ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ: «Η χρήση των ξηρών κόκκων απόσταξης και διαλυτά συστατικά (DDGS) στη διατροφή των μονογαστρικών ζώων»

Πτυχιακή εργασία

Κίκιλη Αγγελικής

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Κ. Μητσόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής

Θεσσαλονίκη, 2017

Αντί προλόγου

Η πτυχιακή εργασία που ακολουθεί είναι αποτέλεσμα προσωπικής μου εργασίας καθώς και του Επιβλέποντα καθηγητή Ιωάννη Μητσόπουλου ο οποίος εμπνεύστηκε την εκπόνησή της και προσέφερε την αμέριστη βοήθεια και συμπαράστασή του σε όλα τα στάδιά της. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότατες ευχαριστίες μου στο πρόσωπό του.

Περιεχόμενα

Κεφ.	Περιεχόμενα	Σελ.
	Περίληψη ……..	6
	Εισαγωγή ……..	7
	Κεφάλαιο πρώτο	
1.1	Τι είναι τα DDGS – ορισμός ……....	10
1.2	Διαδικασία παραγωγής DDGS…….....	11
1.2.1	Μέθοδος ξηράς άλεσης (Dry Mill)……	11
1.2.2	Μέθοδος υγρής άλεσης (Wet Mill)..…….	13
1.3	Διατροφικά χαρακτηριστικά των DDGS……..	14
1.4	Περιεκτικότητα των DDGS σε αμινοξέα……..……	16
1.5	Διαθεσιμότητα σε φωσφόρο ……..…….....	16
1.6	Καροτενοειδή ……	17
1.7	Άλλα θρεπτικά συστατικά……..	17
1.8	Πηγές δημητριακών καρπών για παραγωγή DDGS……..	17
1.8.1	DDGS από αραβόσιτο (cDDGS)……..	17
1.8.2	DDGS από σιτάρι…… …….....	18
1.8.3	DDGS από σόργο……...	20
1.9	Η ποιότητα των DDGS σε σχέση με το χρώμα και την οσμή……..	21
	Κεφάλαιο δεύτερο	
2	Η χρήση των DDGS στη διατροφή των μονογαστρικών……	22
2.1	Η χρήση των DDGS στη διατροφή των ορνίθων αυγοπαραγωγής…….	22
2.2	Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο σφάγιο μετά τη χρήση cDDGS στα σιτηρέσια ορνίθων κρεοπαραγωγής…….	25
2.2.1	Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο σφάγιο μετά τη χρήση cDDGS στα σιτηρέσια ορνίθων κρεοπαραγωγής (broilers)……..	25
2.3	Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των ινδόρνιθων ……..	26
2.4	Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των χοίρων…….	27
2.4.1	Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των απογαλακτισμένων χοιριδίων …..	27
2.4.2	Τα DDGS στην διατροφή των χοιρομητέρων και των κάπρων……	28
2.4.3	Επιδράσεις των DDGS στο σφάγιο……..	29
2.4.4	Επιδράσεις των cDDGS στο λίπος των χοίρων……	29
2.5	Η χρήση των DDGS στια ιχθυοκαλλιέργειες……...	30

2.6 Η χρήση των DDGS σε αλλά είδη ζώων ……. 31
2.7 Προβλήματα των DDGS - Μυκοτοξίνες…….. 32
3. Συμπεράσματα…….. 33
4. Βιβλιογραφία …… 34

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1 Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων κατά το χρονικό διάστημα 2000-2011 σελ.8

Διάγραμμα 2 Η παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι κατά το χρονικό διάστημα 2011-2021 στην Ε.Ε. και Η.Π.Α. σελ.8

Διάγραμμα 3 Η παραγωγή DDGS στις ΗΠΑ. σελ.10

Διάγραμμα 4 Χρήση DDGS ως ζωοτροφή σε διαφορετικά είδη αγροτικών ζώων σελ.11

Διάγραμμα 5 Η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης και DDGS με τη μέθοδο της ξηρής άλεσης (Dry Mill) σελ.12

Διάγραμμα 6 Διαδικασία παραγωγής αιθανόλης με την μέθοδο υγρής άλεσης (Wet Mill) σελ.14

Περίληψη

Η πτυχιακή διατριβή αυτή διενεργήθηκε στην κατεύθυνση Ζωικής Παραγωγής, του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης.

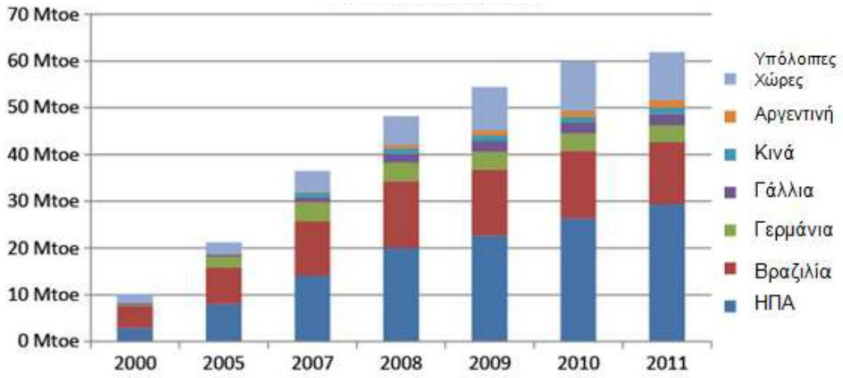
Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση όσον αφορά τη χρήση των DDGS στη διατροφή των μονογαστρικών, με τη μερική ή ολική αντικατάσταση της σόγιας, με σκοπό τη μείωση του κόστους διατροφής τους. Τα DDGS είναι το ξηρό υπόλειμμα το οποίο λαμβάνεται μετά την απομάκρυνση της αιθανόλης μέσω ζύμωσης, με πρώτη υλη κυρίως το καλαμπόκι και άλλους δημητριακούς καρπούς. Περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ενέργεια, υψηλό ποσοστό ινωδών ουσιών, αμινοξέα, ξανθοφύλλες, ανόργανα άλατα κ.α. Είναι σχετικά εύκολη η πέψη τους και υψηλή η διατροφική τους αξία. Η συμμετοχή των DDGS στο σιτηρέσιο ορνίθων είναι ανάλογη με την παραγωγική κατεύθυνση το στάδιο παραγωγής τους και το είδος. Έτσι, για όρνιθες κρεοπαραγωγής η συμμετοχή τους είναι 5 έως 10%, για όρνιθες αυγοπαραγωγής έως 15 %, για ινδόρνιθες (θηλυκά) έως 10%, και για ινδόρνιθες (αρσενικά) έως 20%. Στα σιτηρέσια χοίρων ανάλογα με το φυσιολογικό στάδιο χρησιμοποιούνται: Χοιρίδια μετά τον απογαλακτισμό και βάρος 6.5 kg και άνω τα DDGS μπορούν να συμπεριλαμβάνονται προοδευτικά στο σιτηρέσιο των σε ποσοστά έως 25%, ανάλογα με την προέλευσή τους. Στις χοιρομητέρες και τους κάπρους τα ποσοστά αυξάνονται από 5, 30 ή 40% στις χοιρομητέρες ανάλογα την περίοδο: θηλασμός, μετά τον τοκετό, εγκυμοσύνη και 30 έως 40% στα σιτηρέσια των κάπρων. Η συμμετοχή των cDDGS στις ιχθυοκαλλιέργειες είναι ένα πολλά υποσχόμενο προϊόν σε ποσοστά από 20 έως 40 % για διάφορα είδη ψαριών, αλλά και σε αλλά είδη ζώων όπως άλογα και άλλα ζώα συντροφιάς. Ωστόσο, παρά την υψηλή περιεκτικότητα των DDGS σε πρωτεΐνη, η σόγια εξακολουθεί να βρίσκεται στην πρώτη θέση και επιπλέον περιέχει υψηλά ποσοστά απαραίτητων αμινοξέων και είναι πιο εύπεπτη. Τέλος, η αυξανόμενη ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μια εκ των οποίων είναι και η παραγωγή βιοκαυσίμων, θα παρέχει από την απόσταξη υποπροϊόντα εναλλακτικών ζωοτροφών, πλούσια σε ενέργεια και πρωτεΐνες που θα χρησιμοποιούνται απ΄ όλα σχεδόν τα παραγωγικά ζώα.

Λέξεις κλειδιά: *DDGS, διατροφή, όρνιθες , χοίροι*

Εισαγωγή

Στις σύγχρονες βιομηχανοποιημένες εκτροφές το κόστος της διατροφής ανέρχεται περίπου στο 65% των συνολικών δαπανών της εκμετάλλευσης, κατά συνέπεια αποτελεί επιτακτική ανάγκη η αναζήτηση νέων «οικονομικών τροφών» για μείωση του κόστους. Τα DDGS είναι υποπροϊόντα δημητριακών, κυρίως από καλαμπόκι και προκύπτουν κατά τη διαδικασία της απόσταξης, είναι δηλαδή το στερεό ξηρό υπόλειμμα το οποίο λαμβάνεται μετά την απομάκρυνση της αιθανόλης μέσω ζύμωσης. Υπάρχουν δύο κύριες πηγές αυτών των υποπροϊόντων. Η πρώτη και παραδοσιακή πηγή είναι η ζυθοποιία και η δεύτερη η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης. Ανάλογα με τη διαδικασία απόσταξης, παράγονται ορισμένα υποπροϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των υγρών (WDG), και ξηρών κόκκων απόσταξης (DDGS). Τα υγρά (WDG) που περιέχουν κυρίως μη ζυμωθέντα υπολείμματα σπόρων σιτηρών με υγρασία 70% και έχουν διάρκεια χρήσης μόλις πέντε ημερών και *τα* ξηρά (DDGS), με υγρασία 10-12%, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια χρήσης, μπορούν να μεταφερθούν και να αποθηκευθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ενδεικτικά αναφέρεται για τον καρπό αραβοσίτου 1ton παράγει 378 λίτρα αιθανόλης και 479 κιλά υγρών κόκκων (WDG) τα οποία έχουν 70 % υγρασία ή 309 κιλά ξηρών κόκκων (DDGS). Η μελλοντική εξάντληση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αρνητική επίδραση της καύσης τους στο περιβάλλον επιβάλλει την αναζήτηση εναλλακτικών καυσίμων που προέρχονται από τη βιομάζα των φυτών. Η επέκταση της βιομηχανίας αιθανόλης που ξεκίνησε για την ελαχιστοποίηση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα οδήγησε επίσης στην επεξεργασία πολλών καρπών δημητριακών (π.χ. αραβόσιτος, σίκαλη, σόργο, σιτάρι κλπ.). Η παραγωγή αιθανόλης από άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι) ή σάκχαρα (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, γλυκό σόργο) είναι απλή και γίνεται μέσω αλκοολικής ζύμωσης. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία ζύμωσης και της απόσταξης, περίπου το 90% του προϊόντος θα μετατραπεί σε ένα παραπροϊόν μηδενικής περιεκτικότητας σε αλκοόλ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή των αγροτικών ζώων με ελάχιστο κόστος. Η παραγωγή βιοκαυσίμων τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει μια όλο και αυξανομένη τάση λόγο αναζήτησης εναλλακτικών μορφών ενεργείας και καυσίμων φιλικά προς το περιβάλλον. Όπως αναφέρει ο Ζουμπουλίδης (2014), το 2011 καταγράφηκε η μέγιστη παραγωγή βιοκαυσίμων με περισσότερα από 60 εκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου σε όλο τον κόσμο. Η εξέλιξη της παραγωγής των βιοκαυσίμων κατά το χρονικό διάστημα 2000 έως το 2011 και φαίνεται στο (διάγραμμα 1).

