρα, οι ελαιούχοι σπόροι, τα όσπρια και τα δημητριακά (Allan *et al.* 2000).

Οι ιχθυοτροφές βασίζονται σε ένα καλάθι από τα κοινά εισρέοντα συστατικά, όπως η σόγια, το καλαμπόκι, τα ιχθυάλευρα, ιχθυέλαια, το ρύζι και το σιτάρι, για τα οποία ανταγωνίζονται στην αγορά με την κτηνοτροφία, καθώς και με τη χρήση για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο. Πολλά από αυτά τα βασικά συστατικά που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε συνταγές για ιχθυοτροφές υδατοκαλλιέργειας αποτελούν αντικείμενο διεθνών συναλλαγών εμπορευμάτων. Ως εκ τούτου, η παραγωγή ιχθυοτροφών υποβάλλεται επίσης σε κάθε παγκόσμιο σοκ και αστάθεια στην αγορά. Από το 2005, ο δείκτης τιμών των βασικών εμπορευμάτων (CPI)

αυξήθηκε κατά περίπου 50 τοις εκατό και οι τιμές του αλεύρου σόγιας, ιχθυάλευρα, καλαμπόκι και το σιτάρι αυξήθηκαν κατά 67, 55, 284, 225 και 180 τοις εκατό, αντίστοιχα. Παρομοίως, το κόστος των σημαντικότερων ελαίων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ιχθυοτροφών έχει αυξηθεί κατά έως και 250 τοις εκατό (Rana *et al.* 2009).

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες οδήγησαν σε μια κρίσιμη έλλειψη των σημαντικότερων σιτηρών και των ελαιούχων σπόρων, συστατικά που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές καθώς και για άλλες εμπορικές τροφές. Δυσμενείς καιρικές συνθήκες μείωσαν την απόδοση των καλλιεργειών και της παραγωγής σε ορισμένες χώρες το 2006. Η απόδοση των καλλιεργειών στη Ρωσική Ομοσπονδία και την Ουκρανία ήταν αισθητά χαμηλότερες λόγω της ξηρασίας. Η Αυστραλία αντιμετώπισε δύο χρόνια (2006 και 2007), την σοβαρή ξηρασίας και η Νότια Αφρική, επίσης γνώρισε την ξηρασία. Κατά συνέπεια, η μειωμένη παγκόσμια παραγωγή και προμήθεια των δημητριακών και ελαιούχων σπόρων συνέβαλε στην περαιτέρω μείωση του παγκόσμιου δείκτη αποθέματος για χρήση, με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών (Rana *et al.* 2009).



**Εικόνα 17:** Διακύμανση της τιμής ιχθυαλεύρου και σογιαλεύρου (<http19>).

### 3. Μη συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών-ξηρά αποστάγματα

#### 3.1 Αποξηραμένο απόσταγμα σιτηρών με διαλυτά συστατικά (distillers dried grain with soluble, DDGS)

Τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας απόσταξης, όπως είναι τα αποξηραμένα αποστάγματα σιτηρών με διαλυτά συστατικά (DDGS) είναι εδώ και καιρό κοινώς αποδεκτά συστατικά των ζωοτροφών για τη διατροφή σε ζώα κρεατοπαραγωγής. Λόγω της προσφοράς και των τιμών τους, αυτά τα προϊόντα συνήθως εμπεριέχονται σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν το 5% της διαίτας. Ωστόσο, σε πρώιμες μελέτες αποδείχθηκε ότι υψηλότερα επίπεδα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε διατροφικά ισορροπημένες δίαιτες (Waldroup *et al.* 2007).

Η διαθεσιμότητα των αποξηραμένων αποσταγμάτων καρπών καλαμποκιού (DDGS), είναι ένα παραπροϊόν που παράγεται από το καλαμπόκι. Το προϊόν αυτό βασίζεται στην βιομηχανία βιοκαυσίμων αιθανόλης. Τα τελευταία χρόνια λόγω της αύξησης της παραγωγής αιθανόλης στις ΗΠΑ έχει αυξηθεί και η παραγωγή του (Barnes *et al.* 2012). Επί του παρόντος, στη Βόρεια Αμερική, περίπου 7 εκατομμύρια τόνοι DDGS είναι διαθέσιμοι για τους παραγωγούς ζωοτροφών (Batal & Dale, 2006). Η βιομηχανία αιθανόλης στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξάνεται κατά περίπου 30% ετησίως με αποτέλεσμα τις μεγάλες αυξήσεις στις προμήθειες DDGS για τη βιομηχανία των ζώων. Η πλειοψηφία των DDGS χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή μηρυκαστικών, λόγω της ικανότητάς τους να χρησιμοποιούν την υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες (Fastinger *et al.* 2006).

#### 3.2 Μέθοδος ξηρής άλεσης (Dry Mill)

Το αρχικό στάδιο στην παραγωγή αιθανόλης χρησιμοποιώντας την τεχνολογία ξηρής άλεσης (Εικ. 18) είναι να μειωθεί το μέγεθος των σωματιδίων του καλαμποκιού με άλεση με ένα σφυρόμυλο. Ο σφυρόμυλος συνθλίβει το καλαμπόκι με τις υψηλής ταχύτητας, περιστρεφόμενες σφαιρικές άκρες του. Η λεπτότητα του καλαμποκιού καθορίζεται κυρίως από τον όγκο του ρότορα, την ταχύτητα των σφαιρικών ακρών, τον αριθμό των σφυριών, και το μέγεθος του ανοίγματος της οθόνης. Οι οθόνες που χρησιμοποιούνται στον σφυρόμυλο κυμαίνονται συνήθως από



3 έως 5 mm σε διάμετρο. Το μέγεθος των σωματιδίων του κόκκου μπορεί να επηρεάσει την απόδοση της αιθανόλης, και ως εκ τούτου, οι παραγωγοί αιθανόλης τείνουν να χρησιμοποιούν λεπτώς αλεσμένο καλαμπόκι για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση της αιθανόλης (http20).

Η παραγωγή αιθανόλης από 100 κιλά καλαμπόκι, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της ξηρής άλεσης παράγει περίπου 34,4 κιλά αιθανόλη, 34,0 κιλά διοξειδίου του άνθρακα, και 31,6 κιλά DDGS (Fastinger *et al.* 2006).

### 3.2.1 Στάδια ξηρής άλεσης

#### A. Θέρμανση και σακχαροποίηση

Στο στάδιο της θέρμανσης και σακχαροποίησης προστίθεται στο καλαμπόκι νερό και ανακυκλωμένο κατακάθι, τα οποία δρουν ως μαλακτικά για να ξεκινήσει η έκπλυση της διαλυτής πρωτεΐνης, των σακχάρων και των μη-αμυλούχων συνδεδεμένων λιπιδίων (Chen *et al.* 1999). Ακολούθως γίνεται η θέρμανση για να υδρολυθεί το άμυλο σε γλυκόζη, μαζί με την προσθήκη των αμυλολυτικών ενζύμων, προκειμένου η ζύμη να μετατρέψει τη γλυκόζη σε αιθανόλη. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά τη διάρκεια της διαδικασίας θέρμανσης είναι 40-60°C σε δεξαμενή προ-ανάμιξης, 90 έως 165°C για τη θέρμανση, και 60°C για την υγροποίηση. Η ζελατινοποίηση του αμύλου αρχίζει να συμβεί μεταξύ 50 και 70°C. Ένα κρίσιμο βήμα για τη μετατροπή του αμύλου σε γλυκόζη αφορά την πληρότητα της ζελατινοποίησης του αμύλου. Κατά τη διάρκεια της ζελατινοποίησης, σχεδόν το σύνολο της αμυλόζης στους κόκκους αμύλου αποπλένεται προς τα έξω, πράγμα το οποίο αυξάνει το ιξώδες λόγω των διογκωμένων κόκκων και πηκτωμάτων που δημιουργούνται και τα οποία αποτελούνται από διαλυτοποιημένη αμυλόζη (Lin & Tanaka 2006).

#### B. Ζύμωση

Η ζύμωση είναι η διαδικασία κατά την οποία η ζύμη μετατρέψει τα σάκχαρα σε αλκοόλη. Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος ζυμομύκητας είναι ο *Saccharomyces cerevisiae*, επειδή μπορεί να παράγει αιθανόλη σε μια συγκέντρωση τόσο υψηλή όσο 18% (Pretorius 2000). Σε ιδανικές ζυμώσεις, περίπου το 95% της ζάχαρης μετατρέπεται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, το 1% μετατρέπεται σε

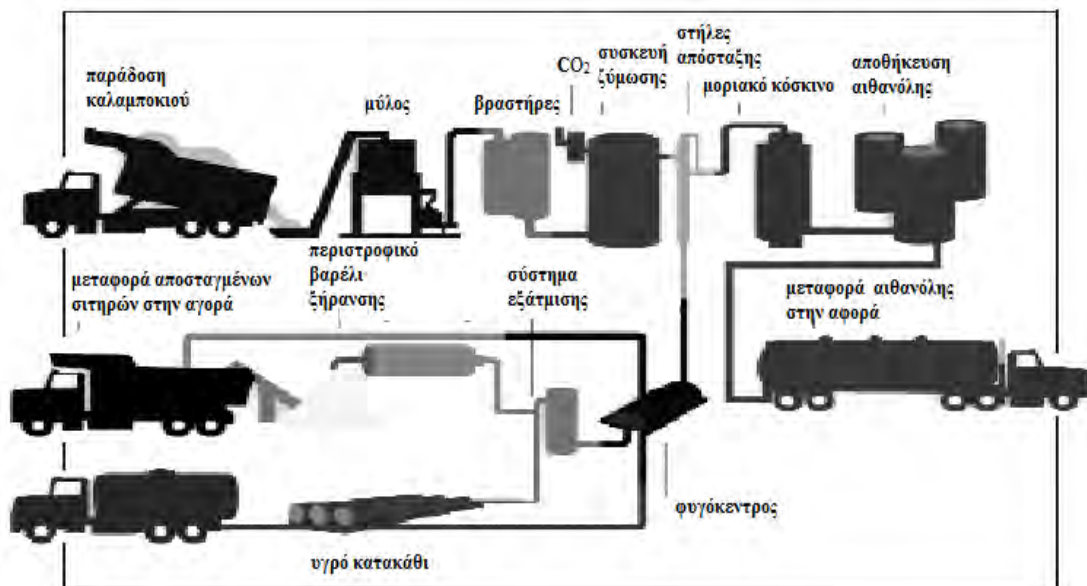
κυτταρικό υλικό των κυττάρων ζύμης, και το 4% μετατρέπεται σε άλλα προϊόντα, όπως γλυκερόλη (Wingren *et al.* 2003). Προ-ζύμωση χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ο επιθυμητός αριθμός κυττάρων ζύμης για ζύμωση και είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την ανάδευση επί 10-12 ώρες για την επίτευξη 300 με 500 εκατομμύρια κύτταρων/ml. Η ζύμωση λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασία περίπου 33°C, σε ένα pH περίπου 4.0, και διαρκεί μεταξύ 48-72 ωρών. Εκτός από την αιθανόλη, το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται μπορεί είτε να συλλέγεται είτε να απελευθερώνεται στον αέρα (Thomas *et al.* 1996).

#### Γ. Απόσταξη της αιθανόλης

Μετά τη ζύμωση, η αιθανόλη συλλέγεται χρησιμοποιώντας στήλες απόσταξης. Η αιθανόλη που συλλέγεται από τους ζυμωτές είναι μολυσμένη με νερό και καθαρίζεται χρησιμοποιώντας ένα σύστημα μοριακού κοσκινού για την απομάκρυνση του νερού και την παραγωγή καθαρής αιθανόλης ([http20](#)).

#### Δ. Εκχύλιση ελαίου καλαμποκιού

Το έλαιο καλαμποκιού μπορεί να παραχθεί σε εργοστάσια αιθανόλης από καλαμπόκι από την εξαγωγή του ελαίου από το λεπτό τμήμα από το κατακάθι της παραγωγικής διαδικασίας των DDGS. Η εκχύλιση ελαίου καλαμποκιού από λεπτό κατακάθι συμβαίνει μετά τη ζύμωση και την απόσταξη, και πριν από την ξήρανση για την παραγωγή των DDGS ([http20](#)). Το μεγαλύτερο μέρος της βιομηχανίας αιθανόλης χρησιμοποιεί τη διαδικασία εξαγωγής όπου το αραβοσιτέλαιο εξάγεται από το λεπτό κατακάθι μετά την αφαίρεσή του από το συνολικό κατακάθι χρησιμοποιώντας φυγοκέντρηση. Το προκύπτον μερικώς συμπυκνωμένο λεπτό κατακάθι θερμαίνεται και το αραβοσιτέλαιο εξάγεται από ένα δεύτερο φυγοκεντρητή. Ακολούθως οι εναλλάκτες θερμότητας χρησιμοποιούν ατμό για την αύξηση της θερμοκρασίας του λεπτού κατακαθιού για τη διευκόλυνση της εκχύλισης, έτσι ώστε μετά την εξαγωγή του αραβοσιτέλαιου, η θερμική ενέργεια από το κατακάθι να ανακτάται σε εναλλάκτες θερμότητας ούτως ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί για να θερμάνει το εισερχόμενο κατακάθι ([http20](#)).



**Εικόνα 18:** Παραγωγή αιθανόλης και DDGS με την χρήση της μεθόδου της ξηρής άλεσης (Dry Mill) (<http21>).

Το νερό και τα στερεά που απομένουν μετά την απόσταξη αιθανόλης ονομάζονται κατακάθι. Το κατακάθι αποτελείται κυρίως από νερό, φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και λίπος. Αυτό το μίγμα φυγοκεντρείται για να διαχωριστούν τα χονδροειδή στερεά από το υγρό. Το υγρό, που ονομάζεται λεπτό κατακάθι, περνά μέσα από έναν εξατμιστή για να απομακρυνθεί επιπλέον η υγρασία που προκύπτει στα συμπυκνωμένα διαλυτά αποστάγματα (σιρόπι), το οποίο περιέχει περίπου 30% ξηρή ύλη. Το σιρόπι μπορεί να πωληθεί τοπικά για την παραγωγή ζωοτροφών ή σε συνδυασμό με το χοντρό κλάσμα στερεών τα οποία ξηραίνονται για να παράγουν αποξηραμένα αποστάγματα (<http20>).

### 3.3 Μέθοδος υγρής άλεσης (Wet Milling)

Σε αντίθεση με τη μέθοδο της ξηρής άλεσης αιθανόλης κατά την οποία ζυμώνουν το σύνολο του πυρήνα του καλαμποκιού, κατά την μέθοδο της υγρής άλεσης (Εικ.19) διαχωρίζεται ο πυρήνας του καλαμποκιού σε διάφορα κλάσματα, με αποτέλεσμα αυτού να επιτρέπει την παραγωγή πολλών τροφίμων και βιομηχανικών προϊόντων συμπεριλαμβανομένης και της αιθανόλης. Η βιομηχανία υγρής άλεσης καλαμποκιού αναπτύχθηκε στις αρχές του 19ου αιώνα, με πρωταρχικό σκοπό την

παραγωγή αμύλου για χρήση σε τρόφιμα και προϊόντα πλύσης. Το 1920 η βιομηχανία υγρής άλεσης άρχισε την παραγωγή κρυσταλλικής γλυκόζης, και μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, άρχισε την παραγωγή αιθανόλης. Εκτός από τα άλλα προϊόντα η βιομηχανία υγρής άλεσης στις αρχές της δεκαετίας του 1990, άρχισε να παράγει σιρόπι καλαμποκιού υψηλής φρουκτόζης ([http20](#)).

