

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΘΡΕΨΕΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ NDF:ΑΜΥΛΟ ΤΟΥ
ΣΙΤΗΡΕΣΙΟΥ ΣΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ
ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ
ΑΙΓΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΓΙΑΣΟΥΜΗΣ Γ. ΛΕΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2014

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΘΡΕΨΕΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ NDF:ΑΜΥΛΟ ΤΟΥ
ΣΙΤΗΡΕΣΙΟΥ ΣΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ
ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ
ΑΙΓΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΓΙΑΣΟΥΜΗΣ Γ. ΛΕΝΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ζέρβας Γεώργιος, Καθηγητής

Τσιπλάκου Ελένη, Λέκτορας (Επιβλέπων)

Χαδιώ Στέλλα, Αναπλ. Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ 2014

Στον γιατρό μου Ταξίαρχο Γεώργιο Χ. Τολούμη ως ελάχιστη ένδειξη ευγνωμοσύνης
για όλα όσα μου έχει προσφέρει

Αφιερώνεται

Στη ξαδέρφη μου Δρ. Έλενα Γιασουμή για την άψογη καθοδήγηση και βοήθεια που
μου έχει παρέχει

Συντομογραφίες

- ΑΔ: Αθροισματικός Δείκτης
ΑΚΛΟ: Ακόρεστα Λιπαρά Οξέα
ΑΛΟ: Απαραίτητα Λιπαρά Οξέα
ΑΧΡ: Άχυρο Σίτου
ΙΟ: Ινώδεις Ουσίες
ΚΛΟ: Κορεσμένα Λιπαρά Οξέα
Κ/Α: Κορεσμένα/Ακόρεστα
ΛΟ: Λιπαρά Οξέα
ΜΑ: Μακράς Αλύσου Λιπαρά Οξέα
ΜΑΚΛΟ: Μονοακόρεστα Λιπαρά Οξέα
ΜΕΑ: Μεσαίας Αλύσου Λιπαρά Οξέα
ΜΙΑ: Μικρής Αλύσου Λιπαρά Οξέα
ΜΓΑ: Μείγμα Γαλακτοπαραγωγής Α
ΜΓΒ: Μείγμα Γαλακτοπαταγωγής Β
ΜΠΦΝ: Μη Πρωτεϊνικής Φύσεως Άζωτο
ΞΟ: Ξηρά Ουσία
ΞΠ: Ξηρά Περίοδος
ΟΑΟ: Ολικές Αζωτούχες Ουσίες
ΟΟ: Οργανική Ουσία
ΠΑΚΛΟ: Πολυακόρεστα Λιπαρά Οξέα
ΠΛΟ: Πτητικά Λιπαρά Οξέα
ΣΒ: Σωματικό Βάρος
ΣΛΟ: Συζευγμένα Λιπαρά Οξέα
ΣΜ: Σανός Μηδικής
ΣΥ: Στερεά Υπολείμματα
ΣΥΑΛ: Στερεά Υπολείμματα Άνευ Λίπους
ΣΖ: Συμπυκνωμένες Ζωοτροφές
ΧΖ: Χονδροειδής Ζωοτροφές
VA: Βασενικό Οξύ

Πίνακας Περιεχομένων

Συντομογραφίες	3
Πίνακας Περιεχομένων	4
Ευχαριστίες	7
Περίληψη	8
Abstract	9
Κεφάλαιο Α.....	10
1.1 Εισαγωγή.....	10
1.2 Χαρακτηριστικά του γάλακτος	11
1.3 Λιπαρά Οξέα (ΛΟ).....	12
1.3.1 Κορεσμένα και Ακόρεστα Λιπαρά Οξέα	13
1.3.2 cis και trans Λιπαρά Οξέα.....	14
1.3.3 ω-3 και ω-6 Λιπαρά Οξέα.....	14
1.3.4 Απαραίτητα Λιπαρά Οξέα (EFA, Essential fatty acids)	15
1.4 Το λίπος του γάλακτος	15
1.4.1 Μεταβολισμός των λιπιδίων της τροφής στα μηρυκαστικά	16
1.4.2 Λιποσύνθεση στο μαστικό αδένιο	17
1.4.3 Συζευγμένο Λινελαϊκό Οξύ (ΣΛΟ).....	20
1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση (προφίλ) των λιπαρών οξέων, στο λίπος του γάλακτος	21
1.5.1 Παράγοντες που απορρέουν από το ζώο	21
1.5.2 Παράγοντες που απορρέουν από την διατροφή.....	27
1.6 Επίδραση των θρεπτικών συστατικών επί των ζυμωτικών φαινομένων (Υδατάνθρακες, Λιπαρές Ουσίες και Αζωτούχες Ουσίες)	32
1.6.1 Επίδραση των Υδατάνθρακων	32
1.6.2 Λίπη.....	34
1.6.3 Αζωτούχες Ουσίες	36
1.7 Ο ρόλος του λόγου NDF:αμύλου στα ζυμωτικά φαινόμενα των μηρυκαστικών και το προφίλ των λιπαρών οξέων.....	38