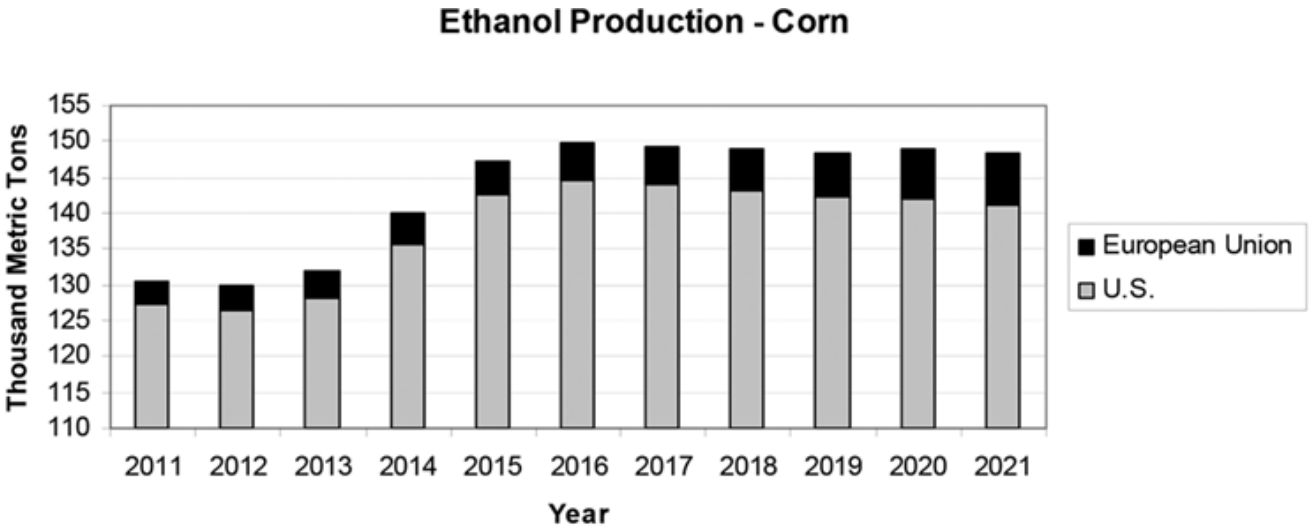
Διάγραμμα 1 : Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων κατά το χρονικό διάστημα 2000-2011



Πηγή: Ζουμπουλίδης, 2014

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Έρευνας για την Επισιτιστική και Γεωργική Πολιτική επικρατούν τάσεις σταθεροποίησης της παραγωγής αιθανόλης από καλαμπόκι τα επόμενα χρόνια έως το 2021 και η παραγωγή αιθανόλης θα φθάσει τις 141.28 μετρικούς τόνους στις ΗΠΑ και 7.174 στο UE (διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 2 : Η παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι κατά το χρονικό διάστημα 2011-2021 στην Ε.Ε. και Η.Π.Α.



Πηγή: Pecka-Kiełb, 2017.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η κυρία παραγωγός στο βιοντίζελ με περίπου 55-60% της παγκόσμιας παραγωγής. Το 2012 η παραγωγή βιοκαυσίμων ήταν 13.890 εκατομμύρια λίτρα (Ml) εκ των οποίων τα 3.703 Ml προέρχονται από αιθανόλη ενώ τα υπόλοιπα 10.187 Ml από βιοντίζελ. Πρώτη παραγωγός βιοκαυσίμων στην ΕΕ είναι η Γερμανία με 3.609 Ml (2.859 Ml βιοντίζελ και 750 Ml αιθανόλης), δεύτερη η Γαλλία με 3.456 Ml (2.206 Ml βιοντίζελ και 1250 Ml αιθανόλης) και τρίτη η Ισπανία με 1.432 Ml (967 Ml βιοντίζελ και 465 Ml αιθανόλης). Η Ελλάδα έχει πολύ μικρή συμμέτοχη στην παραγωγή βιοκαυσίμων στη Ε.Ε. με 87 Ml βιοντίζελ. (Ζουμπουλίδης, 2014).

Σκοπός της εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση όσον αφορά τη χρήση των υποπροϊόντων απόσταξης, ξηρών κόκκων απόσταξης (DDGS), κατά την παραγωγή αιθανόλης, από άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι) ή σάκχαρα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική ζωοτροφή με μειωμένο κόστος στη διατροφή των μονογαστικών ζώων.

Η εργασία αποτελείται από την εισαγωγή και δυο κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον ορισμό, στη διαδικασίας παραγωγής και στη θρεπτική αξία των υγρών και ξηρών κόκκων απόσταξης (WDG), (DDGS). Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη χρήση των προϊόντων απόσταξης στη διατροφή των μονογαστρικών κυρίως όρνιθες και χοίροι και τελευταία στην ιχθυοκαλλιέργεια.

Κεφάλαιο πρώτο

1.1. Τι είναι τα DDGS-Ορισμός

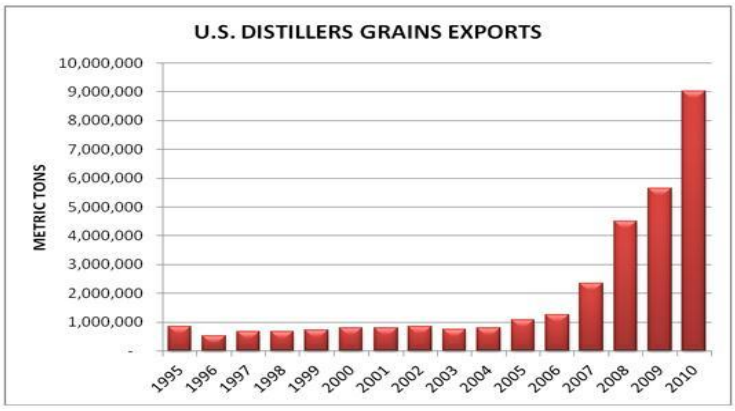
Οι ξηροί κόκκοι απόσταξης με διαλυτά συστατικά (DDGS), ένα παραπροϊόν της βιομηχανίας βιοκαυσίμων σιτηρών, που παραμένει μετά τη ζύμωση του άμυλου με ζυμομύκητες του αραβόσιτου (Corn DDGS) του σόργου (Sorghum DDGS), ή άλλων δημητριακών. Τα DDGS είναι μια εξαιρετική τροφή, πηγή εύπεπτων πρωτεϊνών και ενέργειας τόσο για τα μηρυκαστικά όσο και για τα μονογαστικά αγροτικά ζώα. Επίσης, είναι εξαιρετικά εύγευστα και αποτελούν μια καλή πηγή, χαμηλού κόστους, ανόργανων στοιχείων και ιδιαίτερα του φωσφόρου. Το υψηλό επίπεδο ενέργειας των DDGS προέρχεται κυρίως από την περιεκτικότητα σε ινώδες ουσίες και λίπους.

Η παγκόσμια βιομηχανία βιοκαυσίμων όπως προαναφέρθηκε αναπτύσσεται ραγδαία κατά την τελευταία δεκαετία. Από τα δημητριακά, κυρίως καλαμπόκι και σιτάρι παράγονται βιοκαύσιμα (αιθανόλη) και τα παραπροϊόντα αποσταγμάτων, κυρίως αποξηραμένοι κόκκοι (DDGS) και κόκκοι υγρών αποσταγμάτων (WDG). Η χρήση των DDGS στην κτηνοτροφία έχει αυξηθεί σημαντικά στις ΗΠΑ, στην Ε.Ε. και σε πολλές άλλες χώρες τα τελευταία χρόνια λόγω της απότομης αύξησης των τιμών των σιτηρών και των ελαιούχων σπόρων.

Τα τελευταία χρόνια λόγω αύξησης της παραγωγής αιθανόλης, κυρίως στις ΗΠΑ, αυξάνεται κατά 30% ετησίως με αποτέλεσμα τη μεγάλη παραγωγή DDGS, περίπου 9 εκατομμύρια τόνοι είναι διαθέσιμοι για ζωοτροφή.

Στο (διάγραμμα 3), φαίνεται η ετήσια σταδιακή αύξηση της παραγωγής DDGS στις ΗΠΑ.

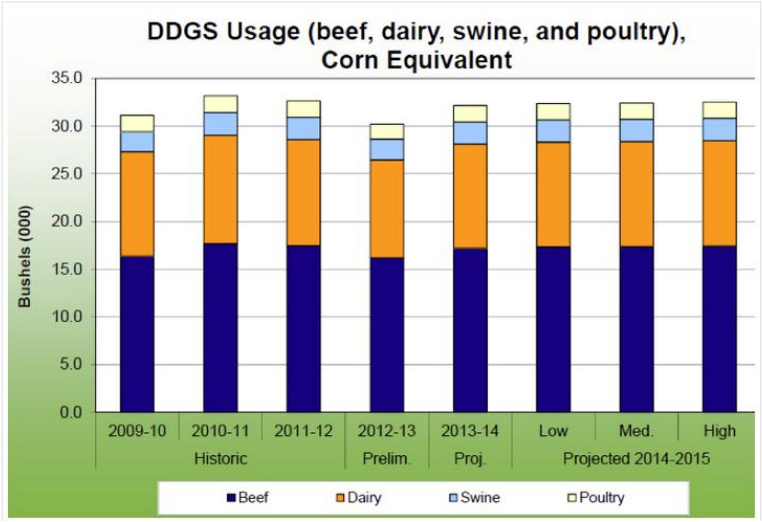
Διάγραμμα 3. Η παραγωγή DDGS στις ΗΠΑ.



Πηγή: Διαδίκτυο 4.

Στο (διάγραμμα 4), παρουσιάζεται η χρήση των DDGS ως ζωοτροφή ανά είδος αγροτικού ζώου. Φαίνεται ότι η μεγαλύτερη παραγόμενη ποσότητα χρησιμοποιείται στη διατροφή των μεγάλων μηρυκαστικών, κυρίως βοοειδή κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης και σε μικρότερες ποσότητες στη διατροφή μονογαστρικών.

Διάγραμμα 4. Χρήση DDGS ως ζωοτροφή σε διαφορετικά είδη αγροτικών ζώων



Πηγή: Διαδίκτυο 1.

1.2. Διαδικασία παραγωγής DDGS

Όσον αφορά την διαδικασία λήψης αιθανόλης και του παραπροϊόντος υπάρχουν δύο τεχνολογικές διεργασίες: η ξηρή και η υγρή άλεση. Οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο διαδικασιών βρίσκονται στη μέθοδο εξαγωγής της γλυκόζης από τον καρπό του αραβόσιτου και των παραπροϊόντων που παράγονται.