### 3.3.1 Στάδια υγρής άλεσης

#### A. Έλεγχος και καθαρισμός

Μετά την παράδοση με φορτηγά, σιδηροδρομικών, ή ποτάμι φορτηγίδα, καλαμποκιού διατηρείται σε μεγάλες σιλό εν αναμονή της έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας. Τα ανεπιθύμητα υπολείμματα απομακρύνονται καθώς το προϊόν εισέρχεται τα επόμενα στάδια της παραγωγής ([http22](#)).

#### B Εμποτισμός

Ο σκοπός του εμποτισμού είναι να απαλύνει και να ρυθμίσει τον πυρήνα του καλαμποκιού για την μετέπειτα άλεση όπως επίσης για να αποτρέψει τη βλάστηση και τη ζύμωση. Το καλαμπόκι μουλιάσει σε νερό σε μία ελεγχόμενη θερμοκρασία, συνήθως 118° F (47,8° C), για περίπου 30-50 ώρες. Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) προστίθεται για την πρόληψη της βακτηριακής ανάπτυξης και τη μείωση του δεσμού μεταξύ γλουτένης και αμύλου ([http22](#)).

#### Γ. Πρώτος μύλος άλεσης

Ο μύλος άλεσης, ο οποίος αποτελείται από περιστρεφόμενα βαρέλια με καρφιά τα οποία έχουν αντίθετες κατευθύνσεις, είναι σχεδιασμένος ούτως ώστε να σπάσει τον πυρήνα του καλαμποκιού και να χωρίσει το άμυλο χωρίς να καταστρέψει το φύτρο του καλαμποκιού. Οι πυρήνες που δεν ανοίγουν πλήρως ξαναπερνιούνται σε ένα δεύτερο μύλο, όπως απαιτείται ([http22](#)).

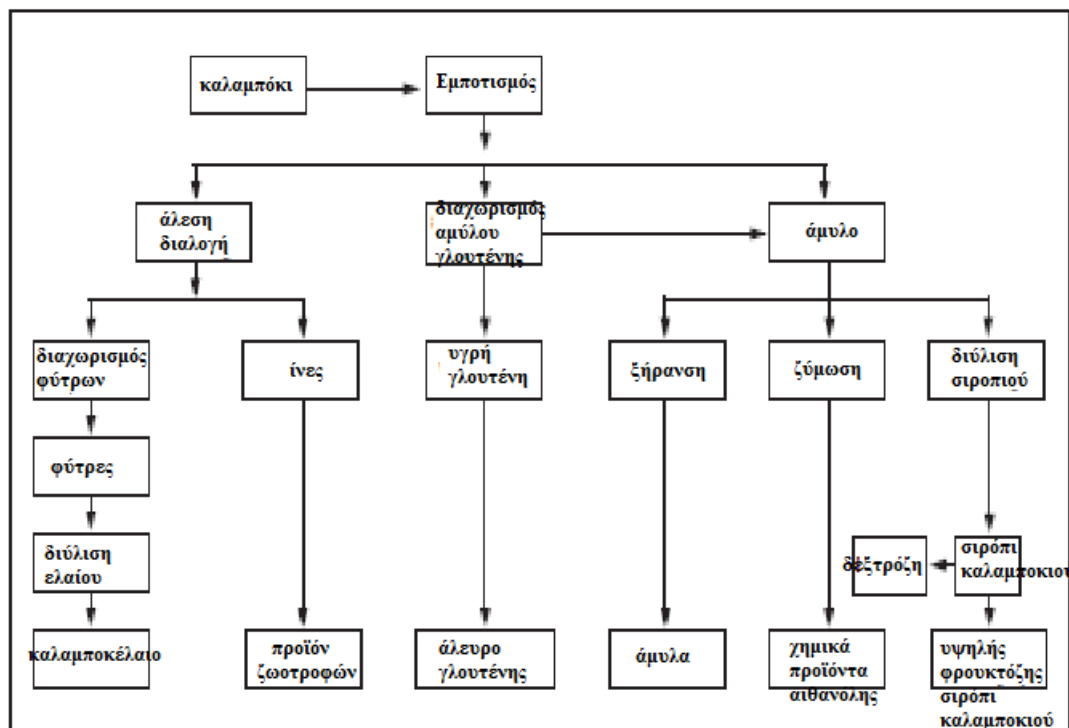
#### Δ. Διαχωρισμός Φύτρων

Οι ελαιούχες φύτρες είναι ελαφρύτερες από τα άλλα σωματίδια και διαχωρίζονται σε μία σειρά από διαχωριστές. Ο συνδυασμός μηχανικών και με την χρήση διαλύτη διαδικασιών εξάγει το έλαιο από το φύτρο. Το έλαιο στη συνέχεια

δηθείται ως αραβοσιτέλαιο. Το υπόλοιπο μίγμα του καλαμποκιού, άμυλο και φλοιοί φιλτράρεται, για να αφαιρεθούν οι φλοιοί (http22).

### E. Επεξεργασία αμύλου

Οι προσμείξεις, με τη μορφή πρωτεϊνών, απομακρύνονται με πλύσιμο του αμύλου σε φρέσκο νερό χρησιμοποιώντας μια διαδικασία αντιρροής στους φυγοκεντρητές. Το καθαρισμένο άμυλο περιέχει λιγότερο από 0,4% πρωτεΐνη, με λιγότερο από 0,01% ελεύθερη πρωτεΐνη. Η πρωτεΐνη που αφαιρείται αποτελείται κυρίως από σύμπλοκα αμύλου-πρωτεΐνης τα οποία ανακυκλώνονται πίσω στο πρωτεύον στάδιο διαχωρισμού. Το καθαρισμένο άμυλο μπορεί τότε να ξεραθεί και να υποστεί ζύμωση για την παραγωγή αιθανόλης. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης από το άμυλο με υγρή άλεση είναι παρόμοια με αυτή που περιγράφηκε προηγουμένως για την ξηρή άλεση (http20).



**Εικόνα 19:** Διαδικασία παραγωγής αιθανόλης με την μέθοδο υγρής άλεσης (Wet Mill) (http21).

Τα DDGS και άλλα υποπροϊόντα απόσταξης αποτελούν πολύτιμες πηγές ενέργειας και θρεπτικών ουσιών σε δίαιτες διάφορων ζώων. Ωστόσο, εν μέρει λόγω της μεταβολής στο περιεχόμενο της ενέργειας και των θρεπτικών ουσιών μεταξύ και

εντός των παραπροϊόντων, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα στη διατύπωση των διαιτών. Κατά προτίμηση, το παραπροϊόντα πρέπει να είναι από μία μόνο πηγή για την ελαχιστοποίηση της παραλλαγής τους, και χημικές αναλύσεις θα πρέπει να γίνονται για να επαληθεύεται η σύνθεση των θρεπτικών συστατικών και να εκτιμάται η διαθεσιμότητα των θρεπτικών τους συστατικών.

Στον Πίνακα 12 δίνονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διατροφική σύσταση των παραπροϊόντων απόσταξης:

**Πίνακας 12:** Παράγοντες που επηρεάζουν τη διατροφική τους σύσταση των παραπροϊόντων οينوπνευματοποιού (http20).

### ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

### Παράγοντες επεξεργασίας

Κατηγορία σιτηρών

**Διαδικασία αλέσματος**

Ποικιλία σιτηρών

❖ Λεπτότητα

Ποιότητα σιτηρών

❖ Περίοδος

❖ Οι συνθήκες του εδάφους

**Διαδικασία μαγειρέματος**

❖ Λιπάσματα

❖ Ποσότητα νερού

❖ Καιρός

❖ Ποσότητα προ-βύνης

Μέθοδοι παραγωγής και συγκομιδής

❖ Θερμοκρασία και χρόνος

❖ Συνεχής ή κατά παρτίδες ζύμωση

Τύπος σιτηρών

❖ Χρόνος ψύξης

**Μετατροπή αιθανόλης**

❖ Είδος, ποσότητα και ποιότητα της βύνης

❖ Μυκητιασική αμύλαση

❖ Χρόνος και θερμοκρασία

**Ζύμωση**

❖ ποιότητα και ποσότητα ζύμης

❖ Θερμοκρασία

- ❖ Χρόνος
- ❖ Ψύξη
- ❖ Ανάδευση
- ❖ Οξύτητα
- ❖ Απόσταξη
- ❖ Επεξεργασία
- ❖ Χρήση φυγοκεντρικών
- ❖ Τύπος πιεστηρίων
- ❖ Εξατμιστές
- ❖ Ξηραντήρες
- ❖ Ποσότητα σιροπιού που αναμιγνύεται με σιτηρά

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στα DDGS καλαμποκιού είναι συνήθως περισσότερο από 30% επί ξηρής τους ύλης. Η ποιότητα της πρωτεΐνης στα DDGS καλαμποκιού είναι αρκετά καλή, αλλά όπως για τα περισσότερα υποπροϊόντα καλαμποκιού, η λυσίνη είναι το πρώτο περιοριστικό αμινοξύ. Τα DDGS καλαμποκιού περιέχουν περισσότερη ενέργεια από ό, τι το καλαμπόκι. Επιπλέον, επειδή το σύνολο σχεδόν του αμύλου στο καλαμπόκι μετατρέπεται σε αιθανόλη κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης, οι συγκεντρώσεις των λιπαρών και φυτικών ινών στα DDGS είναι τριπλάσιες σε σύγκριση με το καλαμπόκι ([http20](#)). Όταν ο βαθμός φωτεινότητας και κιτρινίσματος των DDGS φθάσει σε ένα ορισμένο όριο η φαινομενική και αληθινή πεπτικότητα των αμινοξέων μειώνεται. Η μείωση αυτή επιδεινώνεται ιδιαίτερα για τη λυσίνη, η οποία είχε τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα (Fastinger *et al.* 2006). Η μεταβλητότητα στην περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και στην πεπτικότητα τους οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με την πηγή τους μπορεί να είναι μια πρόκληση κατά τον καθορισμό της οικονομικής τους αξίας ([http20](#)).

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται η μέση, η ελάχιστη καθώς και η μέγιστη περιεκτικότητα των DDGS σε αμινοξέα σε μελέτη που έγινε από 36 δείγματα:

**Πίνακας 13:** Συγκέντρωση των αμινοξέων σε 36 δείγματα DDGS (% στα DDGS) (Stein 2007).

Αμινοξύ	Μέση περιεκτικότητα	Ελάχιστη περιεκτικότητα	Μέγιστη περιεκτικότητα
Αργινίνη	1,16	0,95	1,41
Ιστιδίνη	0,72	0,56	0,84
Ισολευκίνη	1,01	0,87	1,31
Λευκίνη	3,17	2,76	4,02
Λυσίνη	0,78	0,54	0,99
Μεθειονίνη	0,55	0,46	0,71
Φαινυλαλανίνη	1,34	1,19	1,62
Θρεονίνη	1,06	0,89	1,71
Τρυπτοφάνη	0,21	0,12	0,34
Βαλίνη	1,35	1,15	1,59

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σωστά τα DDGS είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις τιμές θρεπτικών συστατικών για το συγκεκριμένο προϊόν που διατίθεται. Ενώ μια γενική γνώση της μέσης περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά των DDGS σε γενικές γραμμές είναι χρήσιμη, η ακραία μεταβλητότητα που έχει παρατηρηθεί σε διάφορες μελέτες δημιουργεί μεγάλη ανησυχία (Waldroup *et al.* 2007).



### 3.4 Εκτροφή ζώων με DDGS

#### 3.4.1 Χρήση των DDGS στις Ιχθυοκαλλιέργειες

Η υδατοκαλλιέργεια είναι μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων στον κόσμο. Παραδοσιακά, το ιχθυάλευρο έχει χρησιμοποιηθεί ως η κύρια πηγή πρωτεΐνης στις περισσότερες δίαιτες που εφαρμόζονται στην υδατοκαλλιέργεια, αλλά το υψηλό κόστος και η μειωμένη διαθεσιμότητα τροφοδοσίας προκάλεσαν την χρησιμοποίηση λιγότερο ακριβών φυτικών πηγών πρωτεϊνών, όπως είναι τα DDGS. Ως αποτέλεσμα υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση DDGS σε δίαιτες υδατοκαλλιέργειας σε όλο τον κόσμο λόγω της μετρίως υψηλής περιεκτικότητας τους σε πρωτεΐνες, την σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα τους σε φώσφορο, και το χαμηλό κόστος σε σύγκριση με ιχθυάλευρα. Επιπλέον, τα DDGS δεν περιέχουν τους αντι-θρεπτικούς παράγοντες που βρέθηκαν σε άλλες πηγές πρωτεΐνης όπως το σογιάλευρο (αναστολείς τρυψίνης) ή το άλευρο βαμβακόσπορου (κατακάθι). Περιορισμένες μελέτες έχουν διεξαχθεί για να αξιολογήσουν την προσθήκη DDGS στο γατόψαρο, τη πέστροφα, τη τιλάπια, τη λευκή γαρίδα του Ειρηνικού, και τις γαρίδες του γλυκού νερού. Η προσθήκη 10 τοις εκατό DDGS σε όλες τις τροφές υδατοκαλλιέργειας μπορεί να οδηγήσει σε εξαιρετική απόδοση, και τα επίπεδα DDGS έως 20 έως 30 τοις εκατό μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εξαιρετική απόδοση, εάν προστεθούν κατάλληλες προσθήκες ορισμένων κρυσταλλικών αμινοξέων (π.χ. λυσίνη, μεθειονίνη, τρυπτοφάνη), ή άλλες συμπληρωματικές πηγές πρωτεϊνών που περιέχουν υψηλότερα επίπεδα των αμινοξέων που περιλαμβάνονται σε τροφές ψαριών ([http20](http://20)).

Παρά τη σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε ακατέργαστη πρωτεΐνη στα DDGS (27%), οι συγκεντρώσεις λυσίνης, μεθειονίνης, θρεονίνης και τρυπτοφάνης είναι σχετικά χαμηλές σε σχέση με τις απαιτήσεις αμινοξέων των ψαριών. Επιπλέον, η λυσίνη είναι το πιο μεταβλητό αμινοξύ μεταξύ των πηγών DDGS και η πεπτικότητα της είναι επίσης μεταβλητή λόγω της έκτασης της θέρμανσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής DDGS. Ως αποτέλεσμα, οι δίαιτες των ψαριών που απαιτούν υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης θα πρέπει να συμπληρωθούν με κρυσταλλικά αμινοξέα όταν προστίθενται σημαντικά ποσά DDGS. Η φαινομένη πεπτικότητα των αμινοξέων στα DDGS έχει καθοριστεί σε δίαιτες πέστροφας, και είναι σχετικά υψηλή (> 90%

για όλα τα βασικά αμινοξέα εκτός της θρεονίνης), αλλά η πεπτικότητα των αμινοξέων δεν έχει προσδιοριστεί για τα άλλα είδη ψαριών (Cheng & Hardy 2004).