1.7.1 Η επίδραση της σχέσης NDF:αμύλου στα ζυμωτικά φαινόμενα (ΠΛΟ, pH, NH ₃ , CH ₄ , μικροβιακή πρωτεΐνη κ.α)	39
1.7.2 Η επίδραση του λόγου NDF:αμύλου στην ποσότητα και στη χημική σύσταση του γάλακτος	46
1.7.3 Η επίδραση του λόγου NDF:αμύλου στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος.....	50
Κεφάλαιο Β.....	56
2. Σκοπός του πειράματος.....	56
Κεφάλαιο Γ	57
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	57
3.1 Πειραματικός σχεδιασμός.....	57
3.3 Δειγματοληψία	58
3.4 Προσδιορισμοί	59
2.4.1 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ του γάλακτος.....	59
3.4.2 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ στο πλάσμα του αίματος	60
3.4.3 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ στις ζωοτροφές.....	60
3.4.4 Ομαδοποίηση των ΛΟ του λίπους του γάλακτος, αθρωματικός δείκτης και έμμεσος προσδιορισμός της Δ-9 αφυδρογονάσης.	61
3.5 Στατιστική ανάλυση.....	62
Κεφάλαιο Δ	63
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	63
4.1 Σωματικό βάρος αιγών.....	63
Κεφάλαιο Δ	71
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	71
4.1 Η επίδραση του λόγου NDF:αμύλου του σιτηρεσίου στο σωματικό βάρος, στην κατανάλωση τροφής (DMI), στην γαλακτοπαραγωγή και στη χημική σύσταση του γάλακτος.....	71
4.2 Η επίδραση του λόγου NDF:αμύλου του σιτηρεσίου στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος	74
Κεφάλαιο Ε.....	77
5. ΣΥΠΜΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
Κεφάλαιο ΣΤ.....	78

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78
6.1 Ξένη βιβλιογραφία	78
6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία	96

Ευχαριστίες

Με την ευκαιρία της περάτωσης της μεταπτυχιακής μου διατριβής, νοιώθω την άρρηκτη ανάγκη να ευχαριστήσω, τα άτομα που μου έχουν προσφέρει απλόχερα τόσο τη βοήθεια, όσο και την αγάπη τους, έτσι ώστε να μπορέσω να φέρω σε πέρας το έργο αυτό.

Κατ' αρχάς, αισθάνομαι την υποχρέωση αλλά και το σεβασμό, να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ, στο Διευθυντή του Εργαστηρίου μας, τον πολύ αγαπητό μου, κ. Γεώργιο Ζέρβα, με τον οποίο είχαμε αναπτύξει μια άριστη εκπαιδευτική συνεργασία, ο οποίος καταβαλλόμενος από περισσή υπομονή και αγάπη, με βοήθησε ενεργά, ώστε να προσπεράσω όλες τις δυσκολίες τις οποίες αντιμετώπισα, καθ' όλη την διάρκεια της πειραματικής και θεωρητικής μου εργασίας.

Παράλληλα όμως, εξίσου σημαντική και καθοριστική ήταν η συνεργασία μας με την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, αλλά και φίλη, κα Ελένη Τσιπλάκου, που με καθοδηγούσε συνεχώς καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας μου, με μόνο γνώμονα το προσωπικό καλό μου, της οποίας οφείλω ένα τιτάνιο ευχαριστώ.

Ακόμα, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, στα παιδιά και φίλους του εργαστηρίου μας, ο οποίοι με αγκάλιασαν και με ένταξαν στην ομάδα τους από την πρώτη στιγμή, που δεν είναι άλλοι από την φίλη Ίριδα Παλαμίδα και φίλο Βασίλη Παρασκευά. Επιπλέον, ευγνώμων είμαι και στις κκ Ειρήνη Κατσαρού και Μαρία Γεωργιάδου, οι οποίες ήταν τόσο πρόθυμες και καταφατικές σε ότι βοήθεια τους είχε ζητηθεί. Επίσης, σημαντική ήταν η παρουσία του φίλου μου Κυριάκου Α. Καλλένου, ο οποίος με μεγάλη προθυμία βοήθησε με τις εύστοχες παρατηρήσεις και εισηγήσεις του, για τη γραφή και σύνταξη της μελέτης αυτής. Δεν θα μπορούσα όμως να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου, για την μεγάλη βοήθεια που μου πρόσφερε, αλλά και την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε, στο καλό μου φίλο Χρήστο Πετρόπουλο.