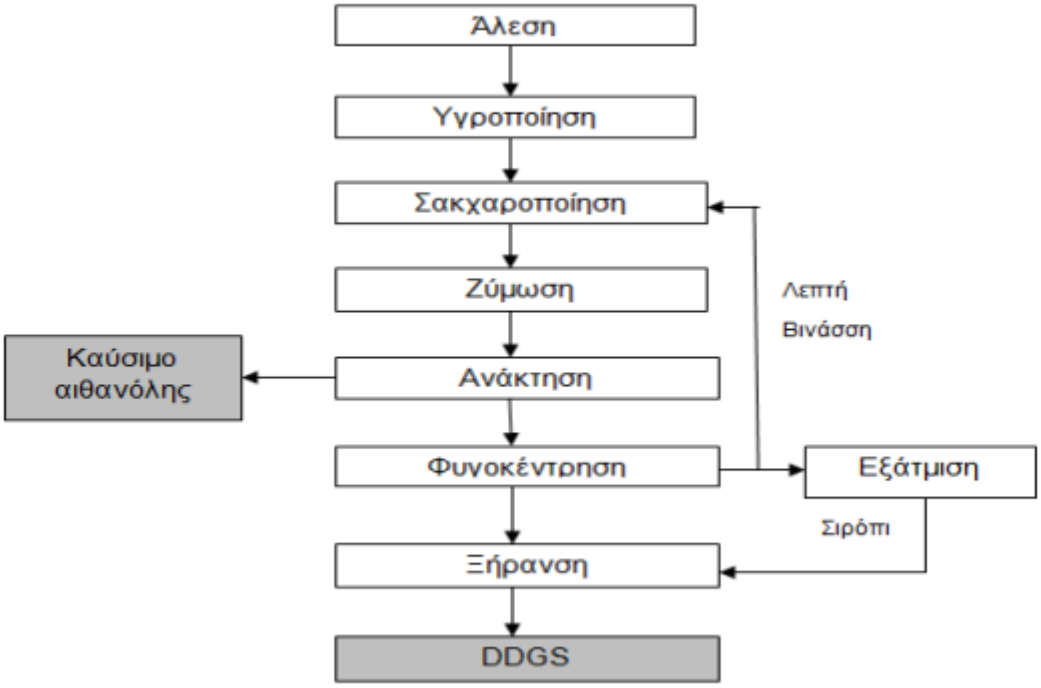
1.2.1. Μέθοδος ξηρής άλεσης (Dry Mill)

Η διεργασία ξηρής άλεσης συνοπτικά αποτελείται από τέσσερα κύρια στάδια :Διαχείριση και άλεση σιτηρών, υγροποίηση και σακχαροποίηση, ζύμωση και συλλογή των προϊόντων. Η διαχείριση των σιτηρών και η άλεση είναι το στάδιο κατά το οποίο ο αραβόσιτος που εισάγεται στο εργοστάσιο επεξεργάζεται για την παράγωγη καλύτερης ποιότητας αμύλου. Η άλεση αυξάνει την επιφάνεια του αραβοσίτου, εκθέτοντας το άμυλο και επιτρέποντας να συμβεί μια πιο αποτελεσματική υδρόλυση. 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. Μετά την άλεση αραβόσιτος είναι έτοιμος για τη διαδικασία της υγροποίησης και σακχαροποίησης.

Η υγροποίηση και η σακχαροποίηση είναι εκείνες οι διαδικασίες όπου το άμυλο μετατρέπεται σε γλυκόζη. Η ζύμωση είναι η διαδικασία κατά την οποία με τη βοήθεια της μαγιάς μετατρέπεται η γλυκόζη σε αιθανόλη. Η συλλογή των προϊόντων είναι το βήμα στο οποίο τα υποπροϊόντα της αλκοόλης και του αραβόσιτου καθαρίζονται και είναι έτοιμα για την αγορά. Η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης και DDGS φαίνεται στο (διάγραμμα 5).

Διάγραμμα 5: Η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης και DDGS με τη μέθοδο της ξηρής άλεσης



Πηγή: Ζουμπουλίδης, 2014.

Σύμφωνα με τον Αλεξάνδρου (2015), η παραγωγή αιθανόλης από 100 κιλά καλαμπόκι, με τη μέθοδο της ξηρής άλεσης, είναι περίπου 34,4 λίτρα αιθανόλης, και 31,6 kg DDGS. Με τη μέθοδο της ξηρής άλεσης παράγεται αιθανόλη ως κύριο προϊόν και υψηλή σε πρωτεΐνες ζωοτροφή (DDGS και WDGS) και CO^2 ως παραπροϊόντα.

Τα τελευταία χρόνια ένας μεγάλος αριθμός μονάδων παραγωγής αιθανόλης με τη μέθοδο ξηρής άλεσης αφαιρεί επιπλέον αραβοσιτέλαιο από το υπόλειμμα πριν την παραγωγή των DDGS. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η συνολική ποσότητα καυσίμου για την παραγωγή βιοντίζελ, αλλά μειώνεται και το ποσοστό των ολικών λιπαρών ουσιών κατά 2-3 % δημιουργώντας έτσι τα νέας γενιάς DDGS με χαμηλά λιπαρά, τα οποία περιέχουν 7 έως 9 % ολικές λιπαρές ουσίες σε σύγκριση με τα παραδοσιακά DDGS που περιέχουν 10-12% ολικές λιπαρές ουσίες. Στον παρακάτω πίνακα 1. παρατίθεται συγκριτικά η χημική σύνθεση κανονικών DGGS με μερική και ελάχιστη περιεκτικότητα σε έλαιο.

Πίνακας 1. Συγκριτικός πίνακας DDGS με κανονική, μερική και ολική περιεκτικότητα σε έλαιο.

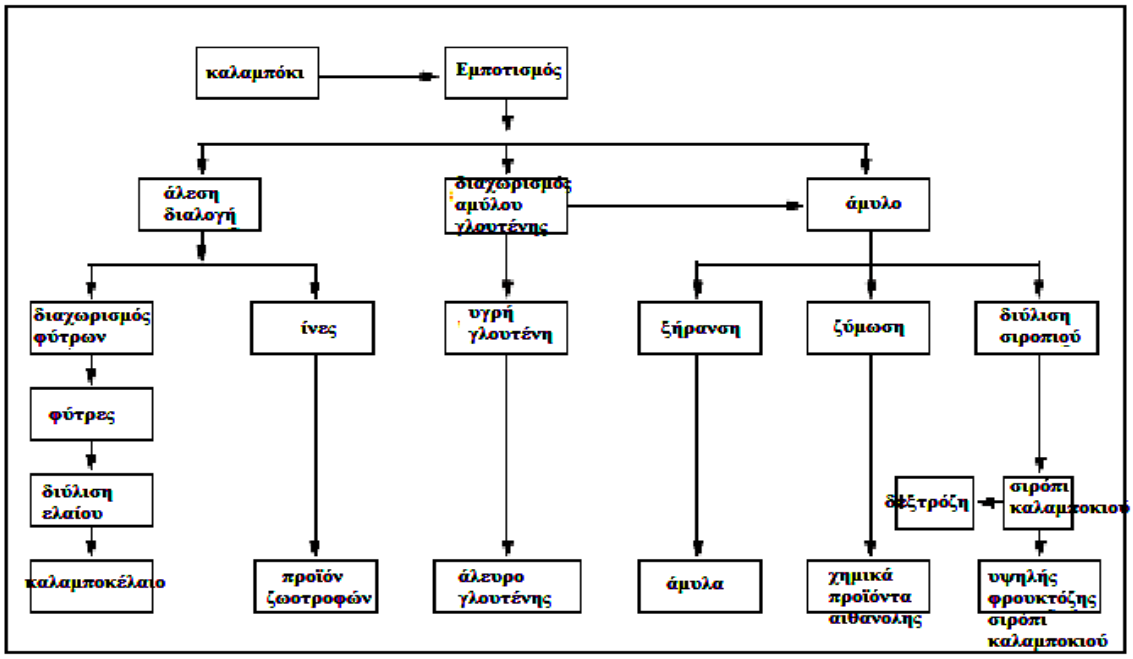
Διατροφικό στοιχείο	**Κανονικά DDGS**	**DDGS με μερική περιεκτικότητα σε έλαια**	**DDGS με ελάχιστη περιεκτικότητα σε έλαια**
Πρωτεΐνη %	28,9	28,3	27,5
Λίπος %	11,2	7,3	5,6
Ι.Ο. %	7,4	6,9	6,8
Λυσίνη %	1,00	0,86	0,83
Μεθειονίνη %	0,55	0,58	0,55
Κυστεΐνη %	0,74	0,70	0,57
TSAA %	1,19	1,28	1,12
Φωσφόρος %	0,98	0,84	0,91

Πηγή: Noll, S., 2015

1.2.2. Μέθοδος υγρής άλεσης (Wet Milling)

Κατά την μέθοδο της υγρής άλεσης διαχωρίζεται ο πυρήνας του καλαμποκιού σε διάφορα κλάσματα. Αποτέλεσμα αυτού, είναι να επιτρέπει την παραγωγή πολλών τροφίμων και βιομηχανικών προϊόντων συμπεριλαμβανομένης και της αιθανόλης. Στην υγρή άλεση ο καρπός του αραβοσίτου τοποθετείται σε ζεστό όξινο νερό και διαχωρίζεται μηχανικά σε τρία μέρη: το ενδοσπέρμιο, το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, το φύτρο, το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λάδι και ενζυμα και το περικάρπιο που περιέχει φυτικές ίνες. Η διαδικασία υγρής άλεσης είναι πιο ευέλικτη καθώς μπορεί να παράγει γλυκαντικά αραβοσίτου, άμυλο, λάδι, ζωικές τροφές υψηλών πρωτεϊνών και γλουτένη αραβοσίτου όπως επίσης αιθανόλη και CO^2. Στο (διάγραμμα 6), παρουσιάζονται τα στάδια της μεθόδου υγρής άλεσης (Wet Mill).

Διάγραμμα 6. Διαδικασία παραγωγής αιθανόλης με την μέθοδο υγρής άλεσης (Wet Mill)



Πηγή: Αλεξάνδρου, 2015

Με τη μέθοδο υγρής παράγονται περισσότερα υποπροϊόντα, τα οποία επιτρέπουν μια καλύτερη αντίδραση στις αλλαγές των συνθηκών της αγοράς για τα προϊόντα αραβόσιτου σε σχέση με την μέθοδο ξηρής άλεσης.

1.3. Διατροφικά χαρακτηριστικά των cDDGS

Το καλαμπόκι είναι μια από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες στον κόσμο. Ο καρπός του χρησιμοποιείται στη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων, ενέργειας αλλά και ζωοτροφών τόσο ως αυτούσιος όσο και ως υποπροϊόντα επεξεργασίας του. Τα τελευταία χρόνια, ο καρπός του αραβόσιτου πέραν των άλλων χρήσεων δόθηκε από την παραγωγή αιθανόλης για την παραγωγή υγρών και αποξηραμένων κόκκων ως ζωοτροφή, κυρίως στα βοοειδή και λιγότερο στα πουλερικά και στους χοίρους. Η πρώτη έρευνα των αποξηραμένων κόκκων (DDGS) ως πιθανή πηγή πρωτεΐνης σε σιτηρέσια ζώων πραγματοποιήθηκε το 1945 για να ακολουθήσουν πάρα πολλές έρευνες για την καθιέρωσή τους ως πρώτη υλη ζωοτροφών σε όλα σχεδόν τα είδη αγροτικών ζώων. Η διατροφική αξία των αποξηραμένων κόκκων (DDGS) είναι σημαντική. Ενδεικτικά, όσον αφορά τα επίπεδα ενέργειας, όπου κύρια πηγή

ενέργειας είναι το λάδι και οι ινώδεις ουσίες, τα υποπροϊόντα από αραβόσιτο περιέχουν συγκριτικά με άλλες ζωοτροφές υψηλότερο επίπεδο ενέργειας κατά 30% από το κραμβάλευρο και χαμηλότερο από το σογιάλευρο, κριθάρι, σιτάρι, 4%,17% και 25% αντίστοιχα. Στον (πίνακα 2) παρουσιάζονται οι ενεργειακές τιμές DDGS σίτου με διάφορες ζωοτροφές για χοίρους, τα πουλερικά και τα μηρυκαστικά.

Πίνακας 2. Τα DDGS σίτου σε σύγκριση με άλλους σημαντικούς τύπους ζωοτροφών

		Σιτάρι	**κριθάρι**	**Γλουτένη αραβοσίτου**	**DDGS από σιτάρι**	**Εκχύλισμα σόγιας**
Καθαρή πεπτή ενέργεια - χοίροι	MJ/kg	10.61	9.66	6.89	8.00	8.44
Μεταβολιστέα ενέργεια – πτηνά	MJ/kg	13.00	11.80	8.2	9.94	11.30
Μεταβολιστέα ενέργεια- μηρυκαστικά	MJ/kg	11.90	11.35	11.5	11.2	12.30

Πηγή: Pecka-Kiełb, 2017

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λίπη των DDGS αραβοσίτου είναι σχετικά υψηλή, αλλά η σύνθεσή τους είναι ελαφρώς διαφορετική ανάλογα με την πηγή έρευνας (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Η χημική σύνθεση των DDGS αραβοσίτου.