Τα DDGS έχουν χρησιμοποιηθεί σε ιχθυοτροφές από τα τέλη της δεκαετίας του 1940. Τα επίπεδα ένταξης, ωστόσο, ήταν σχετικά χαμηλά. Ο Phillips (1949) διατύπωσε μια διαίτα για την ιριδίζουσα πέστροφα που περιείχε ίσο μίγμα από φυτικά συστατικά (πίτουρα σίτου, άλευρο βάμβακος, ιχθυάλευρο και DDGS) και βοδινό συκώτι ή σπλήνα. Ο Sinnhuber (1964) ανέφερε ότι οι υγρές παλέτες ρίγανης που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτροφή σαλμονειδών περιείχε 3% DDGS. Οι Phillips *et al.* (1964) ανέφεραν ότι χρησιμοποιήθηκε μια ξηρή παλέτα που περιείχε 24% ιχθυάλευρο, 5% άλευρο βάμβακος, μαγιά μύρας 10%, και 21% DDGS και είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση σε καφέ πέστροφα παρόμοια με εκείνη των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν μίγματα κρεατάλευρου. Επίσης, αυτή ήταν η πρώτη ξηρά τροφή για να παρείχε βιώσιμα αυγά πέστροφας των θηλυκών γεννητόρων με 86% συνολικό ποσοστό εκκόλαψης. Προηγουμένως, οι γεννήτορες που τρέφονταν με ξηρή τροφή είχαν ποσοστά των αυγών εκκόλαψης μόνο 4-5%. Ο Hughes (1987) διαπίστωσε ότι 8% DDGS μπορούν να συμπεριληφθούν σε δίαιτες για πέστροφες της λίμνης (*Salvelinus namaycush*). Οι Deyoe και Tiemeire (1969) έδειξαν ότι το 10% DDGS μπορεί να ενσωματωθεί σε μια διαίτα πρωτεΐνης 25% για το γατόψαρο κανάλιου (Lim & Yildirim-Aksoy 2008).

Στον Πίνακα 14 δίνονται το μέγιστο ποσοστό κατά το οποίο μπορεί να συμπεριληφθούν τα DDGS στις δίαιτες των ψαριών:

**Πίνακας 14:** Οι τρέχουσες συστάσεις για τη μέγιστη δυνατή διατροφική ποσοστά ένταξης των DDGS για τα διάφορα είδη των ψαριών (http20)

Είδη	DDGS (%)	Σχόλια
Γατόψαρο	Έως 30%	
Πέστροφα	Έως 15%	χωρίς συμπληρώματα συνθετικής λυσίνης και μεθειονίνης
Πέστροφα	Έως 22,5%	με συμπληρώματα συνθετικής λυσίνης και μεθειονίνης
Σολομός	Έως 10%	
γαρίδες γλυκού νερού	Έως 40%	Μπορεί να αντικαταστήσει μερικός ή ολικός το ιχθυάλευρο στη διατροφή
Γαρίδες	Έως 10%	Μπορεί να αντικαταστήσει μια ισοδύναμη ποσότητα από τα ιχθυάλευρα
Τιλάπια	Έως 20%	χωρίς συνθετική λυσίνη και συμπληρώματα σε δίαιτες υψηλές σε πρωτεΐνη (40% CP)
Τιλάπια	Έως 82%	με συμπληρώματα συνθετικής λυσίνης και τρυπτοφάνης σε δίαιτες χαμηλές σε πρωτεΐνη (28% CP)

#### 3.4.1.1 Γατόψαρο

Σε πείραμα που διεξήχθη για μια περίοδο 11 εβδομάδων, τα ιχθύδια γατόψαρου τράφηκαν με δίαιτες που περιείχαν 0, 10, 20, και 40% DDGS αντικαθιστώντας κάποια από τα καλαμποκάλευρα και σογιάλευρα. Μετά από την περίοδο σίτισης 11 εβδομάδων, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του ατομικού βάρους των ψαριών, του ποσοστού επιβίωσης, της μετατρεψιμότητας της τροφής, ή του δείκτη αποτελεσματικότητας πρωτεΐνης μεταξύ των διαιτητικών

αγωγών. Ωστόσο, τα ψάρια που τράφηκαν με διαίτα που περιείχε 20% DDGS ήταν ελαφρώς μικρότερα σε μήκος σε σχέση με τα ψάρια που τράφηκαν με τις άλλες διαιτητικές αγωγές (Tidwell *et al.* 1990).

Μια άλλη πρόσφατη έρευνα πρότεινε ότι, με συμπλήρωση λυσίνης σε ένα επίπεδο ίσο με εκείνο της διαίτας ελέγχου, τουλάχιστον το 40% των DDGS μπορούν να περιλαμβάνονται στη διατροφή των νεαρών γατόψαρων ως αντικατάσταση ενός συνδυασμού σογιάλευρου και καλαμποκάλευρου χωρίς να επηρεάζεται η απόδοση της ανάπτυξης, η αποδοτικότητα αξιοποίησης των ζωοτροφών και η επιβίωση. Η ολική σωματική πρωτεΐνη και η τέφρα του ψαριού δεν επηρεάστηκαν από τα διατροφικά επίπεδα των DDGS, ωστόσο τα ψάρια που τράφηκαν με δίαιτες που περιείχαν DDGS είχαν αύξηση του σωματικού τους λίπους (Lim *et al.* 2008).

Ομοίως, σε μια άλλη έρευνα αντικαταστάθηκε το σογιάλευρο και το αραβοσιτάλευρο σε νεαρά γατόψαρα και παρατηρήθηκε ότι οι δίαιτες που περιείχαν 30% DDGS είχαν ως αποτέλεσμα καλή ανάπτυξη, καλή μετατρεψιμότητα της τροφής και καλή διατήρηση της πρωτεΐνης. Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι τα σχετικά υψηλά (30%) διαιτητικά ποσοστά συμπερίληψης των DDGS μπορεί να χρησιμοποιηθούν χωρίς να επηρεάζεται δυσμενώς η ανάπτυξη, η επιβίωση ή η μετατρεψιμότητα της τροφής στα γατόψαρα (Zhou *et al.* 2010).

Σε άλλες μελέτες που έγιναν από τους Tidwell *et al.* (1990) και Webster *et al.* (1991) βρέθηκε ότι, σε δίαιτες που περιείχαν 8% και 10% ιχθυάλευρο, 40% και 35% DDGS, αντίστοιχα, επιτεύχθηκε να χρησιμοποιηθούν σε δίαιτες γατόψαρου ως υποκατάστατα για το συνδυασμό του σογιάλευρου και καλαμποκάλευρου με ίση βάση πρωτεΐνης, χωρίς να απαιτείται συμπλήρωση της λυσίνης. Ωστόσο, μια διαίτα που περιέχει 70% DDGS φάνηκε να είναι ανεπαρκής σε λυσίνη (Webster *et al.* 1991).

#### 3.4.1.2 Ιριδίζουσα πέστροφα

Σε πείραμα που διεξήχθη για μια περίοδο 6 εβδομάδων χρησιμοποιήθηκαν ιριδίζουσες πέστροφες βάρους 50 g για τον προσδιορισμό των επιδράσεων της σίτισης με δίαιτες που περιείχαν 0,75%, 15%, και 22.5% DDGS, με ή χωρίς συμπλήρωση συνθετικής λυσίνης και μεθειονίνης, για την εκτίμηση της θρεπτικής αξίας των DDGS στις δίαιτες. Το ποσοστό επιβίωσης όλων των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή ήταν 100%. Τα αποτελέσματα της μελέτης

έδειξαν ότι τα ψάρια που τράφηκαν με δίαιτες που περιείχαν 15% DDGS είχαν παρόμοια αύξηση του σωματικού τους βάρους και μετατρεψιμότητα της τροφής σε σύγκριση με τα ψάρια τράφηκαν με δίαιτα που βασιζόταν στο ιχθυάλευρο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι τα DDGS, χωρίς συμπλήρωση συνθετικής λυσίνης και μεθειονίνης, μπορούν να προστεθούν στη διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας έως 15% για να επιτευχθεί ικανοποιητική απόδοση ανάπτυξης. Επιπλέον, τα DDGS θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο συμπερίληψης ακόμα και 22,5% με συμπλήρωση της λυσίνης και της μεθειονίνης (Cheng & Hardy 2004).

Σε μια άλλη μελέτη ερευνήθηκαν οι επιδράσεις των μεθόδων επεξεργασίας των διαιτών (ψυχρή πελετοποίηση και εξώθηση) σε δίαιτες που περιείχαν αυξανόμενα επίπεδα του συνδυασμού DDGS αραβοσίτου και αλεύρου γλουτένης αραβοσίτου (CGM) ως προς την αντικατάσταση 0, 25, 50 και 75% ιχθυαλεύρου σε δίαιτες ιριδίζουσας πέστροφας. Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι έως και 18,4% των προϊόντων καλαμποκιού (10% DDGS και 8,4% CGM) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο του 25% του ιχθυαλεύρου χωρίς να επηρεάσει αρνητικά τις επιδόσεις της ανάπτυξης των ψαριών. Πέρα από αυτό το επίπεδο, η ανάπτυξη της πέστροφας ήταν μειωμένη. Οι δίαιτες εξώθησης που περιείχαν τα υποπροϊόντα καλαμποκιού δεν βελτίωσαν την ανάπτυξη των ψαριών σε σχέση με τα ψάρια τράφηκαν με τροφές από ψυχρή πελετοποίηση (Stone *et al.* 2005).

#### 3.4.1.3 Τιλάπια

Σε έρυνα που έγινε αξιολογήθηκαν οι αποκρίσεις ανάπτυξης επί μιας περιόδου σίτισης 8-εβδομάδων για τις τιλάπιες αρχικού βάρους 0.4 g με δίαιτες που περιείχαν έως 49% DDGS, έως 42% γλουτένη αραβοσίτου ή έως 22% άλευρο γλουτένης αραβοσίτου, σε δίαιτες με επίπεδα ακατέργαστες πρωτεΐνες 32%, 36% και 40%. Από τα οκτώ σιτηρέσια, η υψηλότερη αύξηση του σωματικού βάρους επιτεύχθηκε με την δίαιτα ελέγχου που περιείχε πρωτεΐνη 36% και τη δίαιτα που περιείχε πρωτεΐνη 40%, εκ της οποίας το 35% ήταν από DDGS. Η υψηλότερη μετατρεψιμότητα της τροφής επιτεύχθηκε με την δίαιτα ελέγχου ακολουθούμενη από τις δύο δίαιτες που περιείχαν 40% πρωτεΐνη εκ της οποίας το 35% ήταν DDGS ή εκ της οποίας το 30% ήταν κτηνοτροφική γλουτένη αντίστοιχα. Η υψηλότερη αναλογία απόδοσης πρωτεΐνης (που τροφοδοτείται αύξηση του σωματικού βάρους / πρωτεΐνη) λήφθηκε από τη διατροφή της δίαιτας ελέγχου και ακολουθούμενη από τις δύο δίαιτες που περιείχαν

36% πρωτεΐνη εκ της οποίας το 49% ήταν από DDGS ή εκ της οποίας το 42% ήταν από κτηνοτροφική γλουτένη αραβοσίτου. Από τα αποτελέσματα αυτά, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι δίαιτες που περιείχαν 32%, 36%, και 40% πρωτεΐνη εκ της οποίας το 16% έως 49% ήταν υποπροϊόντα αιθανόλη πλούσια σε πρωτεΐνες οδήγησε σε καλή αύξηση του σωματικού βάρους, καλή μετατροπή της τροφής, και καλή αναλογία αποτελεσματικότητας πρωτεΐνης για τους γόνους της τιλάπιας (Wu *et al.* 1996).

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα διερευνήθηκε η αύξηση του σωματικού βάρους και η αποδοτικότητα της τροφής σε τιλάπιες. Οι τροφές που χρησιμοποιήθηκαν περιείχαν 30% και 60% DDGS χωρίς προσθήκη λυσίνης, 30% και 60% DDGS με προσθήκη λυσίνης και τροφή με βάση το σογιάλευρο η οποία ήταν η τροφή ελέγχου. Η τροφή που περιείχε 60% DDGS χωρίς προσθήκη λυσίνης είχε χαμηλότερη αύξηση του σωματικού βάρους και χαμηλότερη αποδοτικότητα της τροφής σε σύγκριση με την τροφή ελέγχου και τις δίαιτες που περιείχαν μικρότερη ποσότητα DDGS (30 και 30% + λυσίνη). Η προσθήκη της λυσίνης στις τροφές με DDGS 60% είχε ως αποτέλεσμα την βελτίωση στην αύξηση του βάρους και στο δείκτη αποδοτικότητας της τροφής σε επίπεδα που δεν ήταν στατιστικά σημαντικά από την τροφή ελέγχου, γεγονός που υποδηλώνει ότι, με συμπλήρωση λυσίνης, ποσοστά 60% DDGS μπορούν να ενσωματωθούν σε δίαιτες τιλάπιας (Shelby *et al.* 2008).

Οι Lim *et al.* το 2007 σε μελέτη που έκαναν χρησιμοποίησαν διαβαθμισμένα επίπεδα DDGS 0%, 10%, 20%, 40% και 40% με συμπλήρωμα λυσίνης για την αντικατάσταση του συνδυασμού σογιάλευρου-καλαμποκάλευρου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα ψάρια που τράφηκαν με τη δίαιτα που περιείχε 40% DDGS χωρίς την προσθήκη της λυσίνης είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της αύξηση του σωματικού τους βάρους, καθώς και τη σημαντική μείωση της αποδοτικότητας των τροφών και των πρωτεϊνών σε σχέση με τις δίαιτες που περιείχαν χαμηλότερα επίπεδα DDGS (0, 10 και 20%) (Lim & Yildirim-Aksoy 2008).

#### 3.4.1.4 Γαρίδες

Σε μελέτη που έγινε για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για την μερική αντικατάσταση των ιχθυάλευρων με σογιάλευρο και DDGS σε δίαιτες για γαρίδες γλυκού νερού βάρους 0,51 g χρησιμοποιήθηκαν τρεις δίαιτες που διαμορφώθηκαν

ώστε να περιέχουν 32% ακατέργαστη πρωτεΐνη. Οι δίαιτες αυτές περιείχαν 0%, 7,5% και 15%, ιχθυάλευρο. Η υπολειπόμενη πρωτεΐνη αντι για την χρησιμοποίηση ιχθυαλεύρων αντικαταστάθηκε με ένα μεταβλητό ποσοστό του σογιάλευρου και ένα σταθερό ποσοστό DDGS που ανερχόταν στο 40%. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των διαιτητικών αγωγών όσον αφορά τη μέση απόδοση των τροφών, την επιβίωση των ψαριών, το ατομικό βάρος των ψαριών και τη μετατρεψιμότητα της τροφής. Διαπίστωσαν επίσης ότι η αντικατάσταση του ιχθυαλεύρου με σογιάλευρο και DDGS είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των διαιτητικών επιπέδων της γλουταμίνης, της αλανίνης, της λευκίνης και της φαινυλαλανίνης καθώς επίσης και την μείωση σε ασπαρτικό οξύ, γλυκίνη, αργινίνη και τα επίπεδα λυσίνης στις δίαιτες (Tidwell *et al.* 1993).

Σε μια άλλη μελέτη που διεξήχθη σε εσωτερικά ύδατα χαμηλής αλατότητας στη δυτική Αλαμπάμα για να καθορίσει την αξία της αντικατάστασης του ιχθυαλεύρου με πτηνάλευρο, άλευρο μπιζελιού, ή DDGS σε δίαιτες γαρίδων με βάση το βάρος τους. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαιτών όσον αφορά τον ρυθμό ανάπτυξης, την επιβίωση, και την μετατρεψιμότητα της τροφής, υποδεικνύοντας ότι το γεύμα πουλερικών, μπιζέλι γεύμα, και DDGS μπορεί να αντικαταστήσει με επιτυχία τα ιχθυάλευρα ως πηγή πρωτεΐνης για γαρίδες που καλλιεργούνται σε νερά χαμηλής αλατότητας (Lim *et al.* 2009).

#### 3.4.2 Χρήση των DDGS στα βοοειδή

Τα βοοειδή γαλακτοπαραγωγής τρέφονται συνήθως με πράσινες χονδροειδείς ζωοτροφές συμπληρωμένες με ένα συμπύκνωμα που αποτελείται από βιομηχανικά παραπροϊόντα, όπως σογιάλευρο, πίτουρο σιταριού, πίτουρο ρυζιού και μείγματα βιταμινών (Tangendjaja 2013). Ωστόσο με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση και άνοδο των τιμών η βιομηχανία ψάχνει για εναλλακτικές πηγές συστατικών για τις ζωοτροφές της. Τα DDGS είναι άριστα συστατικά των ζωοτροφών για χρήση σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Από όλες τις βιομηχανίες ζώων και πουλερικών, στις ΗΠΑ, τα βοοειδή εξακολουθούν να είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές των παραπροϊόντων απόσταξης (Schingoethe *et al.* 2009).

Η πρωτεΐνη των DDGS έχει 1,8 φορές μεγαλύτερη αξία απ' ό τι η πρωτεΐνη του σογιάλεου. Με βάση προηγούμενες μελέτες σχετικά με την συμπερίληψη DDGS στην διατροφή αγελάδων γαλακτοπαραγωγής, ο Kalscheur το 2005 πραγματοποίησε μια μετανάλυση που βασίστηκε σε 23 μελέτες και ανέφεραν ότι τα DDGS θεωρούνται εξαιρετικά εύγευστα και διεγερτικά όταν περιλαμβάνονταν έως και 20% επί της ξηρής ουσίας στις δίαιτες αγελάδων γαλακτοπαραγωγής. Ωστόσο επίπεδα ένταξης υψηλότερα του 30% είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής γάλακτος (Tangendjaja 2013).

Ακόμη οι δίαιτες που περιέχουν DDGS μειώνουν την οξέωση σε εκτρεφόμενα βοοειδή τα οποία τρέφονται με δίαιτες υψηλές σε σιτηρά. Η οξέωση είναι συχνά ένα πρόβλημα όταν τα βοοειδή τρέφονται με δίαιτες υψηλές σε σιτηρά που περιέχουν σημαντική ποσότητα γρήγορα ζυμώσιμου αμύλου. Δεδομένου ότι η περιεκτικότητα του αμύλου DDGS είναι χαμηλή, από 2 έως 5%, και οι ινώδεις ουσίες, η πρωτεΐνη και η περιεκτικότητα σε λίπος είναι υψηλή, η περιεκτικότητα σε γρήγορα ζυμώσιμο άμυλο της διαίτας μπορεί να μειωθεί με την χρήση διαιτών που περιέχουν περισσότερο από 20% της ξηράς ύλης πρόσληψης τους ως DDGS . (Klopfenstein *et al.* 2008).

Σε δύο μελέτες διεξήχθησαν για την αξιολόγηση των επιδράσεων της σίτισης χρησιμοποιήθηκαν δίαιτες οι οποίες περιείχαν 0%, 10%, 20%, και 30% DDGS. Τα DDGS αντικατέστησαν ένα τμήμα των υλικών φυτικής προέλευσης. Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν ότι υπήρξε αύξηση στην πρόσληψη της ξηρής ουσίας στην χορήγηση της διαίτας που περιείχε 30% DDGS σε σύγκριση με την διαίτα που περιείχε 0% DDGS. Ωστόσο η παραγωγή γάλακτος, καθώς και τα ποσοστά του λίπους και των πρωτεϊνών του γάλακτος δεν διέφεραν μεταξύ της διαίτας που περιείχε 30% DDGS και της διαίτας που περιείχε 0% DDGS. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι η διατροφή των αγελάδων γαλακτοπαραγωγής μπορεί να περιέχει ποσοστό 30% DDGS και να υποστηρίξει ικανοποιητική απόδοση της γαλουχίας και της σύνθεσης του γάλακτος. (Janicek *et al.* 2008).

Τα βακτήρια είναι οργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται παντού στο περιβάλλον και στα παραπροϊόντα καλαμποκιού. Η πρώτη συσχέτιση των DDGS με την αύξηση του βακτηρίου E. coli O157: H7 στα βοοειδή έγινε στη Σκωτία το 2003 (Synge *et al.*



2003). Το 2007, υπήρξε μια δραματική αύξηση του ενδιαφέροντος για τον εντοπισμό και την κατανόηση των πιθανών λόγων για την αύξηση της μόλυνσης του βοείου κρέατος από τον *E. coli*O157: H7 στις Ηνωμένες Πολιτείες λόγω της εκθετικής αύξησης της παραγωγής αιθανόλης και DDGS κατά την ίδια χρονική περίοδο. (Jacob *et al.* 2008). Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία που να δείχνουν ότι τα επίπεδα DDGS που εμπεριέχονται στις δίαιτες είναι μια αιτία για την μόλυνση του βοείου κρέατος από τον *E. Coli O157: H7*. Επιπλέον, εάν υπάρχει μια πιθανή σύνδεση μεταξύ της διατροφής με DDGS και του *E. Coli*, ο μηχανισμός δεν έχει διευκρινιστεί. Ορισμένοι ερευνητές έχουν υποθέσει ότι μια πιθανή σύνδεση μπορεί να οφείλεται σε ενδιάμεσα τελικών προϊόντων της ζύμωσης μαγιάς (βιταμίνες, οργανικά οξέα), αλλά δεν υπήρξε καμία έρευνα που να διεξήχθη για να επιβεβαιωθεί αυτό (Callaway *et al.* 2008).

Τα DDGS είναι μια εξαιρετική πηγή ενέργειας και πρωτεΐνης για βοοειδή σε όλες τις φάσεις της παραγωγής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως πηγή ενέργειας μέχρι και το 40% της ξηρής ουσίας του σιτηρεσίου για το τελείωμα των βοοειδών με εξαιρετικές αναπτυξιακές επιδόσεις όσον αφορά την ποιότητα του κρέατος. Ωστόσο, σε τόσο υψηλό ποσοστό συμπερίληψης θα πρέπει να εισάγονται και συμπληρώματα φωσφόρου ([http20](http://20)).

### 3.4.3 Χρήση των DDGS στα πουλερικά

Η αρχική χρήση των DDGS στη διατροφή των πουλερικών έγινε κατά κύριο λόγο γιατί ήταν μια πηγή αγνώστων παραγόντων που είχε θετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά την ανάπτυξη και εκκολασιμότητα στα πουλερικά. Τα DDGS χρησιμοποιήθηκαν σε δίαιτες σε χαμηλά επίπεδα ενσωμάτωσης συνήθως λιγότερο από 10%. Σε μια από τις πρώτες έρευνες που έγιναν βρέθηκε ότι συμπερίληψη DDGS 5% σε δίαιτες γαλοπούλας είχαν ως αποτέλεσμα βελτιωμένους ρυθμούς ανάπτυξης που κυμαίνονταν από 17 έως και 32%. Εκτός αυτού διαπιστώθηκαν βελτιώσεις στην εκκολασιμότητα κατά το δεύτερο ήμισυ των ωοτοκίας (Couch *et al.* 1957). Ωστόσο η χρήση των DDGS έχει εξεταστεί και σε υψηλά επίπεδα ένταξης. Όταν τα επίπεδα λυσίνης συμπληρώθηκαν ώστε να φτάσουν τα επιθυμητά για τις δίαιτες γαλοπούλας, είχαν ως αποτέλεσμα παρόμοια σωματικά βάρη της διαίτας ελέγχου και της διαίτας που περιείχε 20% DDGS για διάστημα σίτισης 8 εβδομάδων. Ωστόσο παρατηρήθηκε επιδείνωση της μετατρεψιμότητας της τροφής (Potter 1966).

Παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα των ερευνών, οι διατροφολόγοι διστάζουν να χρησιμοποιήσουν υψηλά επίπεδα ένταξης στη διατροφή. Η χαμηλότερη ενέργεια (λιγότερο άμυλο) και η υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες είναι μια ανησυχία γιατί τα υψηλά διατροφικά επίπεδα τους μπορούν να περιορίσουν την ποιότητα του κρέατος πουλερικών. Η μεταβλητότητα της ποιότητας και της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά των DDGS είναι μερικά από τα προβλήματα αναφέρονται αρκετά συχνά από τους διατροφολόγους των πουλερικών (Noll *et al.*). Η περιεκτικότητα των DDGS σε αμινοξέα γενικά μπορεί να ποικίλει σημαντικά. Εντούτοις, η περιεκτικότητα σε αμινοξέα των DDGS είναι ένα από τους κύριους λόγους για την ένταξη του υποπροϊόντος αυτού στην διατροφή των πουλερικών (Babcock *et al.* 2008). Η τρέχουσα συνιστώμενη μέγιστη ένταξη των DDGS καλαμποκιού στις δίαιτες είναι 15% για κοτόπουλα πάχυνσης, γαλοπούλες και πάπιες. Παρόλα αυτά υψηλότερα επίπεδα DDGS μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς με τις κατάλληλες προσαρμογές των διαιτών όσον αφορά την ενέργεια και τα αμινοξέα .

Το καλαμποκάλευρο και το σογιάλευρο συμπληρώνουν το ένα το άλλο πολύ καλά στην ικανοποίηση των αναγκών αμινοξέων των πουλερικών και γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια στην διατροφή τους. Οι αναλογίες αμινοξέων στο καλαμποκάλευρο και στα DDGS είναι παρόμοιες. Ως εκ τούτου, τα αμινοξέα στο καλαμποκάλευρο και στα DDGS δεν αλληλοσυμπληρώνονται. Αυτή η διαφορά στο προφίλ των αμινοξέων μεταξύ των παραπροϊόντων οινοπνευματοποιίας και των άλλων συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει αναγνωριστεί εγώ και μεγάλο χρονικό διάστημα και έτσι, παρά τη σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, τα DDGS δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση του σογιάλεου ή οποιουδήποτε άλλου πρωτεϊνικού συμπληρώματος στη διατροφή των πουλερικών (Morrison 1954).

Τα DDGS μπορούν ακόμη να παρέχουν μια καλή πηγή φωσφόρου στις δίαιτες πουλερικών. Ενώ ο φώσφορος στο καλαμπόκι είναι βιοδιαθέσιμος μόνο σε ποσοστό περίπου 30%, η βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου στα DDGS είναι πολύ μεγαλύτερη, πιθανόν εξαιτίας της θερμικής καταστροφής των φυτικών αλάτων κατά την ξήρανση (Swiatkiewicz & Koreleski 2008). Σε σχετική έρευνα που διεξήχθη διερευνήθηκε η βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου σε σχέση με εκείνη του φωσφόρου σε  $K_2HPO_4$ , το οποίο θεωρείται ότι έχει 100% βιοδιαθεσιμότητα. Σε δύο δείγματα DDGS που

συλλέχθηκαν από εμπορικές μύλους ζωοτροφών, και προσδιορίστηκαν ως «καλής ποιότητας» δείγματα, ελέγχθηκε η βιοδιαθεσιμότητα και βρέθηκε να είναι 69% και 75% αντίστοιχα (Amezcuca *et al.* 2004).

Όσον αφορά την παραγωγή αυγών σε πείραμα, που έγινε για να διαπιστωθεί κατά πόσον η συμπερίληψη DDGS στις δίαιτες επηρεάζει τα αυγά και τις κότες, τράφηκαν κότες ηλικίας από είκοσι δύο έως σαράντα τριών εβδομάδων με δίαιτες που περιείχαν 0% και 15% DDGS καλαμποκιού. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η συμπερίληψη DDGS δεν επηρέασε την παραγωγή αυγών, το βάρος των αυγών, την κατανάλωση των τροφών, ή την αξιοποίηση της τροφής (Lumpkins *et al.* 2005). Όσον αφορά τώρα τις επιπτώσεις της διατροφής με DDGS καλαμποκιού νεαρών ορνίθων δεν έχουν ακόμη δημοσιευθεί σχετικές μελέτες. Ωστόσο, στον κλάδο ωοτόκων ορνίθων τα DDGS ενσωματώνονται σε δίαιτες νεαρών ορνίθων στα ίδια επίπεδα όπως συνήθως τροφοδοτούνται σε ωοτόκες όρνιθες (δηλαδή, μέχρι περίπου 15%, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και τη σχετική τιμή) (Leeson & Summers 2005).

Σε μελέτη που έγινε για να διαπιστωθεί το κατά πόσον επηρεάζονται τα κοτόπουλα που προορίζονται για παραγωγή κρέατος χρησιμοποιήθηκαν κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής για ένα διάστημα 18 ημερών. Στα κοτόπουλα αυτά χορηγήθηκε τροφή η οποία περιείχε 0% και 15% DDGS. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξαν αρνητικές επιπτώσεις στην αύξηση του σωματικού βάρους ή την μετατρεψιμότητα της τροφής. Ωστόσο, όταν οι δίαιτες αυτές διαμορφώθηκαν ώστε να περιέχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ενέργεια και πρωτεΐνες ούτως ώστε να αυξηθεί η πιθανότητα ανίχνευσης των διαφορών στην απόδοση της ανάπτυξης λόγω των DDGS, μετατρεψιμότητα της τροφής επηρεάστηκε αρνητικά στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής που χορηγήθηκε η δίαιτα που περιείχε 15% DDGS. Αυτή η επίδραση ήταν εμφανής κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων εβδομάδων της χορήγησης, αλλά δεν υπήρξαν επιδράσεις των DDGS κατά την δέκατη όγδοη ημέρα (Lumpkins *et al.* 2004).

Όπως κάθε υποπροϊόν, αρκετές ανησυχίες υπάρχουν σχετικά με τη χρήση των DDGS στις τροφές των πουλερικών. Αυτά αφορούν κυρίως την έκταση της συνολικής διακύμανσης των θρεπτικών συστατικών. Σημαντικές ανησυχίες περιλαμβάνουν την διακύμανση του μεταβολιζόμενου ενεργειακού περιεχομένου, τη βιοδιαθεσιμότητα της περιεκτικότητας του σε λυσίνη, τη βιοδιαθεσιμότητα του

φωσφόρου και την μεταβολή στην περιεκτικότητα του σε νάτριο (Waldroup *et al.* 2007).

#### 3.4.4 Χρήση των DDGS στα γουρούνια

Τα υποπροϊόντα της απόσταξης χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των χοίρων, για περισσότερο από πενήντα χρόνια. Τα περισσότερα σιτηρά δημητριακών περιέχουν μεταξύ 60% και 70% άμυλο, το οποίο είναι εύπεπτο από τους χοίρους και απορροφάται με τη μορφή της γλυκόζης. Ωστόσο, η παραγωγή αλκοόλης από σιτηρά απαιτεί την ζύμωση τους, και ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του μεγαλύτερου μέρους του αμύλου σε αλκοόλ κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας.

Η συγκέντρωση των διαφόρων κλασμάτων ινών (ουδέτερες απορρυπαντικές ίνες, οξύ απορρυπαντικών ινών, και συνολικές διαιτητικές ίνες) είναι περίπου τρεις φορές μεγαλύτερη στα DDGS σε σχέση με το καλαμπόκι. Η πεπτικότητα των ινών στα DDGS είναι μικρότερη από 20% στο λεπτό έντερο και μικρότερη από 50% σε όλη την γαστρεντερική οδό, και το κλάσμα των ινών, ως εκ τούτου, συμβάλλει σχετικά λίγο στην ενεργειακή αξία αυτών των προϊόντων. Η πεπτικότητα των ινών σε άλλα παραπροϊόντων απόσταξης πιστεύεται ότι είναι εξίσου χαμηλή, αν και δεν έχει μετρηθεί. Η χαμηλή πεπτικότητα των ινών που υπάρχουν στα παραπροϊόντα απόσταξης έχει ως αποτελέσματα τις αυξημένες ποσότητες κοπριάς που εκκρίνεται από τους χοίρους που τρέφονται με τα προϊόντα αυτά, καθώς επίσης και η συνολική πεπτικότητα ξηράς ουσίας των διαιτών που περιέχουν υποπροϊόντα απόσταξης είναι χαμηλότερη σε σχέση με δίαιτες που έχουν ως βάση το καλαμπόκι (Pedersen *et al.* 2007).