Ξηρά ουσία %	**Τέφρα %**	**Ακατέργαστη πρωτεΐνη %**	**Ακατέργαστη ίνα %**	**Ακατέργαστο λίπος %**	**NDF %**	**ADF %**	**Ερευνητής**
91.82	5.01	24.87	8.72	11.2	36.71	11.86	Pecka-Kielb et al.
88.9	5.8	30.2	8.8	10.9	42.1	16.2	Spiehs et al.
93.3	5.3	24.3	7.5	10.5	Na	Na	Szulc et al.
86.0	3.9	29.1	Na	9.80	Na	Na	Lumpinks et al.
88.5	Na	29.3	Na	9.55	37.3	18.5	Janicek et al.

Na: δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για την πηγή

Πηγή: Pecka-Kiełb, 2017

Η μεγάλη διακύμανση των τιμών πρωτεΐνης μεταξύ των πηγών DDGS, πιθανότατα να συμβαίνει λόγω των διαφορετικών ποικιλιών καλαμποκιού που χρησιμοποιήθηκαν και του ποσοστού πρωτεΐνης που διαθέτει το κάθε ένα από αυτά, καθώς και του περιεχομένου αμύλου που παραμένει μετά την ζύμωση και οφείλεται στις διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται.

1.4. Περιεκτικότητα των DDGS σε αμινοξέα

Η περιεκτικότητα σε αμινοξέα των DDGS άλλων πρώτων υλών είναι υψηλότερη από ότι στον καρπό αραβοσίτου (πίνακας 4). Η ζύμωση κατά το στάδιο παραγωγής των DGGS όχι μόνο βελτιώνει τη σύνθεση των αμινοξέων στην πρωτεΐνη, αλλά και τη γεύση.

Πίνακας 4. Σύγκριση της περιεκτικότητας σε απαραίτητα αμινοξέα (g / 100 g ξηράς ύλης) σε DDGS και καρπό αραβοσίτου.

Αμινοξέα	Καλαμπόκι	DDGS
Αργινίνη	0,54	1,05
Ιστιδίνη	0,25	0,70
Ισολευκίνη	0,39	1,52
Λευκίνη	1,12	2,43
Λυσίνη	0,24	0,77
Μεθειονίνη	0,21	0,54
Φαινυλαλανίνη	0,49	1,64
Θρεονίνη	0,39	1,01
Τρυπτοφάνη	0,09	0,19
Τυροσίνη	0,43	0,76
Βαλίνη	0,51	1,63

Πηγή: Pecka-Kiełb, 2017

1.5. Η διαθεσιμότητα των DDGS σε φωσφόρο

Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου είναι σχετικά υψηλή στα DDGS, ιδιαίτερα όταν προορίζεται για την διατροφή πτηνών. Έρευνες έχουν δείξει πως η βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου στα DDGS ήταν στα 67% και με την προστιθέμενη φυτάση και το κιτρικό οξύ μπορούσε να δώσει από 0,04 έως 0,07% φωσφόρο από DDGS και αυξάνοντας έτσι την βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου στα DDGS από 67 έως 72%. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν πως η φυτάση και το κιτρικό οξύ αυξάνουν την βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου στα DDGS, αλλά η φυτάση στις 1000 μονάδες (FTU) / κιλό δεν βελτίωσε τη φαινομένη μεταβολιστέα ενέργεια (Apparent Metabolisable Energy/ AME) και την πεπτικότητα των αμινοξέων.

1.6. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι μία ομάδα χρωστικών που προκύπτουν φυσιολογικά και κυμαίνονται από κίτρινες σε κόκκινες αποχρώσεις παίζοντας ζωτικό ρόλο σε διάφορες βιολογικές διαδικασίες. Επηρεάζονται πολύ από την έκθεσή τους φως, στον αέρα και στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Τα πτηνά και τα θηλαστικά δεν έχουν την ικανότητα να συνθέτουν καροτενοειδή και έτσι εξαρτώνται πλήρως από τη διατροφική πρόσληψη. Στα πουλερικά η εναπόθεση των καροτενοειδών στην επιδερμίδα, τον λιπώδη ιστό ή τον κρόκο του αυγού προκαλεί κίτρινο χρωματισμό, ο οποίος τα κάνει ιδιαίτερα ελκυστικά στον καταναλωτή. Το καλαμπόκι περιέχει περίπου 20 ppm ξανθοφυλλών, έτσι και τα DDGS από καλαμπόκι θεωρούνται έμμεσα μία καλή πηγή χρωστικών ξανθοφυλλών (λουτεΐνης και ζεαξανθίνης), οι οποίες πιθανόν να είναι μειωμένες λόγω της υψηλής θερμοκρασίας της κατά την αποξήρανση.

1.7 Άλλα θρεπτικά συστατικά

Τα DDGS ανάλογα από την πρώτη ύλη που παράγονται, περιέχουν μεγάλες ποσότητες υδατοδιαλυτών βιταμινών (ειδικά θειαμίνη, ριβοφλαβίνη κ.ά), καθώς και άλλων συστατικών όπως νουκλεοτίδια, ολιγοσακχαρίδια, γλυκάνες, ινοσιτόλη, γλουταμίνη και νουκλεϊκά οξέα τα οποία έχουν ένα ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία των ζώων.

1.8 Πηγές δημητριακών καρπών για παραγωγή DDGS

1.8.1. DDGS από αραβόσιτο (cDDGS)

Τα DDGS από αραβόσιτο περιέχουν όλα τα θρεπτικά στοιχεία από τον καρπό σε συγκεντρωμένη μορφή εκτός του αμύλου, το οποία έχει χρησιμοποιηθεί κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Επομένως, είναι πλούσια σε ακατέργαστη πρωτεΐνη, αμινοξέα, φωσφόρο και άλλα θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για τη διατροφή των ορνίθων. Ωστόσο, αρκετοί παράγοντες επηρεάζουν τα θρεπτικά και φυσικά χαρακτηριστικά των DDGS προκαλώντας ποικιλομορφία. Τέτοιοι παράγοντες είναι η μεταβλητότητα των διατροφικών επιπέδων που προκύπτουν στις πηγές αραβοσίτου, το ποσοστό των διαλυτών που προστίθενται στα DDGS πριν την ξήρανση για την αποτελεσματικότητα μετατροπής του αμύλου σε αιθανόλη, καθώς και η θερμοκρασία και η διάρκεια της ξήρανσης. Τέλος, το καλαμπόκι χρησιμοποιείται ως

κύρια πηγή DDGS ευρέως γιατί περιέχει μεγάλη ποσότητα αμύλου σε σχέση με τα άλλα δημητριακά και αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη παραγωγή αιθανόλης για χρήση ως biodiesel και ταυτόχρονα μεγαλύτερη και καλύτερη, σε θρεπτικά στοιχεία, παραγωγή των υποπροϊόντων DDGS για τη διατροφή των ζώων, καθώς είναι πλουσιότερο σε πρωτεΐνη, λίπος και ινώδεις ουσίες. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η χημική σύνθεση των DDGS από αραβόσιτο.

Πίνακας 5. Χημική σύνθεση (%) DDGS από αραβόσιτο.

Χημική σύνθεση	**(%)**		
Ξηρά Ουσία	91,3	**Λυσίνη**	0,85
Πρωτεΐνη	28,4	**Μεθειονίνη**	0,52
Λίπος	10,1	**Φαινυλαλανίνη**	1,35
NDF	33,3	**Θρεονίνη**	1,05
ADF	11,6	**Τρυπτοφάνη**	0,24
Τέφρα	2,75	**Βαλίνη**	1,38
Αργινίνη	1,25	**Κυστίνη**	0,49
Ιστιδίνη	0,75	**Συνολικά αμινοξέα**	25,5
Ισολευκίνη	1,04	**Λευκίνη**	3,22
Λυσίνη : 2,98% της πρωτεΐνης			

Πηγή : U.S. Grains council, *A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS).*

1.8.2. DDGS από σιτάρι

Η δεύτερη πηγή DDGS μετά το καλαμπόκι είναι ο καρπός σίτου. Τα DDGS από σιτάρι έχουν μεγαλύτερο δείκτη σε ακατέργαστες πρωτεΐνες (38%) και τέφρα (5.3%), λιγότερο λίπος (4.6%) και παρόμοια ποσότητα σε ADF και NDF σε σχέση με τα DDGS αραβοσίτου. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος συνιστά πως το ενεργειακό περιεχόμενο των DDGS από σιτάρι είναι χαμηλότερο από τα DDGS από αραβόσιτο. Η περιεκτικότητα των αμινοξέων

λυσίνη, μεθειονίνη και τρυπτοφάνη είναι μεγαλύτερη στα DDGS από σιτάρι σε σχέση με τα DDGS αραβοσίτου όπως φαίνεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6. Χημική σύνθεση DDGS από σιτάρι.

Χημική σύνθεση (%)	**DDGS από σιτάρι**
Υγρασία	8,32
Ξηρά ουσία	91,68
Πρωτεΐνη	38,48
Ι.Ο.	6,00
Λίπος	4,63
Τέφρα	5,28
Ασβέστιο	0,1
Φωσφόρος	0,93
ADF	12,85
NDF	35,5
Άμυλο	1,92
Λυσίνη	0,97
Μεθειονίνη	0,59
Κυστεΐνη	0,83
Θρεονίνη	1,09
Τρυπτοφάνη	0,36
Ισολευκίνη	1,38
Λευκίνη	2,5
Ιστιδίνη	0,65
Αργινίνη	1,67
Φαινυλαλανίνη	1,85
Βαλίνη	1,74

Πηγή : U.S. Grains council, *A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS)*.

1.8.3. DDGS από σόργο

Η ποσότητα των DDGS που παράγονται από σόργο ή μείγμα σόργου – αραβοσίτου, είναι πολύ μικρότερη από εκείνη των DDGS που παράγονται από καλαμπόκι (Πίνακας 7). Τα DDGS από σόργο περιέχουν ελαφρώς περισσότερη ακατέργαστη πρωτεΐνη, σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό ADF και τέφρας και υπολείπονται σε λίπος και λυσίνη, αν συγκριθούν με τα DDGS από καλαμπόκι. Αν και τα επίπεδα της θρεονίνης και της μεθειονίνης είναι παρόμοια, τα επίπεδα τρυπτοφάνης είναι σημαντικά υψηλότερα, ενώ τα επίπεδα λυσίνης και αργινίνης είναι χαμηλότερα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα λυσίνης στο κλάσμα της ακατέργαστης πρωτεΐνης σε σύγκριση με τα DDGS από καλαμπόκι.

Πίνακας 7. Χημική σύνθεση DDGS από: σόργο, μείγμα σόργου– αραβοσίτου, αραβοσίτου

Χημική σύνθεση (%)	**Σόργο**	**Σόργο-καλαμπόκι**	**Καλαμπόκι**
Ξηρή ουσία	91,2	93,4	91,3
Πρωτεΐνη	32,7	30,6	28,4
Λίπος	8,0	8,9	10,1
NDF	34,7	36,3	33,3
ADF	25,3	17,2	11,6
Τέφρα	11,9	5,8	2,75
Αργινίνη	1,1	1,31	1,25
Ιστιδίνη	0,71	0,8	0,75
Ισολευκίνη	1,36	1,14	1,04
Λευκίνη	4,17	3,66	3,22
Λυσίνη	0,68	0,91	0,85
Μεθειονίνη	0,53	0,58	0,52
Φαινυλαλανίνη	1,68	1,51	1,35
Θρεονίνη	1,07	1,15	1,05
Τρυπτοφάνη	0,35	0,29	0,24
Βαλίνη	1,65	1,49	1,38
Κυστεΐνη	0,49	0,57	0,49
Ολικά αμινοξέα	30,1	28,3	25,5

Πηγή : U.S. Grains council, *A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS).*

Οι ανωτέρω διαφορές στην διατροφική σύνθεση παρουσιάζουν τη χαμηλότερη ενεργειακή αξία και ποιότητα της πρωτεΐνης των DDGS από σόργο σε σχέση με τα DDGS αραβοσίτου για τα μονογαστρικά ζώα.