Η πεπτικότητα των περισσότερες αμινοξέων στα DDGS είναι περίπου 10 ποσοστιαίες μονάδες χαμηλότερη απ' ό,τι στο καλαμπόκι. Η μεταβλητότητα στη συγκέντρωση και πεπτικότητα της λυσίνης στα DDGS είναι μεγαλύτερη από τη μεταβλητότητα στην πεπτικότητα περισσότερα άλλα αμινοξέα. Η χαμηλότερη πεπτικότητα των αμινοξέων των DDGS σε σύγκριση με αυτή του καλαμποκιού μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης ινών των DDGS σε σχέση με το καλαμπόκι, επειδή οι διατροφικές ίνες μειώνουν την πεπτικότητα των αμινοξέων. Η μεταβλητότητα στην πεπτικότητα των αμινοξέων μεταξύ των πηγών

του καλαμποκιού DDGS είναι επίσης μεγαλύτερη από ό, τι μεταξύ των πηγών του καλαμποκιού (Pahm *et al.* 2008).

Όσον αφορά τώρα την πεπτικότητα του φωσφόρου, η ζύμωση που γίνεται κατά την παρασκευή των DDGS έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ενός τμήματος του φυτικού-φωσφόρου που είναι δεσμευμένο στο καλαμπόκι, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε μια μεγαλύτερη πεπτικότητα του φωσφόρου σε σχέση με το καλαμπόκι. Κατά συνέπεια, η φαινόμενη συνολική πεπτικότητα του φωσφόρου είναι πολύ μεγαλύτερη στα DDGS από στο καλαμπόκι. Ωστόσο δεν υπάρχουν δεδομένα σχετικά με τη φαινόμενη συνολική πεπτικότητα του φωσφόρου για τα υπόλοιπα υποπροϊόντα απόσταξης που κυκλοφορούν στην αγορά (Stein *et al.* 2005).

Κατά την σίτιση εγκύων χοιρομητέρων με δίαιτες που περιείχαν έως και 50% DDGS δεν υπήρξαν αρνητικές επιδράσεις. Η γαλουχία, η αύξηση του βάρους των απορριμμάτων, η επιστροφή στον οίστρο και οι χοιρομητέρες δεν επηρεάστηκαν από την προσθήκη των DDGS στις δίαιτες (Wilson *et al.* 2003). Εντούτοις, οι θηλυκοί χοίροι που τράφηκαν με DDGS κατά την κύηση και την γαλουχία για δύο συνεχόμενες γέννες είχαν μεγαλύτερο αριθμό νεογνών κατά την δεύτερη γέννα σε σχέση με τις χοιρομητέρες που τράφηκαν με την τροφή ελέγχου που περιείχε καλαμποκάλευρο και σογιάλευρο. Ο λόγος για αυτό είναι άγνωστος, αλλά συμπερασματικά μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μια συνέπεια της αυξημένης συγκέντρωσης ινών που περιέχουν οι δίαιτες με DDGS επειδή το μέγεθος της γέννας μερικές φορές βελτιώνεται εάν οι χοιρομητέρες τρέφονται με δίαιτες πλούσιες σε ίνες κατά την κύηση (Grieshop *et al.* 2001). Σε μελέτη που έγινε τράφηκαν θηλυκοί χοίροι με δίαιτες που περιείχαν 0% (δίαιτα ελέγχου) 20% ή 30% DDGS. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι δεν υπήρξε επίδραση των DDGS όσον αφορά τη σύνθεση του γάλακτος, τη φαινόμενη πεπτικότητα αζώτου ή τη κατακράτηση αζώτου. Ωστόσο, οι θηλυκοί χοίροι που τράφηκαν με δίαιτες που περιείχαν 20% ή 30% DDGS είχαν χαμηλότερες τιμές αζώτου ουρίας στο αίμα τους από τις χοιρομητέρες που τράφηκαν με τη δίαιτα ελέγχου, γεγονός που δείχνει ότι οι θηλυκοί χοίροι είχαν τραφεί με δίαιτες με καλύτερη ισορροπία αμινοξέων σε σύγκριση με χοιρομητέρες τρέφονται με δίαιτα ελέγχου (Song *et al.* 2007). Προσθέτοντας DDGS κατά την πάχυνση των χοίρων μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα της κοιλιά και του χοιρινού λίπους, ειδικά σε υψηλά (> 20%) ποσοστά ένταξης.

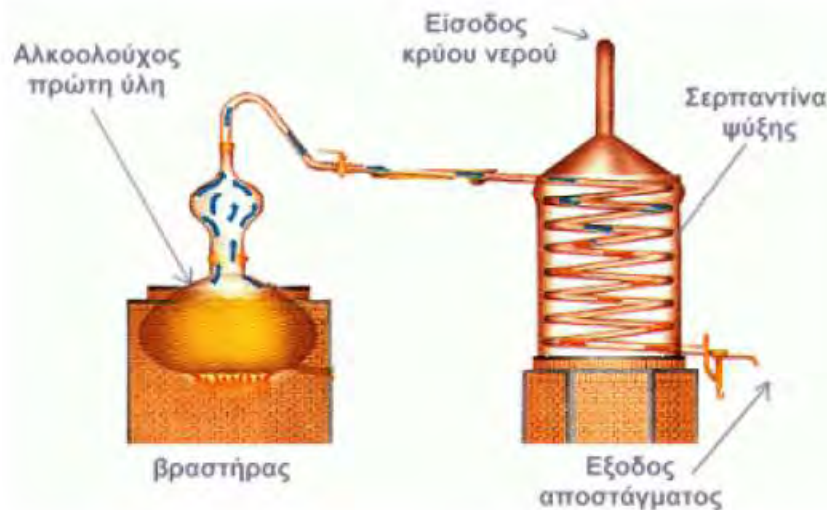
Τα DDGS μπορούν ακόμα να συμπεριληφθούν σε ποσοστό έως και 30% στα σιτηρέσια για την πάχυνση των χοίρων χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η απόδοση τους (Cook *et al.* 2005). Χαμηλότερα ποσοστά ένταξης έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί χωρίς να επηρεάζεται η απόδοση των χοίρων. Ωστόσο, τα στοιχεία από άλλα πειράματα στα οποία 10%, 20%, ή 30% DDGS συμπεριλήφθηκαν στα σιτηρέσια για την πάχυνση των χοίρων έδειξαν μια γραμμική μείωση στην απόδοση της ζωής των χοίρων (Whitney *et al.* 2006). Τα DDGS περιέχουν ωστόσο περίπου 10% αραβοσιτέλαιο, το οποίο αποτελείται από σχεδόν 60% λινολεϊκό οξύ (μακράς αλυσίδας ακόρεστο λιπαρό οξύ). Η σίτιση των χοίρων με δίαιτες που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ακόρεστων λιπαρών οξέων, ιδιαίτερα λινελαϊκού οξέος μπορούν να μειώσουν την σταθερότητα του λίπους και να αυξήσουν την ποσότητα των ακόρεστων λιπαρών οξέων στο χοιρινό λίπος. Τα αποτελέσματα από μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκαν δίαιτες που περιείχαν DDGS στην πάχυνση των χοίρων έδειξαν ότι το πάχος της κοιλιάς μειώθηκε γραμμικά κατά την αύξηση των επιπέδων των DDGS στη δίαιτα (Whitney *et al.* 2006, Weimer *et al.* 2008).

## 4. Αναλύσεις της θρεπτικής σύστασης ορισμένων αποσταγμάτων από ορισμένα φυτικά προϊόντα

### 4.1 Εισαγωγή

Ο στόχος των αναλύσεων και ως εκ τούτου και της πτυχιακής αυτής της εργασίας ήταν να γίνει μια πρώτη εκτίμηση στο κατά πόσον μπορούν τα αποστάγματα από κάποια φυτικά προϊόντα να χρησιμοποιηθούν στην εντατική παραγωγή ιχθυοτροφών με βάση την θρεπτική τους σύσταση.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την παραγωγή των αποσταγμάτων είναι η μέθοδος της απόσταξης (Εικ. 20) κατά την οποία η αλκοολούχος πρώτη ύλη μαζί με άλλα μυρωδικά μπαίνουν στο βραστήρα. Η αλκοόλη και άλλα πτητικά συστατικά εξατμίζονται και οδηγούνται στο ψύκτη όπου εκεί υγροποιούνται και συλλέγονται σε δοχεία. Η πρώτη ύλη είναι φυτικής προέλευσης και τα σάκχαρα που περιέχει υπέστησαν αλκοολική ζύμωση και μετατράπηκαν σε αιθυλική αλκοόλη. Αν κάτι δεν πήγε καλά περιέχει ποσότητα μεθυλικής αλκοόλης (ξυλόπνευμα) που είναι τοξική. Ως πρώτη ύλη μπορούν να χρησιμοποιηθούν φρούτα, δημητριακά, πατάτα, ζαχαροκάλαμο ακόμα και κρασί (Κατσανεβάκη 2008).



**Εικόνα 20:** Διαδικασία απόσταξης (Κατσανεβάκη 2008)

Τα στέμφυλα του σταφυλιού είναι η μάζα που απομένει μετά τη συμπίεση των φρούτων κατά την οινοποίηση. Τα στέμφυλα αποτελούν περίπου το 15% (w/w) της συνολικής μάζας της ουσίας που παραμένει μετά την απόσταξη και συνίστανται κυρίως από τους βόστρυχους (τσάμπουρα – κοτσάνια), τα γίγαρτα (κουκούτσια) και τους φλοιούς. Το ποσοστό των βοστρύχων που περιέχουν τα στέμφυλα εξαρτάται από το βαθμό αποβοστρύχωσης που έχει προηγηθεί (<http23>).

Στην παρούσα πτυχιακή συλλέχθηκαν τα στέμφυλα σταφυλιού, πεπονιού (*Cucumis melo*), καρπουζιού (*Citrullus lanatus*), Ευρωπαϊκών δαμάσκηνων (*Prunus domestica*) και ιαπωνικών δαμάσκηνων (*Prunus salacina*) μαζί με στέμφυλα πεπονιού (*Cucumis melo*). Τα πιο πάνω στέμφυλα αφέθηκαν να ζυμωθούν για χρονικό διάστημα δυο εβδομάδων αι ακολούθως αποστάκτηκαν. Σ' αυτά έγιναν αναλύσεις ούτος ώστε να καθοριστεί η διαιτητική τους αξία καθώς επίσης και η περιεκτικότητά τους σε υγρασία αμέσως μετά την απόσταξη.

#### 4.2 Προέλευση δειγμάτων

Τα δείγματα στα οποία διενεργήθηκαν οι αναλύσεις πάρθηκαν από την κυπριακή αγορά. Τα φρούτα αυτά παρήχθησαν στην Κύπρο και πιο συγκεκριμένα τα σταφύλια καλλιεργήθηκαν στην Ζωοπηγή (επαρχία Λεμεσού), τα πεπόνια στο Ζύγι



(επαρχία Λεμεσού), τα καρπούζια στην Κλήρου (επαρχία Λευκωσίας), τα δαμάσκηνα στον Αγρό (επαρχία Λεμεσού) και τα ιαπωνικά δαμάσκηνα στο Παραμάλι (επαρχία Λεμεσού).

#### 4.3 Πρωτόκολλα αναλύσεων

##### 4.3.1 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών

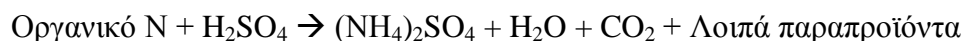
Ο προσδιορισμός των ολικών λιπαρών ουσιών στα αποσταγμένα στέμφυλα έγινε με την μέθοδο εκχύλισης Soxhlet (AOAC 1995) Σε γυάλινα δοχεία εκχύλισης προστέθηκαν 3 πέτρες βρασμού και καταγράφηκε το βάρος τους σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών ψηφίων. Στην συνέχεια εφαρμόστηκαν στα δοχεία χάρτινοι ηθμοί. Ζυγίστηκε ποσότητα δείγματος βάρους 2g και μεταφέρθηκε στο χάρτινο δοχείου ηθμού. Το δείγμα σε κάποιες περιπτώσεις, πρέπει να είναι ξηραμένο και αλεσμένο. Η ξήρανση πραγματοποιείται σε φούρνο στους 105°C για περίπου 24h (μέχρι σταθεροποίησης του βάρους του δείγματος). Στο γυάλινο δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150ml πετρελαιοειδούς αιθέρα, στον οποίο εμβαπτίστηκαν τα χάρτινα δοχεία ηθμού με το δείγμα. Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης μαζί με τους χάρτινους ηθμούς μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (συσκευή Soxhlet). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία του οργανικού διαλύτη, όπου έλαβε χώρα το πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 1,5h, όπου έλαβε χώρα το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης. Κατόπιν, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15min με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πάτο του δοχείου εκχύλισης. Για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων πετρελαιοειδούς αιθέρα τα δοχεία (χωρίς τους χάρτινους ηθμούς) μεταφέρθηκαν στο φούρνο για 15min στους 105°C. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε αφυγραντήρα για 1h το λιγότερο και πάρθηκαν οι μετρήσεις βάρους. Το καθαρό βάρος των λιπαρών ουσιών δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Ολικά λιπίδια \%} = (W(g)_{\text{τελικό δοχείο εκχύλισης}} - W(g)_{\text{αρχικό δοχείο εκχύλισης}}) * 100$$

#### 4.3.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων

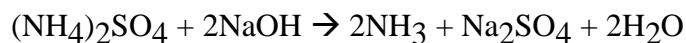
Ο προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ουσιών των αποσταγμένων στέμφυλων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Kjeldahl (AOAC 1995) Η διαδικασία προσδιορισμού των αζωτούχων ενώσεων έχει ως εξής:

Σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων ζυγίστηκαν δείγματα βάρους 0,2g (3 επαναλήψεις για κάθε δείγμα) και μεταφέρθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες πέψης. Προστέθηκαν 2 ταμπλέτες καταλύτη Kjeltabs (5g Potassium Sulphate  $K_2SO_4$  και 5g copper (II) Sulphate  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) για να επιταχυνθεί η αντίδραση της πέψης. Στην συνέχεια, προστέθηκαν στα δείγματα 15ml πυκνού θειικού οξέως ( $H_2SO_4$ ) και τοποθετούνται στην συσκευή πέψης Kjeltec 2000. Η διαδικασία της πέψης πραγματοποιείται στους  $150^\circ C$  για 85min. Με την συσκευή πέψης επιτυγχάνεται το βράσιμο των δειγμάτων και με την βοήθεια του πυκνού θειικού οξέως πραγματοποιείται διάσπαση των αζωτούχων ενώσεων. Το αδέσμευτο άζωτο (N) δεσμεύεται με την μορφή θειικού αμμωνίου (άλας), με την εξής αντίδραση:



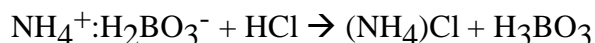
Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της πέψης τα δείγματα αφήνονται να κρυώσουν για 15min

Κατόπιν, τα δείγματα τοποθετούνται σε συσκευή απόσταξης, στην οποία προστίθενται 100 ml αποσταγμένου  $H_2O$ , 80 ml NaOH και 50 ml  $H_3BO_3$ . Η διαδικασία διαρκεί 6min. Το θειικό αμμώνιο, που είχε παραχθεί κατά την διαδικασία της πέψης, αντιδρά με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) και αποδεσμεύεται αμμωνία (σε αέρια μορφή) και θειικό νάτριο ( $Na_2SO_4$ ). Η αμμωνία ( $NH_4$ ) έπειτα αντιδρά με βορικό οξύ ( $H_3BO_4$ ) και το άζωτο του δείγματος δεσμεύεται σε μορφή βορικού αμμωνίου, σύμφωνα με τις εξής αντιδράσεις:



Το βορικό αμμώνιο συγκεντρώνεται σε κωνική φιάλη που περιείχε 4 σταγόνες ερυθρού του μεθυλενίου (δείκτη pH).

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας αποτελεί η τιτλοδότησης του διαλύματος βορικού αμμωνίου με αραιό διάλυμα υδροχλωρικού οξέως (0,1N) υπό καθεστώς συνεχής κίνησης σύμφωνα με την αντίδραση:



Η συγκέντρωση (σε moles) των ιόντων υδρογόνου που απαιτούνται για να καταλύσουν την αντίδραση έως το τελικό σημείο, ισοδυναμεί με τη συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει το δείγμα. Η αλλαγή του χρώματος του δείκτη, από κίτρινο σε φούξια, καταδεικνύει το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N %) υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$N \% = [(ml\ HCl - ml\ τυφλού) \times 0,8754] / W_{\text{δειγ/τος}}$$

#### 4.3.3 Προσδιορισμός τέφρας

Σε πυρίμαχα δοχεία ζυγίσαμε δείγμα αποσταγμένων στέμφυλων βάρους 1,5g, σε ζυγαριά ακρίβειας 4 δεκαδικών ψηφίων. Στην συνέχεια τοποθετούνται τα δείγματα στον αποτεφρωτήρα, η διαδικασία πραγματοποιείται στους 600° C για 24h. (AOAC 1990) Μετά το πέρας του εικοσιτετραώρου τα δείγματα μένουν για 1h ώστε να κρυσώσουν. Στην συνέχεια πάρθηκαν μετρήσεις βάρους των δειγμάτων. Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε τέφρα (%) υπολογίζεται με τον εξής τύπο:

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

#### 4.3.4 Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας στα αποσταγμένα στέμφυλα πραγματοποιήθηκε με την συλλογή δειγμάτων, αντίστοιχα, βάρους 1,5g και ακολούθως την ξήρανση των δειγμάτων σε φούρνο για 24 ώρες στους 105°C. (AOAC 1995) Στην συνέχεια, αφού πέρασε ο χρόνος ξήρανσης, τα δείγματα βγήκαν από το φούρνο και τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 5min ώστε να ψυχθούν. Το ποσοστό της υγρασίας/ ξηρής ουσίας υπολογίζεται ως εξής:

$$W_{\text{ξηρής ουσίας}} = W_{\text{δει/τος μετά την ξήρανση μαζί με το δισκίο}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Ξηρή ουσία \%} = (W_{\text{ξηρής ουσίας}} \times 100) / W_{\text{δει/τος}}$$

Όμοια,

$$W_{\text{υγρασία}} = W_{\text{δει/τος}} - (W_{\text{δει/τος μετά την ξήρανση}} - W_{\text{δισκίου}})$$

$$\text{Υγρασία \%} = (W_{\text{υγρασία}} \times 100) / W_{\text{δει/τος}}$$

#### 4.3.5 Προσδιορισμός ολικής Ενέργειας

Ο προσδιορισμός της ολικής ενέργειας στα αποσταγμένα στέμφυλα έγινε μέσω του αυτόματου αδιαβατικού θερμιδομέτρου (IKA Werke C5000). Η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός πως μέσω της ανάφλεξης ενός δείγματος στην θερμιδομετρική οβίδα, επιτυγχάνεται η καύση του δείγματος και η προκαλούμενη από αυτήν θερμότητα καταμετράται μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας νερού που περιβάλλει την οβίδα. Για το σκοπό αυτόν, προζυγισμένα δείγματα βάρους 0,5 g τοποθετήθηκαν σε ειδική γυάλινη θήκη εντός της θερμιδομετρικής οβίδας, τα οποία ήταν συνδεδεμένα με ένα από βαμβάκι και η οποία θα αναφλέγονταν κατά τη διαδικασία συνδεδεμένη με ηλεκτρόδιο. Η οβίδα πληρώθηκε με οξυγόνο (99,5%) υπό πίεση 30 bar. Κατόπιν, η οβίδα τοποθετήθηκε σε ειδικό μεταλλικό δοχείο του αδιαβατικού θερμιδομέτρου το οποίο πληρώθηκε με νερό θερμοκρασίας 21-24 °C. Το Θερμιδόμετρο τέθηκε σε λειτουργία και αφέθηκε να σταθεροποιηθεί ως προς την εσωτερική του θερμοκρασία. Πριν την ανάφλεξη, καταγράφηκε η αρχική θερμοκρασία του περιβάλλοντος νερού της οβίδας και μετά το πέρας της ανάφλεξης επαναμετρήθηκε η θερμοκρασία του νερού. Η συνολική ενέργεια του δείγματος μετρήθηκε αυτόματα μέσω της εξίσωσης:

$$\text{Ολική Ενέργεια (Kj/g)} = [(\Theta \text{ τελική} - \Theta \text{ αρχική}) * 10.82] - 0.0896 / \text{βάρους δείγματος (g)}$$

#### 4.3.6 Προσδιορισμός υδατανθράκων

Ο προσδιορισμός των υδατανθράκων των δειγμάτων έγινε μέσω της αφαίρεσης του συνόλου των περιεκτικότητας των ολικών πρωτεϊνών, των ολικών λιπιδίων και της τέφρας από την περιεκτικότητα της ξηρής ουσίας του δείγματος, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Υδατάνθρακες (\%)} = \text{Ξηρή ουσία (\%)} - (\text{Πρωτεΐνες, \%} + \text{Λίπη, \%} + \text{Τέφρα, \%})$$

#### 4.4 Παρουσίαση θρεπτικής σύστασης των αποσταγμένων στέμφυλων

##### 4.4.1 Αποσταγμένα στέμφυλα σταφυλιού

Τα στέμφυλα σταφυλιού κατά την εργαστηριακή ανάλυση διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Μετά από κοσκίνισμα διαχωρίστηκαν ως κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού και ως ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού.

##### **Αποσταγμένα κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού**

**Πίνακας 15:** Θρεπτική σύσταση κοσκινισμένων στέμφυλων σταφυλιού (% της ξηρής ουσίας).

Κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Μέσος όρος δειγμάτων	Τυπική απόκλιση
Ενέργεια (Kj/g)	16.637	16.644	16.914	16731,67	157,94
Πρωτεΐνη (%)	21,37	22,01	22,15	21,84	0,42
Λίπος (%)	0,37	0,08	0,49	0,31	0,21
Τέφρα (%)	20,32	20,77	19,99	20,36	0,39
Υδατάνθρακες (%)	57,94	57,14	57,37	57,49	0,41

**Πίνακας 16:** Περιεκτικότητα σε υγρασία κοσκινισμένων στέμφυλων σταφυλιού.

<b>Κοσκινισμένα στέμφυλα</b>	<b>Υγρασία (%)</b>	<b>Ξηρή ουσία (%)</b>
<b>Σταφυλιού</b>		
Δείγμα 1	69,98	30,02
Δείγμα 2	70,86	29,14
Δείγμα 3	69,75	30,25
Δείγμα 4	70,02	29,98
Δείγμα 5	69,67	30,33
Μέσος όρος	70,06	29,94
Τυπική απόκλιση	0,47	0,47

#### **Αποσταγμένα ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού**

**Πίνακας 17:** Θρεπτική σύσταση ακοσκίνιστων στέμφυλων σταφυλιού (% της ξηρής ουσίας).

<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	<b>Δείγμα 1</b>	<b>Δείγμα 2</b>	<b>Δείγμα 3</b>	<b>Μέσος όρος δειγμάτων</b>	<b>Τυπική απόκλιση</b>
Ενέργεια (Kj/g)	18.109	18.139	18.178	18.142	34,6
Πρωτεΐνη (%)	11,27	8,3	11,98	10,52	1,95
Λίπος (%)	1,18	0,49	0,56	0,74	0,38
Τέφρα (%)	11,69	8,63	10,69	10,34	1,56
Υδατάνθρακες (%)	75,86	82,58	76,77	78,4	3,65

**Πίνακας 18:** Περιεκτικότητα σε υγρασία ακοσκίνιστων στέμφυλων σταφυλιού.

<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	<b>Υγρασία (%)</b>	<b>Ξηρή ουσία (%)</b>
Δείγμα 1	63,21	36,79
Δείγμα 2	60,51	39,49
Δείγμα 3	58,64	41,36
Δείγμα 4	63,39	36,61
Δείγμα 5	54,8	45,2
Μέσος όρος	60,11	39,89
Τυπική απόκλιση	3,57	3,57

#### 4.4.2 Αποσταγμένα στέμφυλα δαμάσκηνου

**Πίνακας 19:** Θρεπτική σύσταση στέμφυλων δαμάσκηνου (% της ξηρής ουσίας).

<b>Στέμφυλα δαμάσκηνου</b>	<b>Δείγμα 1</b>	<b>Δείγμα 2</b>	<b>Δείγμα 3</b>	<b>Μέσος όρος δειγμάτων</b>	<b>Τυπική απόκλιση</b>
Ενέργεια (Kj/g)	19.349	19.196	19.198	19.247,67	87,76
Πρωτεΐνη (%)	16,85	14,82	15,22	15,63	1,08
Λίπος (%)	1,53	1,39	1,23	1,38	0,15
Τέφρα (%)	4,06	3,64	3,34	3,68	0,36
Υδατάνθρακες (%)	77,56	80,15	80,21	79,31	1,51

**Πίνακας 20:** Περιεκτικότητα σε υγρασία στέμφυλων δαμάσκηνου.

<b>Στέμφυλα δαμάσκηνου</b>	<b>Υγρασία (%)</b>	<b>Ξηρή ουσία (%)</b>
----------------------------	--------------------	-----------------------

Δείγμα 1	86,96	13,04
Δείγμα 2	87,36	12,64
Δείγμα 3	82,21	17,79
Δείγμα 4	86,98	13,02
Δείγμα 5	87,09	12,91
Δείγμα 6	86,8	13,2
Δείγμα 7	86,98	13,02
Δείγμα 8	85,52	14,48
Δείγμα 9	87,1	12,9
Δείγμα 10	86,79	13,21
Μέσος όρος	86,38	13,62
Τυπική απόκλιση	1,47	1,47

#### 4.4.3 Αποσταγμένα στέμφυλα καρπουζιού

**Πίνακας 21:** Θρεπτική σύσταση στέμφυλων καρπουζιού (% της ξηρής ουσίας).

Στέμφυλα καρπουζιού	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Μέσος όρος δειγμάτων	Τυπική απόκλιση
Ενέργεια (Kj/g)	16.995,11	16.960,11	16.976,07	16977,1	17,52
Πρωτεΐνη (%)	15.32	17.41	13.21	15,31	0
Λίπος (%)	0,77	0,53	-	0,65	0,17
Τέφρα (%)	7,99	8,56	7,06	7,87	0,76
Υδατάνθρακες (%)	76,02	73.5	79,73	76,17	2,62

**Πίνακας 22:** Περιεκτικότητα σε υγρασία στέμφυλων καρπουζιού.



Στέμφυλα καρπουζιού	Υγρασία (%)	Ξηρή ουσία (%)
Δείγμα 1	91,61	8,39
Δείγμα 2	92,29	7,71
Δείγμα 3	89,97	10,03
Δείγμα 4	89,56	10,44
Δείγμα 5	91,8	8,2
Δείγμα 6	92,61	7,39
Δείγμα 7	92,39	7,61
Δείγμα 8	92,53	7,47
Δείγμα 9	89,77	10,23
Δείγμα 10	92,02	7,98
Μέσος όρος	91,46	8,55
Τυπική απόκλιση	1,15	1,15

#### 4.4.4 Αποσταγμένα στέμφυλα πεπονιού

**Πίνακας 23:** Θρεπτική σύσταση στέμφυλων πεπονιού (% της ξηρής ουσίας).

Στέμφυλα πεπονιού	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Μέσος όρος δειγμάτων	Τυπική απόκλιση
Ενέργεια (Kj/g)	20.150	20.224	20.463	20.279	163,59
Πρωτεΐνη (%)	18,23	15,09	15,51	16,28	1,70
Λίπος (%)	2,66	1,53	2,13	2,11	0,57
Τέφρα (%)	6	4,8	5,78	5,53	0,64
Υδατάνθρακες (%)	73,11	78,58	76,58	76,08	2,77

**Πίνακας 24:** Περιεκτικότητα σε υγρασία στέμφυλων πεπονιού.

Στέμφυλα πεπονιού	Υγρασία (%)	Ξηρή ουσία (%)
Δείγμα 1	87,9	12,1
Δείγμα 2	87,53	12,47
Δείγμα 3	84,76	15,24
Δείγμα 4	88,57	11,43
Δείγμα 5	89,98	10,02
Δείγμα 6	89,97	10,03
Δείγμα 7	85,65	14,35
Δείγμα 8	86,06	13,94
Δείγμα 9	83,66	16,34
Δείγμα 10	89,92	10,08
Μέσος όρος	87,4	12,6
Τυπική απόκλιση	2,17	2,17

#### 4.4.5 Αποσταγμένα στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων (*Prunus salacina*) και πεπονιού (*Cucumis melo*)

**Πίνακας 25:** Θρεπτική σύσταση στέμφυλων ιαπωνικών δαμάσκηνων και στέμφυλων πεπονιού (% της ξηρής ουσίας).

Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων + πεπονιού	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Μέσος όρος δειγμάτων	Τυπική απόκλιση
<b>Ενέργεια (Kj/g)</b>	17.964,02	17.994,21	18.077,77	18012	58,92
<b>Πρωτεΐνη (%)</b>	17,38	18,22	18,48	18,03	0,57
<b>Λίπος (%)</b>	0,86	0,87	1,71	1,15	0,49

<b>Τέφρα (%)</b>	3,14	3,16	3,99	3,43	0,49
<b>Υδατάνθρακες (%)</b>	78,62	77,75	75,82	77,39	1,43

**Πίνακας 26:** Περιεκτικότητα σε υγρασία στέμφυλων ιαπωνικών δαμάσκηγων και στέμφυλων πεπονιού.

Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηγων + πεπονιού	Υγρασία (%)	Ξηρή ουσία (%)
Δείγμα 1	82,64	17,36
Δείγμα 2	85,93	14,07
Δείγμα 3	86,55	13,45
Δείγμα 4	85,86	14,14
Δείγμα 5	84,8	15,2

Δείγμα 6	82,96	17,04
Δείγμα 7	87,07	12,93
Δείγμα 8	85,38	14,62
Δείγμα 9	86,08	13,92
Δείγμα 10	86,2	13,8
Μέσος όρος	85,35	14,65
Τυπική απόκλιση	1,4	1,4

#### 4.5 Συμπεράσματα

Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των ιχθυοτροφών που παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια είχε ως αποτέλεσμα την ραγδαία αύξηση στις τιμές των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο κλάδος της τεχνολογίας ιχθυοτροφών να προσπαθήσει να στραφεί σε εναλλακτικές λύσεις όσον αφορά την εξεύρεση φθηνών πρώτων υλών. Με αφορμή αυτήν την ανάγκη γεννήθηκε η ιδέα της αρχικής ανάλυσης των αποσταγμένων στέμφυλων διαφόρων φρούτων από την Κυπριακή αγορά ούτως ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτά θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στα σιτηρέσια της εντατικής εκτροφής της ιχθυοκαλλιέργειας και άλλων ζώων.

Αναλύοντας λοιπόν τα δείγματα το πρώτο πράγμα που έγινε αντιληπτό ήταν η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία που περιείχαν τα αποσταγμένα στέμφυλα ανεξαρτήτως αποσταγμένου φρούτου (πιν.27). Η υγρασία τους κυμαίνεται από 60,11% (Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού) και φτάνει μέχρι και το 91,46% (Στέμφυλα καρπουζιού).