1. 9 Η ποιότητα των DDGS σε σχέση με το χρώμα και την οσμή

Το χρώμα και η οσμή των DDGS από καλαμπόκι, είναι ενδείξεις πεπτικότητας για τα μονογαστρικά. Το χρώμα ποικίλλει μεταξύ των πηγών από σκούρο σε χρυσό. Το χρυσό χρώμα των DDGS από καλαμπόκι έχει να κάνει με υψηλότερη απορροφητικότητα των αμινοξέων από τα χοιρινά και τα πτηνά. Η οσμή ποικίλλει μεταξύ των πηγών από μυρωδιά καπνιστού σε γλυκιά και ώριμη. Τα χρυσά DDGS έχουν μια γλυκιά και ώριμη οσμή, η οποία μπορεί να επηρεάσει τη γεύση της τροφής. Τα παλαιότερης γενιάς DDGS είχαν συνήθως πιο σκούρο χρώμα, χαμηλότερη ποιότητα και μικρότερη πεπτικότητα, σε αντίθεση με τα DDGS νέας γενιάς τα οποία έχουν πιο χρυσό χρώμα και διαφέρουν ιδιαίτερα μεταξύ τους, είναι καλύτερης ποιότητας και πολύ εύπεπτα. Ο κίνδυνος να μολυνθούν με μυκοτοξίνη τα DDGS νέας γενιάς είναι πολύ χαμηλός (το καλαμπόκι που παράγεται στο μεσοδυτικό χώρο των ΗΠΑ είναι ένα από αυτά). Το καλαμπόκι κακής ποιότητος, δίνει χαμηλά ποσοστά παραγωγής σε αιθανόλη. Πρέπει να χρησιμοποιείται λεπτού στρώματος χρωματογραφία για να ελέγχουμε μήπως υπάρχουν μυκοτοξίνες στα DDGS. Η ELISA (μικροβιολογική μέθοδος) και άλλες, καταλήγουν σε πολλά ψευδώς θετικά αποτελέσματα και γι' αυτό προτιμούμε την μέθοδο TLC ή HPLC. Έχει αποδειχτεί ότι τα σκουρόχρωμα DDGS έχουν χαμηλότερη πεπτικότητα στη λυσίνη απ' ότι τα χρυσά (Cromwell et al.,1993), γι' αυτό η χρωματοανάλυση θα μπορούσε να είναι μια γρήγορη και αξιόπιστη μέθοδος υπολογισμού της πεπτικότητας των αμινοξέων και ειδικά της λυσίνης στα DDGS για πουλερικά (Batal and Dale, 2006). Το χρυσοκίτρινο χρώμα των DDGS προέρχεται από τα καροτενοειδή στο καλαμπόκι, όμως άλλοι παράγοντες όπως το ποσό των διαλυτών που προστίθενται στα σιτηρά πριν την διαδικασία ξήρανσης όπως και διάρκεια ξήρανσης, η θερμοκρασία ξήρανσης, η γενιά των αντιδραστηρίων Maillard και το συνολικό περιεχόμενο σε λυσίνη επηρεάζουν το φυσικό χρώμα των DDGS. Η φωτεινότητα και το κιτρινωπό χρώμα των DDGS, φαίνεται ότι είναι βασικοί δείκτες της περιεχόμενης εύπεπτης λυσίνης μεταξύ των πηγών χρυσού DDGS από καλαμπόκι.

Κεφάλαιο δεύτερο

2. Η χρήση των DDGS στη διατροφή των μονογαστρικών

Η διατροφή των πουλερικών συμμετέχει με μεγάλο ποσοστό από 65 έως 70% του συνολικού κόστους παραγωγής. Η περιορισμένη έλλειψη φυσικών πόρων και οι υψηλές, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τιμές των πρώτων υλών των ζωοτροφών, ιδίως πρωτεϊνικές όπως η σόγια, η ελαιοκράμβη, το ηλιάλευρο και το βαμβακάλευρο, υποχρεώνουν τους διατροφολόγους να καταφεύγουν στην εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων, σε πρώτες ύλες ζωοτροφών, με απώτερο στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους διατροφής αλλά και τη διατήρηση των παραγωγικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων προϊόντων (αυγά, κρέας). Τις τελευταίες δεκαετίες, τα DDGS χρησιμοποιήθηκαν ως ζωοτροφή στα σιτηρέσια των πουλερικών, με περιορισμένη χρήση στην αρχή λόγω προβλημάτων που οφείλονταν στην αλλοίωση ορισμένων συστατικών, όπως τα αμινοξέα και οι βιταμίνες, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Έτσι, η συνεχής έρευνα αλλά και η βελτίωση της τεχνικής παραγωγής τους συνέβαλλαν περισσότερο στη χρήση τους στη διατροφή των μηρυκαστικών (βοοειδή) και λιγότερο στη διατροφή των μονογαστρικών. Σήμερα, το διαθέσιμο DDGS για τη διατροφή των ζώων είναι σχεδόν αποκλειστικά από καλαμπόκι κατά τη διαδικασία της παραγωγής αιθανόλης (Lumpkins at al., 2005).

2.1. Η χρήση των DDGS στη διατροφή των ορνίθων αυγοπαραγωγής

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όσον αφορά τη χρήση τους στη διατροφή των ορνίθων αυγοπαραγωγής προκύπτει ότι η συμμετοχή των DDGS αραβοσίτου μπορούν αν υποκαταστήσουν μερικώς τις πρωτεϊνικές κυρίως ζωοτροφές χωρίς να επηρεάσουν την παραγωγικότητα των ορνίθων και να ελαχιστοποιήσουν το κόστος διατροφής.

Στο παρελθόν η περιεκτικότητα των DDGS στα σιτηρέσια των πουλερικών ήταν χαμηλές, σε ποσοστό έως 5%. Αργότερα ο Alenier και ο Combs (1981), βρήκαν ότι όταν χρησιμοποιούνται τα DDGS στα σιτηρέσια ορνίθων αυγοπαραγωγής σε ποσοστό 10%, αυξάνεται η πρόσληψη τροφής. Οι Scheideler et al., (2008), σε έρευνά τους βρήκαν ότι η συμμετοχή των DDGS στα σιτηρέσια έως 25% δεν

επηρέασαν την κατανάλωση της τροφής, την αύξηση του σωματικού βάρους τους, αλλά και την παραγωγή αυγών. Ακόμη, οι ίδιοι βρήκαν ότι το βάρος των αυγών ήταν χαμηλότερο όταν η συμμετοχή των DDGS στα σιτηρέσια ήταν 20% και 25% που οφείλεται πιθανόν στην έλλειψη ορισμένων αμινοξέων.

Όσον αφορά την αύξηση του σωματικού βάρους, οι Lumpkins et al., (2005) και οι Swiatkiwicz και Koreleski (2006), δεν ανέφεραν σημαντική διαφορά στην πρόσληψη τροφής για όρνιθες οι οποίες στα σιτηρέσια τους είχαν ποσοστά DDGS 15 και 20% αντίστοιχα. Ανάλογα αποτελέσματα βρήκαν και οι Roberson et al., (2005), όσον αφορά την συμμετοχή των DDGS αραβοσίτου σε σιτηρέσια ορνίθων αυγοπαραγωγής και επιπλέον με τη συμμετοχή τους έως και 15% δεν επηρεάστηκε η μετατρεψιμότητα της τροφής. Αρνητικά αποτέλεσμα έδειξαν οι έρευνες των Shalash et al., (2009); Shalash et al., (2010), Ghazalah et al. (2011), Deniz et al., (2013), όσον αφορά τη μετατρεψιμότητα της τροφής όταν το ποσοστό των DDGS ήταν 20%. Πρόσφατα, ο Abd El-Hack (2015), διαπίστωσε ότι η αντικατάσταση 75% του σογιάλευρου με DDGS ή (16,5% DDGS) στα σιτηρέσια, δεν επηρέασε το τελικό σωματικό βάρος και τη μεταβολή του σωματικού βάρους.

Παλαιότερες μελέτες του Jensen (1973), έδειξαν ότι δεν επηρεάστηκε η αυγοπαραγωγή όταν χρησιμοποιήθηκε ως εναλλακτική ζωοτροφή DDGS σε ποσοστά 2,5, 5 ή 10% με συμπληρωματική προσθήκη λυσίνης 0,025% σε σιτηρέσιο με βάση τον αραβόσιτο. Νεότερες μελέτες των Lumpkins et al., (2005), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε όρνιθες αυγοπαραγωγής η προσθήκη DDGS σε ποσοστό 15% δεν επηρέασε την αυγοπαραγωγή. Επίσης, ο Roberson et al. (2005), παρατήρησε ότι η παραγωγή αυγών δεν επηρεάστηκε από το ποσοστό 15% των DDGS κατά τις περισσότερες περιόδους παραγωγής. Οι Swiatkiwicz και Koreleski (2006), που μελέτησαν την επίδραση των υψηλών ποσοστών DDGS καλαμποκιού 20%, σε όρνιθες (Lohmann), σε όλες τις φάσεις παραγωγής, παρατήρησαν αυξημένο αριθμό εγκλεισμάτων στο εσωτερικό των αυγών στη δεύτερη φάση από 43 έως 80 εβδομάδων. Πρόσφατες μελέτες των Abd El-Hack et al. (2015), και Abd El-Hack και Mahgoub (2015), έδειξαν ότι το αυξανόμενο ποσοστό DDGS ως 22%, μείωσε τον αριθμό των αυγών που παράγουν οι όρνιθες αυγοπαραγωγής σε όρνιθες της φυλής Issa Brown. Αντίθετα, αποτελέσματα βρήκαν οι Loar et al., (2010) και ο Masa'deh (2011), όσον αφορά την ποιότητα των αυγών στη δεύτερη φάση αυγοπαραγωγής, όπου η προσθήκη των DDGS στα σιτηρέσια σε ποσοστό έως 32% δεν είχε επιπτώσεις στην παραγωγή και την ποιότητα των αυγών.

Τέλος, όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αυγού: Βάρος αυγών και μάζα αυγών αντοχή κελύφους στη θραύση και χρωματισμός λεκίθου. Ο Jensen (1973), κατέγραψε σημαντική βελτίωση στο βάρος αυγών όταν οι όρνιθες έλαβαν 2,5 ή 5% DDGS στο σιτηρέσιο με βάση το καλαμπόκι ή 5% DDGS από σιτηρέσιο με βάση το σιτάρι. Επίσης, οι Lumpkins et al. (2005), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι όρνιθες που τράφηκαν με βασικό σιτηρέσιο σε ποσοστό 15% DDGS δεν έδειξαν σημαντική επίδραση στο βάρος και τη μάζα των αυγών. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν οι Roberson et al., (2005), όσον αφορά το ποσοστό των DDGS δεν επηρέασε το βάρος των αυγών. Αντίθετα, οι Swiatkiwicz και Koreleski (2006), βρήκαν ότι το ημερήσιο βάρος των αυγών επηρεάστηκε αρνητικά από την προσθήκη DDGS σε σιτηρέσια ορνίθων αυγοπαραγωγής σε ποσοστά έως και 20%, καθώς επίσης και ο Masa'deh (2011), διαπίστωσε τη μείωση του βάρος και της μάζας αυγών σε ποσοστό 20%. Πρόσφατες μελέτες των Deniz et al., (2013) και Abd El-Hack (2015), κατέληξαν ότι η προσθήκη του 20% των DDGS στα σιτηρέσια μείωσε σημαντικά το βάρος και τη μάζα των αυγών σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Για τα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά μονάδες Haugh, το πάχος του κελύφους ή στην αντοχή θραύσης του κελύφους και χρωματισμός λεκίθου οι Cheon et al. (2008), δεν παρατήρησε διαφορές στη βάρος, στην αντοχή θραύσης του κελύφους στο χρώμα του κελύφους των αυγών σε σιτηρέσια τα οποία περιείχαν 0, 10, 15 ή 20% αντίστοιχα DDGS. Τελευταίες μελέτες των Abd El-Hack και Mahgoub (2015), βρήκαν βελτίωση του χρώματος της λεκίθου, του πάχους του κελύφους, σε όρνιθες αυγοπαραγωγής που στα σιτηρέσια τους συμμετείχαν τα DDGS σε ποσοστό 5 και 10% σε αντίθεση με εκείνες στις οποίες χορηγήθηκαν σιτηρέσια με ποσοστό 15% DDGS.