**Πίνακας 27:** Μέση υγρασία αποσταγμένων στέμφυλων.

Αποσταγμένα στέμφυλα	Υγρασία (%)
<b>Κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού</b>	70,06 ± 0,47

<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	60,11 ± 3,57
<b>Στέμφυλα δαμάσκηνου</b>	86,38 ± 1,47
<b>Στέμφυλα καρπουζιού</b>	91,46 ± 1,15
<b>Στέμφυλα πεπονιού</b>	87,4 ± 2,17
<b>Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων + πεπονιού</b>	85,35 ± 1,4

Από τον Πίνακα 27 μπορούμε να συμπεράνουμε αμέσως ότι για να γίνει η μεταφορά των στέμφυλων στις μονάδες παρασκευής ιχθυοτροφών θα πρέπει να προηγείται η μείωση της υγρασίας τους. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει είτε με εξατμιστήρες είτε με φυγοκέντρωση είτε με άφεση των στέμφυλων στον ήλιο για κάποιο χρονικό διάστημα. Ακολούθως τα αποσταγμένα στέμφυλα μπορούν είτε να παραδοθούν στις μονάδες παραγωγής ιχθυοτροφών είτε να αποθηκευτούν σε ψυγεία με θερμοκρασία κάτω από 4° C. Φυσικά αυτό θα ήταν ένα έξτρα κόστος για τη βιομηχανία παρασκευής τροφών.

Εισερχόμενοι στην θρεπτική σύσταση των αποσταγμένων στέμφυλων παρατηρούμε ότι η πρωτεΐνη τους κυμαίνεται από 10,52% (ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού) μέχρι 21,84% (κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού).

**Πίνακας 28:** Μέση πρωτεΐνη αποσταγμένων στέμφυλων.

Αποσταγμένα στέμφυλα	Πρωτεΐνη (%)
<b>Κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού</b>	21,84 ± 0,42
<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	10,52 ± 1,95
<b>Στέμφυλα δαμάσκηνου</b>	15,63 ± 1,08
<b>Στέμφυλα καρπουζιού</b>	15,31 ± 0
<b>Στέμφυλα πεπονιού</b>	16,28 ± 1,70
<b>Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων +</b>	18,03 ± 0,57

## πεπονιού

Από τον Πίνακα 28 μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό πρωτεΐνης ωστόσο περιέχουν ένα αρκετά ικανοποιητικό ποσοστό της τάξης από 15 μέχρι 20%. Μπορεί να μην μπορούν να αντικαταστήσουν συστατικά όπως το σογιάλευρο και το ιχθυάλευρο εντούτοις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές και έχουν χαμηλότερο ή ίσο ποσοστό πρωτεΐνης. Τα αποσταγμένα στέμφυλα μπορούν να αντικαταστήσουν συστατικά όπως το ρυζάλευρο (7,7% πρωτεΐνη), το άλευρο κριθαριού (11,8% πρωτεΐνη), το καλαμποκάλευρο (7,1% πρωτεΐνη), το άλευρο σιταριού (11,1% πρωτεΐνη) και το άλευρο καρύδας (22,0% πρωτεΐνης). Ωστόσο πέραν της θρεπτικής σύστασης ενός συστατικού είναι μεγάλης σημασίας η αποδεκτικότητα του από τα ψάρια (γευστικότητα) καθώς επίσης και η πεπτικότητα τους που δείχνει το βαθμό της μεταβολικής χρησιμοποίησης τους από τα ψάρια αλλά και το βαθμό απόρριψης των μεταβολιτών στο υδάτινο περιβάλλον. Ως εκ τούτου δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα μπορούν όντως να ενταχθούν στην διατροφή των ιχθύων αν δεν προηγηθούν διατροφικά πειράματα. Ακόμη πρέπει να γίνουν πειράματα για το ανώτερο επιτρεπτό όριο της ένταξης τους σε περίπτωση που τα διατροφικά πειράματα δείξουν ότι όντως μπορούν να ενταχθούν.

Ακόμη τα αποσταγμένα στέμφυλα αποτελούν μια πολύ καλή πηγή ενέργειας που είναι της τάξης από 16.732 Kj/g (κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού) μέχρι και 20.279 Kj/g (στέμφυλα πεπονιού).

**Πίνακας 29:** Μέση ενέργεια αποσταγμένων στέμφυλων.

Αποσταγμένα στέμφυλα	Ενέργεια (Kj/g)
<b>Κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού</b>	16.731,67 ± 157,94
<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	18.142 ± 34,6
<b>Στέμφυλα δαμάσκηνου</b>	19.247,67 ± 87,76

<b>Στέμφυλα καρπουζιού</b>	16977,1 ± 17,52
<b>Στέμφυλα πεπονιού</b>	20.279 ± 163,59
<b>Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηων + πεπονιού</b>	18012 ± 58,92

Βάση του Πίνακα 29 μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα αποτελούν καλές πηγές ενέργειας εν συγκρίσει με το ρυζάλευρο (15.000 Kj/g), το άλευρο σιταριού (15.900 Kj/g), το άλευρο κριθαριού (16.300 Kj/g), το καλαμποκάλευρο (15.800 Kj/g) και το άλευρο καρύδας (16.500 Kj/g) τα οποία χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές και περιέχουν μικρότερα ποσοστά πρωτεΐνης απ' ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα.

Όσον αφορά τώρα το λίπος στα αποσταγμένα στέμφυλα κυμαίνεται μεταξύ 0,31% (κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού) και 2,11% (Στέμφυλα πεπονιού).

**Πίνακας 30:** Μέσο λίπος αποσταγμένων στέμφυλων.

Αποσταγμένα στέμφυλα	Λίπος (%)
<b>Κοσκινισμένα στέμφυλα σταφυλιού</b>	0,31 ± 0,21
<b>Ακοσκίνιστα στέμφυλα σταφυλιού</b>	0,74 ± 0,38
<b>Στέμφυλα δαμάσκηου</b>	1,38 ± 0,15
<b>Στέμφυλα καρπουζιού</b>	0,65 ± 0,17

<b>Στέμφυλα πεπονιού</b>	2,11 ± 0,57
<b>Στέμφυλα ιαπωνικών δαμάσκηνων + πεπονιού</b>	1,15 ± 0,49

Από τον Πίνακα 30 μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα έχουν μικρή περιεκτικότητα σε λίπος και ως εκ τούτου δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικές πηγές λίπους. Ωστόσο πρέπει να γίνει περεταίρω μελέτη του λίπους των αποσταγμένων στέμφυλων ούτως ώστε να ερευνηθεί το προφίλ των λιπαρών τους οξέων.

Σε γενικές γραμμές από τις αναλύσεις που έγιναν μπορούμε να κάνουμε μια γενική διαπίστωση ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα αποτελούν συστατικά μέτριας περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, σαφώς χαμηλότερη από τις πρωτεϊνικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ιχθύων, αλλά είναι πλούσια σε ενέργεια. Επομένως, θα μπορούσαν μελλοντικά να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακά συστατικά. Ωστόσο υπάρχουν πολλοί παράγοντες ακόμη οι οποίοι πρέπει να εξεταστούν πριν την οποιαδήποτε προσπάθεια για ένταξη τους στις ιχθυοτροφές. Για παράδειγμα πρέπει να εξεταστεί η σύσταση των αμινοξέων της πρωτεΐνης τους. Όπως προαναφέρα επείσης πρέπει να εξεταστεί το προφίλ των λιπαρών τους οξέων. Ακόμη βάση του υψηλού ποσοστού τέφρας που περιέχουν μπορούμε να πούμε ότι τα αποσταγμένα στέμφυλα είναι πηγή ανόργανων στοιχείων ωστόσο και σε αυτό το κομμάτι θα πρέπει να γίνει περεταίρω έρευνα ώστε να διαπιστωθεί η συγκέντρωσή τους. Ένα ακόμη πολύ σημαντικό κομμάτι που πρέπει να εξεταστεί είναι η συγκέντρωση των βιταμινών που βρίσκονται στα αποσταγμένα στέμφυλα. Το μεγαλύτερο προτέρημα των αποσταγμένων στέμφυλων είναι το μηδενικό τους κόστος αυτή την στιγμή καθώς οι οινοπαραγωγοί πετάνε τα αποσταγμένα στέμφυλα. Άρα μια πιθανή ενσωμάτωση τους στις ιχθυοτροφές, υπό τον όρο ότι δεν θα επέφεραν αύξηση του FCR και μείωση της ανάπτυξης των ψαριών, θα μπορούσε να μειώσει το κόστος παραγωγής των τροφών.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγλική βιβλιογραφία

Allan G., Parkinson S., Booth M., Stone D., Rowland S., Frances J., Warner-Smith R. (2000). Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients, *Aquaculture*, 186(3-4): 293-310

Amezcuca M., Parsons C., Noll S. (2004). Content and Relative Bioavailability of Phosphorus in Distillers Dried Grains with Solubles in Chicks, *Poultry Science*, 83(6):971–976

Babcock B., Hayes D., Lawrence J. (2008). Using Distillers Grains in the U.S. and International Livestock and Poultry Industries. In: [http://www.card.iastate.edu/books/distillers\\_grains/pdfs/distillers\\_grains\\_book.pdf](http://www.card.iastate.edu/books/distillers_grains/pdfs/distillers_grains_book.pdf) (Accessed 5/8/2015)

Barnes M., Brown M., Rosentrater K. (2012). Juvenile rainbow trout responses to diets containing distillers dried grain with solubles, phytase, and amino acid supplements, *Open Journal of Animal Sciences*, 2(2): 69-77

Batal A. & Dale N. (2006). True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles, *The Journal of Applied Poultry Research*, 15: 89–93

Blair, R., 2008. Nutrition and feeding of organic poultry. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK

Buentello A., Jirsa D., Barrows F., Drawbridge M. (2015). Minimizing fishmeal use in juvenile California yellowtail, *Seriola lalandi*, diets using non-GM soybeans selectively bred for aquafeeds, *Aquaculture*, 435: 403-411

Carter C. & Hauler R. (2000). Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *Aquaculture*, 185(3-4): 299-311

Chen J., Lu S., Lii C. (1999). Effect of milling on physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan, *Cereal Chemistry*, 76(5):796-799

Cheng J. & Hardy H. (2004). Effects of microbial phytase supplementation in corn distiller's dried grains with solubles on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Journal of Applied Aquaculture*. 15(3-4):83-100.

Cook, D., N. Paton, and M. Gibson. 2005. "Effect of Dietary Level of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) on Growth Performance, Mortality, and Carcass

Characteristics of Grow-Finish Barrows and Gilts.” *Journal of Animal Science*, 83(1):335-345

Couch J., Kurnick A., Svacha R., Reid B. (1957). Corn distillers dried solubles in turkey feeds – summary and new developments. In “Proceedings Distillers Feed Research Council Conference”. pp 71-81

Deyoe C. & Tiemeire O. (1969). Feeding channel catfish. In: Proceedings of the 24th Distillers feed Conference, Distiller’s Feed Research Council, Des Moines, IA.

Ding Z., Zhang Y., Ye J., Du Z., Kong Y. (2015). An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in the diet of *Macrobrachium nipponense*: Growth, nonspecific immunity, and resistance to *Aeromonas hydrophila*, *Fish & Shellfish Immunology*, 44(1): 295-301

Ewan R., Crenshaw J., Crenshaw T., Cromwell G., Easter R., Nelssen J., Miller E., Pettigrew J., Veum T. (1996). Effect of Adding Fiber to Gestation Diets on Reproductive Performance of Sows, *Journal of Animal Science*, 74(3): 190-198

FAO<sup>a</sup> (1986). The production of fishmeal and oil, in: <http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/x6899e04.htm> (Accessed 5/8/2015)

FAO<sup>b</sup>. Fishmeal, in: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e01.htm> (Accessed 5/8/2015)

Fastinger N., Latshaw J., Mahan D. (2006). Amino Acid Availability and True Metabolizable Energy Content of Corn Distillers Dried Grains with Solubles in Adult Cecectomized Roosters, *Poultry Science*, 85(7): 1212-1216.

Hien T., Be T., Lee C., Bengtson D. (2015). Development of formulated diets for snakehead (*Channa striata* and *Channa micropeltes*): Can phytase and taurine supplementation increase use of soybean meal to replace fish meal?, *Aquaculture*, 448: 334-340

Hughes G. (1987). Distillers products in salmonid diets, *Proceedings of the Distillers Feed Conferences*, 42:27-31

Janicek B., Kononoff P., Gehman A., Doane P. (2008). The effect of feeding dried distiller's grains plus solubles on milk production and excretion of urinary purine derivatives, *Journal of Dairy Science*, 91(9):3544-3553.

Klopfenstein T., Erickson G., Bremer V. (2008). Board-Invited Review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry, *Journal of Animal Science*, 86(5):1223-1231

Leeson S. & Summers J. (2005). *Commercial Poultry Production*, 3rd ed. Guelph, ON: University Books.

Leme P., Forero O., Owens F., Lusby K. (1978). Feather meal as a protein source for range cows. *Animal Research REPORT*, pp: 31-34. Oklahoma Agricultural Research Station.

Lim C. & Yildirim-Aksoy M. (2008). Distillers dried grains with solubles as an alternative protein source in fish feeds, 8<sup>th</sup> International Symposium on Tilapia in Aquaculture 2008. In: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA8/ChhornLim.pdf> (Accessed 5/8/2015)

Lim C., Yildirim-Aksoy M., Klesius P. (2009). Growth Response and Resistance to *Edwardsiella ictaluri* of Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*, Fed Diets Containing Distiller's Dried Grains with Solubles, *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(2):182-193.

Lin Y. & Tanaka S. (2006). Ethanol fermentation from biomass resources: current state and prospects, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 69(6): 627-642.

Love D., Halden R., Davis M., Nachman K. (2012). Feather Meal: A Previously Unrecognized Route for Reentry into the Food Supply of Multiple Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs), *Environmental Science & Technology*, 46 (7): 3795–3802

Lumpkins B., Batal A., Dale N. (2004). Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers, *Poultry Science*, 83(11): 1891–1896.

Lumpkins B., Batal A., Dale N. (2005). Use of Distillers Dried Grains plus Solubles in Laying Hen Diets, *Journal of Applied Poultry Research*, 14(1): 25–31.

Molina-Poveda C., Lucas M., Jover M. (2013). Evaluation of the potential of Andean lupin meal (*Lupinus mutabilis* Sweet) as an alternative to fish meal in juvenile *Litopenaeus vannamei* diets, *Aquaculture*, 410-411: 148-156

Morrison F. (1954). *Feeds and Feeding: A Handbook for the Student and Stockman*, 2th edition, The Morrison Publishing Company, Ithaca, NY:

National Research Council (1993). *Nutrient requirements of fish*. National Research Council of the United States, Committee on Animal Nutrition, Publ. National Academy Press, Washington, D.C.

Newkirk R. (2010). *Soybean: Feed industry guide*, 1<sup>st</sup> edition, Canadian International Grains Institute, Canada, in: <https://cigi.ca/wp-content/uploads/2011/12/2010-Soybean-Feed-Industry-Guide.pdf> (Accessed 5/8/2015)

Newkirk R. (2009). *Canola Meal: Feed Industry Guide* 4<sup>th</sup> Edition, Canadian International Grains Institute, Canada, in: [http://www.canolacouncil.org/media/503589/canola\\_guide\\_english\\_2009\\_small.pdf](http://www.canolacouncil.org/media/503589/canola_guide_english_2009_small.pdf) (Accessed 5/8/2015)

Noll S., Stangeland V., Speers G., Brannon J. Distillers grains in poultry diets. In: [http://www.biofuelscoproducts.umn.edu/sites/biodieselfeeds.cfans.umn.edu/files/cfans\\_asset\\_428379.pdf](http://www.biofuelscoproducts.umn.edu/sites/biodieselfeeds.cfans.umn.edu/files/cfans_asset_428379.pdf) (Accessed 5/8/2015)

NSW Department of Primary Industries (2014). *Variability of quality traits in canola seed, oil and meal - a review*, in: [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0007/517786/variability-of-quality-traits-in-canola-a-review.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/517786/variability-of-quality-traits-in-canola-a-review.pdf) (Accessed 5/8/2015)

Nwogor U., Uche O., Ifeyinwa E., Emmanuel A. (2015). Effect of Locally Produced Blood Meal on Growth Performance and Packed Cell Volume of Broiler Chicks, *American Journal of Agriculture and Forestry*, 3(3): 105-108

Pahm A., Pedersen C., Hoehler D., Stein H. (2008). Factors Affecting the Variability in Ileal Amino Acid Digestibility in Corn Distillers Dried Grains with Solubles Fed to Growing Pigs, *Journal of Animal Science*, 86(9): 2180-2189

Pedersen C., Boersma M., Stein H. (2007). Digestibility of Energy and Phosphorus in 10 Samples of Distillers Dried Grains with Solubles Fed to Growing Pigs, *Journal of Animal Science*, 85(5): 1168-1176.

Phillips M. (1949). Fisheries Research Bulletin No.13, Cortland Hatchery Report No 18, Cortland, NY

Phillips M., Hammer L., Edwards P., Hosking F. (1964). Dry concentrates as complete trout foods for growth and egg production, *Progressive Fish Culturist*, 26(4):155-159

Potter, L. M., 1966. Studies with distillers feeds in turkey rations. In "Proceedings Distillers Feed Research Council Conference". pp 47-51

Pretorius S. (2000). Tailoring wine yeast for the new millennium: Novel approaches to the ancient art of winemaking, *Yeast*, 16(8):675-729.

Rana K.,Siriwardena S., Hasan M. (2009). Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy in: <http://www.fao.org/docrep/012/i1143e/i1143e.pdf> (Accessed 5/8/2015)

Schingoethe D., Kalscheur K., Hippen A., Garcia A. (2009). Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets, *Journal of Dairy Science*, 92(12):5802-5813

Seifdavati J., Navidshad B., Seyedsharifi R., Sobhani A. (2008). Effects of a locally produced blood meal on performance, carcass traits and nitrogen retention of broiler chickens, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(12): 1625-1629

Shelby R., Lim C., Yildirim-Aksoy M., Klesius P. (2008). Effect of distillers dried grains with solubles incorporated diets on growth, immune function and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), *Aquaculture Research*, 39(12):1351-1353

Sinnhuber O. (1964). Pelleted fish food, *Feedstuffs*, 36(28):16

Sogbesan A., Ugwumba A. (2008). Nutritional Values of Some Non-Conventional Animal Protein Feedstuffs Used as Fishmeal Supplement in Aquaculture Practices in Nigeria, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 159-164

Song M., Baidoo S., Whitney M., Shurson G., Johnson L. (2007). Effects of Dried Distillers Grains with Solubles on Energy and Nitrogen Balance, and Milk Composition of Lactating Sows, *Journal of Animal Science*, 85(2): 100-101

Stein H. (2007). Distillers dried grains with solubles (DDGS) in diets fed to swine. In: [http://www.distillersgrains.org/files/feedsource/swine\\_brochure.pdf](http://www.distillersgrains.org/files/feedsource/swine_brochure.pdf) (Accessed 5/8/2015)

Stein H., Pedersen C., Boersma M. (2005). “Energy and Nutrient Digestibility in Dried Distillers Grain with Solubles, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(15): 2581–2586

Stone D., Hardy R., Barrows F., Cheng Z. (2005). Effects of extrusion on nutritional value of diets containing corn gluten meal and corn distiller’s dried grain for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Journal of Applied Aquaculture*, 17(3):1-20.

Suárez J., G., Mendoza R., S., García G., Alanís G., Suárez A., J., Cuzon G. (2009). Substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), *Aquaculture*, 289(1-2): 118-123

Swiatkiewicz S. & Koreleski J. (2008). The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) in poultry nutrition, *Poultry Science*, 64: 257-265

Synge B., Chase-Topping M., Hopkins G., McKendrick I., Thomson-Carter F., Gray D., Rusbridge S., Munro F., Foster G., Gunn G. (2003). Factors influencing the shedding of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 by beef suckler cows, *Epidemiology and Infection*, 130(2):301-312.

Tacon A. (2005). The Current and Potential use of Blood products and Blood meal in Aquafeeds. . REPORT prepared for the European Animal Protein Association (Brussels, Belgium). In: <http://eapa.biz/UserFiles/File/EAPATacon%20final%20report.pdf> (Accessed 5/8/2015).

Tacon A. & Metian M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects, *Aquaculture*, 285(1-4): 146-158

Tanawong M. (2014). Evaluation of the nutritional value of canola meal, 00-rapeseed meal, and 00-rapeseed expellers fed to pigs in: [https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/46593/Tanawong\\_Maison.pdf?sequence=1](https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/46593/Tanawong_Maison.pdf?sequence=1) (Accessed 5/8/2015)

Tangendjaja B. (2013). Effect of feeding corn dried distillers grains with soluble (DDGS) on milk production of cow under hot climate condition, *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, 14(2): 63-70

Thomas K., Hynes S., Ingledew W. (1996). Practical and theoretical considerations in the production of high concentrations of alcohol by fermentation, *Process Biochemistry*, 31(4):321-331

Tiwary E. & Gupta R. (2012). Rapid Conversion of Chicken Feather to Feather Meal Using Dimeric Keratinase from *Bacillus licheniformis* ER-15, *Bioprocessing & Biotechniques*, 2(4)

Tidwell H., Webster C., Yancey D. (1990). Evaluation of distillers grains with soluble in prepared channel catfish diets, *Transactions of the Kentucky Academy of Science*, 51:135-138

Tidwell H., Webster C., Yancey D., D'Abramo L. (1993). Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and distiller's by-products in diets for pond culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), *Aquaculture*, 118(1-2):119-130

Waldroup P., Wang Z., Coto C., Cerrate S., Yan F. (2007). Development of a Standardized Nutrient Matrix for Corn Distillers Dried Grains with Solubles, *Poultry Science*, 6(7): 478-483

Wang Z., Cerrate S., Coto C., Yan F., Waldroup P. (2007). Use of constant or increasing levels of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in broiler diets, *International Journal of Poultry Science*, 6(7):501-507.

Watson A., Buentello A., Place A. (2014). Partial replacement of fishmeal, poultry by-product meal and soy protein concentrate with two non-genetically modified



soybean cultivars in diets for juvenile coibia, *Rachycentron canadum*, *Aquaculture*, 434: 129-136

Webster C., Tidwell J., Yancey D. (1991). Evaluation of distiller's grains with solubles as a protein source in diets for channel catfish, *Aquaculture*, 96(2):179-190

Weimer D., Stevens J., Schinckel A., Latour M., Richert B. (2008). Effects of feeding increasing levels of distillers dried grains with solubles to grow-finish pigs on growth performance and carcass quality, *Journal of Animal Science*, 86(2):51-57

Whitney M., Shurson G., Johnson L., Wulf D., Shanks B. (2006). Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant, *Journal of Animal Science*, 84(12):3356-3363

Wilson J., Whitney M., Shurson G., Baidoo S. (2003). Effects of Adding Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) to Gestation and Lactation Diets on Reproductive Performance and Nutrient Balance in Sows. *Journal of Animal Science*, 81(2): 47-48

Wingren A., Galbe M., Zacchiu G. (2003). Techno-Economic Evaluation of Producing Ethanol from Softwood: Comparison of SSF and SHF and Identification of Bottlenecks, *Biotechnology Progress*, 19(4):1109-1117

Wiradimadja R., Rusmana D., Widjastuti T., Mushawwir A. (2007). Chicken slaughterhouse waste utilization (chicken feather meal treated ) as a source of protein animal feed ingredients in broiler chickens, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 62 (19): 120-124

Wu V., Rosati R., Brown P. (1996). Effect of diets containing various levels of protein and ethanol coproducts from corn on growth of tilapia fry, *Agricultural & Food Chemistry*, 44(6):1491-1493.

Zhou P., Zhang W., Davis A., Lim C. (2010). Growth response and feed utilization of juvenile hybrid catfish fed diets containing distiller's grains with solubles to replace a combination of soybean meal and corn meal, *North American Journal of Aquaculture*, 72(4):298-303.

## Ελληνική βιβλιογραφία

Κατσανεβάκη Α. (2008). Η απόσταξη ως εναλλακτική λύση του προβλήματος που αντιμετωπίζουν οι αμπελοκαλλιεργητές του νομού Ηρακλείου. In: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse2/sdo/ba/2007/Katsanevaki/document/2007Katsanevaki.pdf> (Accessed 5/8/2015)

Μεντέ Ε., Νέγκας Ι. (2011). Στοιχεία φυσιολογίας θρέψεως και εφαρμοσμένη διατροφή ιχθύων και καρκινωειδών, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, Ελλάδα

Παπουτσόγλου Σ. (2008). Διατροφή ιχθύων, Αθ. Σταμούλη, Αθήνα, Ελλάδα

Σπάης Α., Φλώρου-Πανέλη Π., Χρηστάκη Ε.(2002). Ζωοτροφές και Σιτηρέσια, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Στεφανάκης Μ., Τσικαλάς Γ., Τουλουπάκης Ε., Λαζανάκη Μ., Κατερινόπουλος Χ., Μακρίδης Π., Ζαραγκώτας Δ., Μπακρατσάς Δ., Αναστασόπουλος Η., Παπαϊωάννου Χ., Παπασωτηρόπουλος Β. (2013). Μελέτη της χρήσης αποσταγμάτων επιλεγμένων φυτών ρίγανης στη διατροφή ψαριών με στόχο την μείωση του μικροβιακού φορτίου της τροφής τους (ζωοπλακτόν). Ημερίδα Ερευνητικού Έργου «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ– Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Λάρισας», 29/11/2013. ΤΕΙ Θεσσαλίας

Χύμης Α. (2014). Η συμβολή του κλάδου της αλιείας στην ανάπτυξη: δεδομένα και προοπτικές, In: <http://www.seedcenter.gr/conferences/Crisis2014/papers/%CE%A7%CF%8D%CE%BC%CE%B7%CF%82%CE%97%20%CF%83%CF%85%CE%BC%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AE%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%BA%CE%B%CE%AC%CE%B4%CE%BF%CF%85%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82%20%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7.pdf>

Popescu I. (2015). Η ευρωπαϊκή αλιεία σε αριθμούς, in: [http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU\\_5.3.9.pdf](http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_5.3.9.pdf) (Accessed 5/8/2015)

## Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

http1

<http://bestpets.biz/fish-meal/> (Accessed 5/8/2015)

http2

<http://www.practicalfishkeeping.co.uk/content.php?sid=3913> (Accessed 5/8/2015)

http3

[http://www.oceanhealthindex.org/News/StoriesFish\\_in\\_Fish\\_Out](http://www.oceanhealthindex.org/News/StoriesFish_in_Fish_Out) (Accessed 5/8/2015)

http4

<http://www.maring.org/production/> (Accessed 5/8/2015)

http5

<http://www.kisorganics.com/products/shop/feather-meal> (Accessed 5/8/2015)

http6

<http://www.bullmarketfrogs.com/trash-to-cash-feather-meal-and-pet-food-ingredients/>  
(Accessed 5/8/2015)

http7

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:00xDn20f1BUJ:www.sonac.biz/en/sonac-markets-products/sonac-markets/aqua-feed-market/asset/hydrolyzed-feather-protein-in-aqua-feedpdf/download.file+&cd=1&hl=el&ct=clnk&gl=gr>  
(Accessed 5/8/2015)

http8

<http://www.feedipedia.org/>

http9

[http://dionengineering.eu/wp-content/uploads/2014/06/Prospect-Final\\_07mFEATHER.jpg](http://dionengineering.eu/wp-content/uploads/2014/06/Prospect-Final_07mFEATHER.jpg) (Accessed 5/8/2015)

http10

<https://d10k7k7mywg42z.cloudfront.net/assets/4d90dcddabe9d7a9b000044/feathermeal.pdf> (Accessed 5/8/2015)

http11

<https://www.planetnatural.com/product/blood-meal-50-lb/> (Accessed 5/8/2015)

http12

<http://www.eurotherm.com/industries/life-sciences/applications/spray-drying/>  
(Accessed 5/8/2015)

http13

[http://www.siamagrisupply.com/products-detail.php?lng=en&subproduct\\_id=6](http://www.siamagrisupply.com/products-detail.php?lng=en&subproduct_id=6)  
(Accessed 5/8/2015)

http14

<http://www.thecropsite.com/news/10748/global-soy-industry-to-benefit-from-vietnams-aquaculture-surge/> (Accessed 5/8/2015)

http15

<http://www.soymeal.org/graphs.html> (Accessed 5/8/2015)

http16

<http://www.soonsoonoil.com.my/S2/index.php/2013-01-29-04-13-36/feed-ingredients/canola-based-products/high-efficiency-golden-canola-meal> (Accessed 5/8/2015)

http17

<http://www.aitc.sk.ca/saskschools/sask/crops.html> (Accessed 5/8/2015)

http18

<http://canolamazing.com/canola-meal-story/processing/> (Accessed 5/8/2015)

http19

<http://www.globefish.org/fishmeal-market-report-march-2010.html> (Accessed 5/8/2015)

http20

[http://www.ethanolrfa.org/page/-/rfa-association-site/studies/2012\\_DDGS\\_Handbook.pdf?nocdn=1](http://www.ethanolrfa.org/page/-/rfa-association-site/studies/2012_DDGS_Handbook.pdf?nocdn=1) (Accessed 5/8/2015)

http21

<http://beef.unl.edu/4ea342c5-839f-45c6-b166-667509fd8296.pdf> (Accessed 5/8/2015)

http22

<http://arthomson.com/wp-content/uploads/2013/04/Resources-Mechanical-AESSEAL-Guides-CORN.pdf> (Accessed 5/8/2015)

http23

[https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCQQFjAAahUKEwiA6cTN4MLHAhWjhHIKHZIFACg&url=http%3A%2F%2Fecourse.uoi.gr%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D31993&ei=5JjbVYDnEKOJygOZi4HAAg&usq=AFQjCNEAp0Of\\_eVz7SRpbKW9AwvSsdJocw](https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCQQFjAAahUKEwiA6cTN4MLHAhWjhHIKHZIFACg&url=http%3A%2F%2Fecourse.uoi.gr%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D31993&ei=5JjbVYDnEKOJygOZi4HAAg&usq=AFQjCNEAp0Of_eVz7SRpbKW9AwvSsdJocw)  
(Accessed 5/8/2015)

Abstract

The purpose of this thesis was to make a first assessment on whether the distillates of certain plant products can be used in intensive production of fish feeds based on their nutritional composition. Due to the ongoing development in aquaculture worldwide, at a rate of up to 9% year-on-year, it has led to an increase in demand for feeds for commercially aquatic species. A thorough presentation is initially conducted (general data, nutritional composition, amino acid content, production method) about the conventional ingredients used in the preparation of diets. It includes ingredients of animal origin such as fishmeal, feather meal, blood meal and plant origin such as soybean meal, rapeseed meal and corn gluten. Then an analysis is made regarding the conventional ingredients used in fish feed.

In the second part of the thesis, distilled dried grain with solubles (DDGS) and their modes of production (dry milling, wet milling method) are presented. Afterwards, there is a reference about the use of DDGS in the raising of various animals. It begins with the inclusion of DDGS in the diet of various fish farmed intensively (catfish, rainbow trout, tilapia and shrimp), followed by feeding cattle, poultry and pigs with DDGS as well.

The third and last part covers the origin of fruit which were distilled as well as the protocols which were used to make the analysis of their nutrient composition and concludes with the overall results and observations about the distilled marcs analysis.