Συμπερασματικά, η συμμετοχή των DDGS αραβοσίτου στα σιτηρέσια ορνίθων αυγοπαραγωγής, αποτελεί μια εναλλακτική ζωοτροφή η οποία μπορεί να αντικαταστήσει μερικώς τις ευρέως χρησιμοποιούμενες πρωτεϊνικές ζωοτροφές, ιδιαίτερα το σογιάλευρο, διατηρώντας τα παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων αυγών. Έτσι, τα DDGS μπορούν να προστεθούν στη διατροφή των ορνίθων αυγοπαραγωγής σε επίπεδα από 10 έως 20%, αντικαθιστώντας περίπου το 30% της συνολικής πρωτεΐνης, χωρίς επιπτώσεις στην παραγωγή και το βάρος αυγών. Επίσης, με τη χρήση τους βελτιώνεται η ποιότητα των αυγών (μονάδες Haugh) και το χρώμα του κρόκου του αυγού λόγω των υψηλών ξανθοφυλλών που περιέχονται στο DDGS. Έτσι, τα DDGS μπορούν να συμμετέχουν

έως και 15% στα σιτηρέσια των ορνίθων αυγοπαραγωγής χωρίς να επηρεάζουν την παραγωγή και ποιότητα των αυγών.

2.2. Η χρήση των DDGS στη διατροφή ορνίθων κρεοπαραγωγής (broilers).

Η χρήση των DDGS στην διατροφή των ορνίθων κρεοπαραγωγής εκτός της μείωσης του κόστους διατροφής, έχει σημαντικές επιπτώσεις στην πρόσληψη της τροφής, στην μετατρεψιμότητα, και στην αύξηση σωματικού βάρους. Εκτός των παραπάνω τα DDGS βελτιώνουν την ποιότητα του κρέατος και των αυγών εμπλουτίζοντάς το με ωμέγα-3 λιπαρά οξέα (Λινολεϊκό οξύ). Επίσης, βελτιώνουν την βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου, συνεπώς λιγότερη απέκκριση του φωσφόρου - μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Τα DDGS μπορούν να προστεθούν στο σιτηρέσιο έως και 25% προκειμένου να επιτευχθεί καλή απόδοση, αν η ενέργεια του σιτηρεσίου παραμένει σταθερή. Υψηλής ποιότητας DDGS είναι αποδεκτά στα σιτηρέσια μέχρι και 6% στην πρώτη περίοδο ανάπτυξης και συνιστάται 12 έως 15% DDGS κατά την τελευταία φάση της παραγωγής πάχυνση ορνίθων κρεοπαραγωγής. Σε συγκριτικά πειράματα σε σιτηρέσια ορνίθων κρεοπαραγωγής μεταξύ DDGS αραβοσίτου σε ποσοστό 6% και 12% και 7.5% κραμβάλευρο, καθώς και σε συμμετοχή των δυο τροφών με διαφορετικά ποσοστά ήτοι 6% DDGS + 7,5 % κραμβάλευρο και 12 % DDGS + 7,5 κραμβάλευρο βρήκαν ότι τα DDGS έως και 12% στη διατροφή δεν επηρέασαν την αύξηση του σωματικού βάρους ή την πρόσληψη τροφής. Όμως ο συνδυασμός DDGS + 7,5 % κραμβάλευρο μείωσε την πρόσληψη τροφής, του σωματικού βάρους και κατά συνέπεια μείωση του βάρους σφαγείου (Διαδίκτυο 2).

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η χρήση DDGS στα σιτηρέσια των ορνίθων κρεοπαραγωγής σε περιεκτικότητες μέχρι 15% μπορεί να μειώσει το κόστος της τροφής αντικαθιστώντας ένα μέρος από καλαμπόκι και σόγια στα γεύματα χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη , την εμφάνιση και την ποιότητα του κρέατος. Η ποσότητα των DDGS στα σιτηρέσια κρεοπαραγωγής, εξαρτάται πρωτίστως και από την εξαιρετικά μεταβλητή ποιότητά τους.

2.2.1.Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο σφάγιο μετά τη χρήση cDDGS στα σιτηρέσια ορνίθων κρεοπαραγωγής.

Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των ορνίθων φέρει και κάποια αποτελέσματα στην περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων και την ποιότητα του κρέατος μετά τη σφαγή. Πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η ποσότητα των cDDGS στο σιτηρέσιο τόσο αυξάνεται το

ποσοστό του λινολεϊκού οξέος και το κλάσμα των πολυακόρεστων προς τα κορεσμένα λιπαρά οξέα στο στήθος του κοτόπουλου. Σύμφωνα τα αποτελέσματα των Tang et al., (2011), όπου σύγκριναν το κρέας κοτόπουλου σε περιεκτικότητα λιπαρών οξέων που δεν είχε στο σιτηρέσιο του cDDGS με άλλα δείγματα που είχαν στο σιτηρέσιο τους 5, 10, 15 και 20% cDDGS αντίστοιχα βρήκαν μεγάλη αύξηση του ποσοστού του λινολεϊκού οξέος. Επίσης, η συμμετοχή των DDGS στα σιτηρέσια ορνίθων κρεοπαραγωγής σε ποσοστά συμμετοχής 6, 12, 18 και 24% δεν είχαν επιπτώσεις στην ποιότητα του κρέατος στο στήθος και μηρό. Όμως, υψηλότερα επίπεδα συμμετοχής των DDGS είχαν ως αποτέλεσμα το κρέας του μηρού να είναι πιο ευαίσθητο στην οξείδωση. Οι Corzo et al., (2009), κατέληξαν ότι η προσθήκη 8% DDGS στο σιτηρέσιο δεν έχει καμία επίδραση στο χρώμα, το pH, την απώλεια βάρους κατά το μαγείρεμα, τη διατμητική δύναμη του κρέατος μηρού και στήθους. Επίσης, ο εμπλουτισμός με DDGS απέδωσε ένα μεγαλύτερο ποσοστό λινολεικού οξέος και ολικών πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, πράγμα που δείχνει ότι η συμπλήρωση DDGS στο σιτηρέσιο μπορεί να προκαλέσει υψηλότερη ευαισθησία σε οξείδωση.

2.3. Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των ινδόρνιθων

Τα cDDGS μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε σιτηρέσια ινδόρνιθων. Οι Noll & Brannon (2005), ανέφεραν ότι ένα ποσοστό μέχρι 20% DDGS μπορούν να περιλαμβάνονται σε σιτηρέσια αναπτυσσόμενων ινδόρνιθων ή έτοιμων προς σφαγή. Όμως, μεγάλη σημασία έχει η περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη. Επιπροσθέτως, τα σιτηρέσια που περιέχουν 15% cDDGS, βελτίωσαν τις αποδόσεις, τόσο σε ανάπτυξη όσο και στην ποιότητα σφαγείου των ινδόρνιθων. Παρατηρείται, όμως, μείωση του βάρους όταν αυξάνεται η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε cDDGS που πιθανόν να οφείλεται στην έλλειψη λυσίνης. Έχει παρατηρηθεί ότι η συμμετοχή των cDDGS σε ποσοστό 10-15% σε ένα σιτηρέσιο επηρέασε θετικά την αύξηση του βάρους των ινδόρνιθων, Συμπερασματικά, τα cDDGS μπορούν να ενσωματωθούν ασφαλώς στα σιτηρέσια των ινδόρνιθων σε ένα ποσοστό μέχρι από 10 έως 12%.

2.4. Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των χοίρων

Δεδομένου ότι το κόστος των ζωοτροφών αντιπροσωπεύει το 60 έως το 70% των εκροών μιας χοιροτροφικής μονάδας, όπως και στην περίπτωση της πτηνοτροφίας έτσι και στη χοιροτροφία, διαφαίνεται και αποτελεί τον «χρυσό κανόνα» η αντικατάσταση του σογιάλευρου και άλλων πηγών πρωτεΐνης, με άλλες, όπως DDGS τα οποία κοστίζουν το μισό ή και λιγότερο. Μεταξύ των διαφορετικών πηγών πρωτεΐνης και του σογιάλευρου, που διαθέτει καλό προφίλ αμινοξέων, τα DDGS από αραβόσιτο έχουν περίπου τρεις φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση αμινοξέων από εκείνη του αραβόσιτου. Έτσι, τα DDGS μπορούν να συμμετέχουν στα σιτηρέσια σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης και στη χοιροτροφία.

2.4.1. Η χρήση των cDDGS στη διατροφή των απογαλακτισμένων χοιριδίων.

Η χρήση των DDGS σε ποσοστό συμμετοχής στα σιτηρέσια έως 30% δύο έως τρεις εβδομάδες μετά τον απογαλακτισμό, δεν παρουσίασε αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξή των χοιριδίων. Στο στάδιο αυτό, είναι απαραίτητος ο ενδελεχής έλεγχος, όσον αφορά την ύπαρξη μυκοτοξινών, κυρίως σχετικά με τους μύκητες Fusarium, λόγω της ύπαρξή τους στην πρώτη ύλη, τον καρπό του αραβόσιτου. Επιπλέον, προσβολή με μυκοτοξίνες μπορεί να εμφανιστεί και από τις συνθήκες αποθήκευσης του τελικού προϊόντος μετά τη ζύμωση με σημαντική αρνητική επίπτωση στην ανάπτυξη των χοιριδίων. Τα χοιρίδια σε αυτό το στάδιο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις μυκοτοξίνες. Η χορήγησή τους συνιστάται με μία σταδιακά αυξανόμενη περιεκτικότητα των τροφών σε cDDGS για τα νεαρά χοιρίδια, ώστε να συνηθίσουν στη γεύση και την περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες. Η περιεκτικότητα των cDDGS δεν πρέπει να ξεπερνά το 5% την πρώτη εβδομάδα μετά τον απογαλακτισμό. Το ποσοστό των cDDGS που θα συμπεριλαμβάνονται στο σιτηρέσιο μπορεί προοδευτικά να αυξάνεται μετά από αυτό το στάδιο, δηλαδή 10% τη δεύτερη εβδομάδα και 20% την τρίτη εβδομάδα μετά τον απογαλακτισμό. Η παρουσία των cDDGS στα σιτηρέσια των χοιριδίων μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά στην υγεία του εντέρου. Η χορήγηση DDGS από καλαμπόκι στα νεαρά χοιρίδια, μπορεί να περιορίσει τις επιπτώσεις που προκαλούνται από μία μέτρια ειλεΐτιδα (εντερίτιδα του ειλεού) στα χοιρίδια. Επίσης, το υψηλό ποσοστό λίπους

που περιέχεται στα DDGS από καλαμπόκι (10,5%) επιδρά κατά ένα μεγάλο ποσοστό σε οικονομία που γίνεται στην τροφή όταν εκτρέφουμε τα αναπτυσσόμενα χοιρίδια με υψηλά επίπεδα DDGS.

2.4.2 Τα DDGS στην διατροφή των χοιρομητέρων και των κάπρων

Τα ποσοστά των DDGS στα σιτηρέσια των χοιρομητέρων είναι περίπου 10-20%, ενώ στα σιτηρέσια των εγκύων μπορούν να αγγίξουν το ποσοστό του 30% σε DDGS από σιτάρι ή 40% DDGS από καλαμπόκι. Οι χοιροτρόφοι θα πρέπει να περιορίζουν το ποσοστό των DDGS από σιτάρι στο 20% και των DDGS από καλαμπόκι στο 30% κατά την περίοδο θηλασμού και να τα εισάγουν ξανά στο σιτηρέσιο προοδευτικά. Εάν οι χοιρομητέρες δε συνηθίσουν τη γεύση των DDGS θα παρατηρηθεί άρνηση για τροφή και απώλεια βάρους. Για την πρώτη εβδομάδα μετά τον τοκετό, συνιστάται συντηρητική περιεκτικότητα των DDGS στο σιτηρέσιο (5-15%). Οι χοιρομητέρες μπορούν να αντλήσουν ελαφρώς περισσότερη ενέργεια από τα DDGS, σε σχέση με τα νεαρά ζώα. Οι χοιροτρόφοι θα πρέπει να αποφύγουν να χορηγούν στα έγκυα ζώα και στους κάπρους DDGS που έχουν μολυνθεί από μυκοτοξίνες, γιατί προκαλούν αποβολές και επηρεάζουν αρνητικά τη σπερματογένεση αντίστοιχα. Η υψηλότερη περιεκτικότητα των cDDGS σε φωσφόρο περιόρισε την ανάγκη να συμπληρώνουμε στο σιτηρέσιο φωσφόρο από ανόργανες πηγές και επειδή περιέχουν περισσότερα έλαια (DDGS από καλαμπόκι) δε χρειάζεται να εμπλουτίσουμε τις τροφές με ζωικά λίπη. Σε αντίθεση, τα DDGS από σιτάρι δεν καλύπτουν την ανάγκη σε ενέργεια οπότε προσθέτουμε κανονικά ζωικά λίπη. Οι τιμές των cDDGS είναι σίγουρα πιο οικονομικές αλλά κυμαίνονται ανάλογα με την απόσταση των μονάδων παραγωγής από όπου τα μεταφέρουμε, στις μονάδες ανάπτυξης χοίρων και για το λόγο αυτό δεν μπορούμε να υπολογίσουμε το ακριβές κόστος. Σε σιτηρέσια πάχυνσης μπορούν να συμπεριληφθούν μέχρι 30% DDGS από σιτάρι ή 40% DDGS από καλαμπόκι στην τροφή που προορίζεται για χοίρους μέχρι μερικές εβδομάδες πριν να φτάσουν στο κατάλληλο βάρος για σφαγή. Μετά θα πρέπει να σταματήσουμε με τον κατάλληλο τρόπο τη χορήγηση των cDDGS για να μετριάσουμε την επίδραση στην σκληρότητα του λίπους του χοίρου και στην ελάττωση του βάρους του σκελετού. Στον (πίνακα 7) παρουσιάζεται το μέγιστο ποσοστό συμμετοχής των DDGS σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης.

Πίνακας 7. Μέγιστο ποσοστό συμμετοχής των DDGS σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης

Φάσεις ανάπτυξης	**Μέγιστο ποσοστό συμμετοχής (%) των DDGS**
Νεαρά χοιρινά	30
Παχυνόμενοι χοίροι	45
Γαλουχούμενα Χοιρίδια	30
Χοιρομητέρες	50
Θηλάζουσες Χοιρομητέρες	30
Κάπροι	50

Πηγή : Διαδίκτυο 4.

2.4.3. Επιδράσεις των DDGS στο σφάγιο

Οι Stein & Shurson, (2009) κατέληξαν ότι σε 10 από 18 πειραματικά μοντέλα το καθαρό κρέας του σφαγίου των χοιρινών που τρέφονταν με cDDGS δεν παρουσίασε καμία διαφορά σε σχέση με των χοιρινών που τρέφονταν με μείγματα σόγιας-αραβοσίτου. Στα υπόλοιπα 8 πειράματα, το σιτηρέσιο που περιείχε cDDGS, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του καθαρού κρέατος του σφαγίου. Προηγούμενες μελέτες των Kass et al., (1980) έχουν δείξει ότι η προσθήκη τροφών πλούσιων σε ινώδεις ουσίες στη διατροφή των αναπτυσσόμενων και των παχυνόμενων χοίρων, είναι πιθανόν να μειώνουν το ποσοστό καθαρού κρέατος του σφαγίου εξαιτίας της αυξημένης πληρότητας και της μάζας του εντέρου τους.

2.4.4 Επιδράσεις των cDDGS στο λίπος των χοίρων

Προσθέτοντας DDGS στο σιτηρέσιο κατά την πάχυνση των χοίρων, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα της κοιλιάς και του χοιρινού λίπους, ειδικά σε υψηλά (> 20%) ποσοστά συμμετοχής τους. Το υψηλό ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων στα DDGS και ειδικά του λινολεικού οξέος, καθιστά μαλακό το λίπος των χοίρων. Αυτά τα λιπαρά οξέα προκαλούν τη συγκόλληση των φετών κρέατος, που προορίζεται για μπέικον, μεταξύ τους και δημιουργεί μια ελαιώδη εμφάνιση σε χοιρινά προϊόντα, όπως τα λουκάνικα που έχουν 30% λίπος, αλλά δεν επηρεάζουν προϊόντα που έχουν ποσοστά λίπους κάτω του 15%. Έτσι, για χοιρινά που έχουν τραφεί με υψηλά ποσοστά cDDGS (30-40%), η αφαίρεση των DDGS από το σιτηρέσιο 3-4 εβδομάδες πριν τη σφαγή είναι απαραίτητη για να αποκατασταθεί η

σκληρότητα του λίπους του χοιρινού. Οι παραγωγοί πρέπει να εφαρμόζουν μία περίοδο δύο εβδομάδων χωρίς cDDGS εφόσον στο σιτηρέσιο προσέθεταν cDDGS σε ποσοστά 15-20%, ενώ δεν είναι απαραίτητο να αφαιρεθούν εάν το ποσοστό τους είναι 5-15%. Εφόσον τα DDGS που χορηγούμε προέρχονται από καλαμπόκι, τότε το λίπος θα είναι πιο μαλακό απ' ότι θα ήταν αν τα DDGS που χρησιμοποιούμε ήταν από σιτάρι.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η χρήση DDGS στα σιτηρέσια χοίρων αυξάνεται ραγδαία και η συμμετοχή τους στα σιτηρέσια σε διάφορα στάδια ανέρχεται από 20% έως 35%. Ωστόσο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση τους στο τελευταίο διάστημα πριν τη σφαγή.

2.5. Χρήση των DDGS στις ιχθυοκαλλιέργειες

Η υδατοκαλλιέργεια σήμερα αποτελεί μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων στον κόσμο. Μέχρι σήμερα το ιχθυάλευρο έχει χρησιμοποιηθεί ως κύρια πηγή πρωτεΐνης στα περισσότερα σιτηρέσια που παρατίθενται στην υδατοκαλλιέργεια, όμως το υψηλό κόστος οδήγησαν στην αναζήτηση φθηνών φυτικών πηγών πρωτεϊνών, όπως είναι τα DDGS. Η υψηλή περιεκτικότητα των DDGS σε πρωτεΐνες, η σχετικά χαμηλή περιεκτικότητά τους σε φωσφόρο, και το χαμηλό κόστος τους σε σύγκριση με τα ιχθυάλευρα, έχει ως αποτέλεσμα την ολοένα αυξανόμενη εισαγωγή τους στα σιτηρέσια των υδατοκαλλιεργειών ανά τον κόσμο. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα cDDGS δεν περιέχουν αντιδιαιτητικούς παράγοντες οι οποίοι συνυπάρχουν σε άλλες πηγές πρωτεΐνης όπως είναι τα διάφορα ψυχανθή (μπιζέλι, ρεβίθι κ.α.), αλλά και τα διάφορα υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών όπως βαμβακάλευρα, ηλιάλευρα, κραμβάλευρα κ.ά. Όμως μέχρι σήμερα δεν έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες για να αξιολογήσουν την προσθήκη DDGS στα διάφορα είδη ψαριών όπως στο γατόψαρο, την πέστροφα, τη τιλάπια, τη λευκή γαρίδα του Ειρηνικού, και τις γαρίδες του γλυκού νερού. Η προσθήκη cDDGS σε ποσοστό 10% σε όλες τις τροφές υδατοκαλλιέργειας, μπορεί να οδηγήσει σε εξαιρετική απόδοση. Τα επίπεδα cDDGS σε ποσοστά 20-30% μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε εξαιρετική απόδοση, εάν προστεθούν εξωγενώς αμινοξέα όπως λυσίνη, μεθειονίνη, τρυπτοφάνη ή άλλες συμπληρωματικές πηγές πρωτεΐνης που περιέχουν υψηλά επίπεδα των αμινοξέων που περιλαμβάνονται στις τροφές ψαριών. Παρά τη σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε ακατέργαστη πρωτεΐνη στα cDDGS (27%), οι συγκεντρώσεις λυσίνης, μεθειονίνης, θρεονίνης και τρυπτοφάνης είναι σχετικά χαμηλές σε σχέση με τις απαιτήσεις των ψαριών σε αμινοξέα. Η λυσίνη είναι το πιο

μεταβλητό αμινοξύ μεταξύ των πηγών cDDGS και η πεπτικότητά της είναι επίσης μεταβλητή λόγω της έκτασης της θέρμανσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής των DDGS. Ως εκ τούτου, στα σιτηρέσια των ψαριών που απαιτούν υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης, θα πρέπει να προστεθούν κρυσταλλικά αμινοξέα όταν γίνεται προσθήκη DDGS σε μεγάλα ποσοστά. Η χρήση των DDGS σε ιχθυοτροφές έχουν χρησιμοποιηθεί από τα τέλη της δεκαετίας του 1940. με χαμηλά ποσοστά συμμετοχής. Σύμφωνα με τον Αλεξάνδρου (2015), όπως αναφέρει ο Phillips (1949) χρησιμοποίησε σε σιτηρέσιο ιριδίζουσας πέστροφας ίσο μίγμα από φυτικά συστατικά (πίτουρα σίτου, άλευρο βάμβακος, ιχθυάλευρο και cDDGS). Αργότερα, οι Phillips et al. (1964) χρησιμοποίησαν στο σιτηρέσιο, υπό μορφή πελετς, που περιείχε 24% ιχθυάλευρο, 5% βαμβακάλευρο, μαγιά μπύρας 10%, και 21% DDGS και τα αποτέλεσμα έδειξαν μία αύξηση σε καφέ πέστροφα παρόμοια με εκείνη των ψαριών στα οποία χορηγήθηκαν μίγματα κρεατάλευρου. Ο Hughes (1987), διαπίστωσε ότι τα DDGS μπορούν να συμπεριληφθούν στα σιτηρέσια σε ποσοστό 8% σε πέστροφες της λίμνης (*Salvelinus namaycush*). Οι Deyoe και Tiemeire (1969) έδειξαν ότι τα DDGS σε ποσοστό 10% μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα σιτηρέσιο πρωτεΐνης 25% . Συνεπώς, η συμμετοχή των DDGS στα σιτηρέσια ιχθύων με την προϋπόθεση ότι δεν θα επέφεραν μείωση της ανάπτυξης των ψαριών, θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει το κόστος των ιχθυοτροφών.

2.6. Η χρήση των DDGS σε αλλά είδη ζώων

Για τη χρήση των DDGS σε αλλά είδη ζώων όπως άλογα και άλλα ζώα συντροφιάς δεν υπάρχει εκτενής έρευνα. Ωστόσο, λόγω της αυξανόμενης προσφοράς και διαθεσιμότητας των DDGS, η υψηλή ποιότητα και το σχετικά χαμηλό κόστος γίνονται όλο και πιο δημοφιλή για χρήση σε ζωοτροφές. Ενδεικτικά η συμμετοχή των σε σιτηρέσια είναι: Άλογα μετά τον απογαλακτισμό έως 15% ανάλογα με την ποιότητα των ζωοτροφών, ενήλικα άλογα έως 20% στο σιτηρέσιο, κουνέλια έως 20% στο σιτηρέσιο, σε αναπτυσσόμενα κουτάβια έως 10% στο σιτηρέσιο και στους ενηλίκων σκύλους έως 25% στο σιτηρέσιο ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο δραστηριότητας (Διαδίκτυο 3).

2.7 Προβλήματα των DDGS - Μυκοτοξίνες

Οι μυκοτοξίνες είναι μεταβολίτες των μυκήτων, οι οποίοι αναπτύσσονται στις καλλιέργειες και στους καρπούς τους και όταν χορηγηθούν στα ζώα μπορούν να προκαλέσουν πολυάριθμες παρενέργειες στην υγεία τους. Υπάρχουν πέντε είδη μυκοτοξινών στο καλαμπόκι : η φουμονυσίνη, η αφλατοξίνη, η δεοξυνιβαλενόλη (εμετοτοξίνη), ζεαραλενόνη και η ωχρατοξίνη οι οποίες μπορούν να υπάρχουν στα DDGS. Οι μυκοτοξίνες παράγονται από μύκητες που εξαρτώνται από τις μεταβολές του καιρού, ή από ζημιά που προκαλούν τα έντομα στην καλλιέργεια, δεν καταστρέφονται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και όπως τα μη αμυλούχα θρεπτικά συστατικά συγκεντρώνονται σε μεγάλο βαθμό στα DDGS. Κύρια συμπτώματα προσβολών από μυκοτοξίνες είναι: η άρνηση κατάποσης της τροφής, η ελάττωση του βάρους, έντονοι εμετοί, αποβολές στα έγκυα ζώα, ερυθρότητα των εξωτερικών γεννητικών οργάνων στα θηλυκά και άλλα. Τα μολυσμένα DDGS μπορούν να δοθούν για τροφή στα πουλερικά τα οποία είναι πιο ανθεκτικά στις μυκοτοξίνες από τους χοίρους ή να αναμιχθούν με μη μολυσμένα σιτηρά προτού τα χορηγήσουμε στους χοίρους. Ο Rodrigues (2008), κατέληξε ότι το 99% των δειγμάτων DDGS βρέθηκε θετικό σε τουλάχιστον μία μυκοτοξίνη ενώ το 96% βρέθηκε θετικό σε μόλυνση δύο ή περισσοτέρων μυκοτοξινών. Η εναλλαγή του καλαμποκιού με άλλες καλλιέργειες, ο κατάλληλος χειρισμός και η αποθήκευση του καλαμποκιού, η διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας σε σταθερό επίπεδο, καθώς επίσης και ο έλεγχος των εντόμων στου χώρους αποθήκευσης καλαμποκιού, είναι οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των μυκοτοξινών. Σημαντική είναι η παραγωγή γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού ανθεκτικού σε νόσους και μυκοτοξίνες. Κάθε μέθοδος μείωσης των μυκοτοξινών στο καλαμπόκι έχει ανεκτίμητη αξία. Παρόλα αυτά η μόλυνση των DDGS με μυκοτοξίνη είναι ένα σποραδικό πρόβλημα, οπότε οι παραγωγοί θα μπορούσαν απλώς να εξαιρέσουν τα DDGS από τα σιτηρέσια σε περιόδους που η μυκοτοξίνη έχει σοβαρές επιπτώσεις στα ζώα. Οι μονάδες παραγωγής αιθανόλης έχουν συγκεκριμένους τρόπους να ανιχνεύσουν τα ποσοστά μυκοτοξινών στα σιτηρά που εισάγονται στο εργοστάσιο με σκοπό την παραγωγή DDGS. Τέλος, η προσθήκη μυκοτοξοδεσμευτικων στα σιτηρέσια των ζώων αποτελούν μια ασπίδα προστασίας από τις μυκοτοξίνες.

3. Συμπεράσματα

- Τα DDGS είναι το ξηρό υπόλειμμα το οποίο λαμβάνεται μετά την απομάκρυνση της αιθανόλης μέσω ζύμωσης, κυρίως από καλαμπόκι και δημητριακούς καρπούς.
- Διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ενέργεια, Ι.Ο, αμινοξέα, ανόργανα άλατα βιταμίνες χρωστικές κ.ά.
- Η συμμετοχή των στα σιτηρέσια ορνίθων είναι: Όρνιθες κρεοπαραγωγής 5-10%, Όρνιθες αυγοπαραγωγής έως 15 %, Ινδιόρνιθες (θηλυκό) έως 10%, Ινδιόρνιθες (αρσενικό) έως 20 %.
- Στα χοιρίδια τα DDGS μπορούν να συμπεριλαμβάνονται προοδευτικά στο σιτηρέσιο σε ποσοστά 20-30%, ανάλογα με την προέλευσή τους.
- Στις χοιρομητέρες και τους κάπρους τα ποσοστά αυξάνονται (5-30 ή 40% στις χοιρομητέρες ανάλογα την περίοδο: θηλασμός, μετά τον τοκετό, εγκυμοσύνη κλπ και 30-40% στους κάπρους). Λίγες εβδομάδες πριν τη σφαγή είναι απαραίτητη η μείωση του ποσοστού, ώστε να έχουν το επιθυμητό λίπος.
- Η συμμετοχή των cDDGS στις ιχθυοκαλλιέργειες είναι ένα πολλά υποσχόμενο συστατικό σε ποσοστά 20% έως 40 % για διάφορα είδη ψαριών.
- Έχουν χαμηλή και προσιτή τιμή σε σύγκριση με παρόμοια προϊόντα.
- Ωστόσο παρά την υψηλή περιεκτικότητα των DDGS σε πρωτεΐνη, η σόγια εξακολουθεί αν βρίσκεται στην πρώτη θέση και επιπλέον περιέχει υψηλά ποσοστά απαραίτητων αμινοξέων και είναι πιο εύπεπτη.

4. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Bumpkins, B., Batal, A.and N. Dale, 2005. *Use of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Laying Hen Diets.* J. Appl. Poult. Res. 14:25–3.
- Martinez , Amezcua C., Parsons C. M., and Noll S. L, 2004. *Content and Relative Bioavailability of Phosphorus in Distillers Dried Grains with Solubles in Chicks,* 2004 Poultry Science 83:971–976.
- Min Y.N., Li L. L., Liu S. K., Zhang J., Gao Y. P, and Liu F. Z. 2015. *Effects of dietary distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, oxidative stress, and immune function in broiler chickens,* College 2015, http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfv002
- Pecka-Kiełb. E., Zachwieja, A., Miśta, D., Zawadzki ,W. & A., Zielak-Steciwko, 2017. *Use of Corn Dried Distillers Grains (DDGS) in Feeding of Ruminants*. Engineering » Energy Engineering » "Frontiers in Bioenergy and Biofuels", book edited by Eduardo Jacob-Lopes and Leila Queiroz Zepka, ISBN 978-953-51-2892-2, Print ISBN 978-953-51-2891-5, διαθέσιμο στο διαδίκτυο, https://www.intechopen.com/books/frontiers-in-bioenergy-and-biofuels/use-of-corn-dried-distillers-grains-ddgs-in-feeding-of-ruminants, ημερομηνία ανάσυρσης 1-9-2017.
- Roberson K.D., Kalbfleisch, J.L. Pan W. and R.A. Charbeneau, 2005. Effect of Corn Distiller's Dried Grains with Solubles at Various Levels on Performance of Laying Hens and Egg Yolk Color. International Journal of Poultry Science 4 (2): 44-51, 2005.
- Salim, M, & D., Hossan, 2013. DDGS, *Nutritious and inexpensive feed for poultry***,** ,διαθέσιμο στο διαδίκτυο, http://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2013/10/DDGS-Nutritious-and-inexpensive-feed-for-poultry-1335804W/ ανάσυρσης 5-8-2017.
- Salim, H. M., Kruk Z.A. & B.D., Lee, 2010. *Nutritive value of corn distillers dried grains with soluble as an ingredient of poultry diets*, World's Poultry Science Journal, Vol. 66, September2010, διαθέσιμο στο διαδίκτυο, https://www.biofuelscoproducts.umn.edu/sites/biodieselfeeds.cfans.umn.edu/files/cfans_asset_417569.pdf, ανάσυρση 5-8-2017.

- Shurson, J. *Nutrient Content and Quality of DDGS,* διαθέσιμο στο διαδίκτυο www.ddgs.umn.edu, ανάσυρση 5-9-2017.
- Stein Hans H., 2007. *Distillers dried grains with solubles (DDGS) in diets fed to swine,*2007, HHS-SwineFocus-001.2007. διαθέσιμο στο διαδίκτυο http://www.distillersgrains.org/files/feedsource/swine_brochure.pdf, ημερομηνία ανάσυρσης 1-9-2017.
- Świątkiewicz , S, and J,. Koreleski, 2006. Effect of maize distillers dried grains with solubles and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. J. Anim. Feed Sci. 2006;15(2):253–260.
- Świątkiewicz, **S.** and J., Koreleski, 2008. *The use of distillers dried grains with,2008. solubles (DDGS) in poultry nutritions,* World's Poultry Science Journal, Vol. 64, June 2008, διαθέσιμο στο διαδίκτυο. https://doi.org/10.1017/S0043933908000044, ημερομηνία ανάσυρσης 1-9-2017.
- Tang, S.C.,Zulkifli, I. Ebrahimi M.,. Alimon A.R, Soleimani A.F. and K. Filer 2011. Effects of Feeding Different Levels of Corn Dried Distillers Grains with Solubles on Growth Performance, Carcass Yield and Meat Fatty Acid Composition in Broiler Chickens, International Journal of Animal and Veterinary Advances 3(3): 205-211, 2011
- Wilson G. Pond and Alan W. Bell, *Encyclopedia of Animal Science,* Marcel Dekker, New York, U.S.A., 2005, ISBN: Print: 0-8247-5496-4, ISBN: Online: 0-8247-5495-6, ISBN: Combo: 0-8247-4796-8, published in the Taylor & Francis e-Library, 2005

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αλεξάνδρου, Κ., 2015. *Μη συμβατικά συστατικά ιχθυοτροφών – ξηρά αποστάγματα.* Προπτυχιακή διπλωματική εργασία Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Ζουμπουλίδης, Α., 2014. Συγκριτική περιβαλλοντική και θερμοδυναμική ανάλυση χρήσεων αραβοσίτου, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Πηγές Διαδικτύου

- Διαδίκτυο 1. διαθέσιμο στο διαδίκτυο **http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/Potential-for-Use-of-Dried-Distillers-Grains-with-Solubles-DDGS-in-Layer-Diets.php**, ημερομηνία ανάσυρης 20-07-2017.
- Διαδίκτυο 2. διαθέσιμο στο διαδίκτυο **http://www.thepoultrysite.com/articles/1644/extending-knowledge-on-feeding-ddgs-to-chickens/**, ημερομηνία ανάσυρης 20-07-2017.
- **Διαδίκτυο 3.** διαθέσιμο στο διαδίκτυο **https://www.grains.org/sites/default/files/ddgs-handbook/Chapter-27.pdf**, ημερομηνία ανάσυρης 20-07-2017.
- Διαδίκτυο 4. *Use of Dried Distillers Grains with Solubles (DDGS) in Swine Diets*, διαθέσιμο στο διαδίκτυο http://www.thepigsite.com/articles/2628/use-of-dried-distillers-grains-with-solubles-ddgs-in-swine-diets/ , ημερομηνία ανάσυρης 20-07-2017.
- Διαδίκτυο 5. http://www.corn and soybean digest.com/energy/ddg-feed-more-valuable-traditional-corn-soybean-rations