Επιπρόσθετα, θέλω να εκφράσω από τα βάθη της καρδιάς μου την ευγνωμοσύνη μου, στους δύο επιστήθιους φίλους μου, το Χρήστο Μιχαήλ και Γιώργο Χ. Πτωχόπουλο, οι οποίοι με στηρίζουν στις οποιεσδήποτε αποφάσεις που έχω λάβει μέχρι στιγμής.

Εν κατακλείδι, είμαι υποχρεωμένος να εκφράσω τη μέγιστη ευγνωμοσύνη μου, στα άτομα στα οποία οφείλω τα πάντα που έχω κατορθώσει να κάνω έως σήμερα, οι οποίοι δεν είναι άλλοι από την οικογένεια μου, τους γονείς μου Γεώργιο και Κατίνα, οι οποίοι με το ήθος, την εργατικότητα αλλά προπαντός την περισσή αγάπη, κατάφεραν να μας προσφέρουν στο έπακρο, τα πάντα. Όπως και τα μεγαλύτερα μου αδέρφια Ανδρέα και Ευριπίδη, οι οποίοι, ήταν για εμένα με το δικό τους ξεχωριστό τρόπο, τα πρότυπα για να μπορέσω να διαμορφώσω το δικό μου χαρακτήρα.

Σας ευχαριστώ όλους από καρδιάς

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑΣΟΥΜΗ ΛΕΝΟΥ

Η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο προφίλ των λιπαρών οξέων του γάλακτος των γαλακτοπαραγωγών αιγών

*Τμήμα Επιστήμης Ζωϊκής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών, Εργαστήριο Φυσιολογίας
Θρέψεως και Διατροφής, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, 11855*

Περίληψη

Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου των γαλακτοπαραγωγών αιγών, στη γαλακτοπαραγωγή, στη χημική σύσταση του γάλακτος, στο ΣΒ, στην ημερήσια καταναλωθείσα ΞΟ, με την ιδιαίτερη έμφαση να εστιάζεται, στην επίδραση που ασκεί η αύξηση της τιμής του λόγου αυτού, στο προφίλ των ΛΟ του λίπους του γάλακτος. Για την εξέταση του σκοπού αυτού, σχεδιάστηκαν δύο ομάδες αιγών, οι οποίες αποτελούνταν από δύο ισάριθμες ομάδες, από έξι ζώα η κάθε ομάδα, όπου η μια ομάδα αποτελούσε την ομάδα Α και η άλλη την ομάδα Β. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου, που χορηγήθηκε στα ζώα της ομάδας του μάρτυρα ήταν ίση με 1,37, ενώ για αυτά της ομάδας της επέμβασης, ήταν ίση με 4,41. Η επιλογή των ζώων, που αποτελούσαν τις ομάδες, έγινε βάση μερικών κριτηρίων, ώστε οι δύο ομάδες μεταξύ τους, να είναι όσο το δυνατόν ισοδύναμες. Η αναλογία ΧΖ:ΣΖ ήταν ίση με 50:50. Και στις δύο ομάδες, χρησιμοποιήθηκαν ως ΧΖ, ο σανός μηδικής και το άχυρο σίτου. Ενώ όσο αφορά τις ζωοτροφές που αποτελούσαν τις ΣΖ, αφενός για την ομάδα Α χρησιμοποιήθηκαν, ο καρπός αραβοσίτου, τα πίτυρα σίτου και το σογιάλυρο (48%), αφετέρου όμως, για την ομάδα Β, πέραν από τις τρεις προαναφερθείσες ζωοτροφές προστέθηκαν ακόμα δύο ζωοτροφές, οι οποίες ήταν το ηλιάλυρο και στέμφυλα σακχαρότευτλων. Συνοπτικά, στο πείραμα δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική παρατήρηση μεταξύ των δύο ομάδα, αναφορικά με τη γαλακτοπαραγωγή, τη χημική σύσταση του γάλακτος και το ΣΒ. Όσο αφορά τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των ΛΟ του λίπους του γάλακτος το αιγών, παρατηρήθηκε ότι το λίπος του γάλακτος των αιγών στην ομάδα Β, είχε στατιστικώς χαμηλότερη συγκέντρωση για το C18:0 και C8:0, ενώ υψηλότερες τιμές είχε για τα ακόλουθα ΛΟ: C10:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:1 και C17:1, σε σχέση με την ομάδα Α.

Λέξεις κλειδιά: NDF:άμυλο, γαλακτοπαραγωγές αίγες, γάλα, λιπαρά οξέα

POSTGRADUATE STUDY BY YIASOUMI LENOY

The effect of NDF:starch ratio on the feeding on milk fatty acids profile of dairy goats

Faculty of Animal Science and Aquaculture, Department of Nutritional Physiology and Feeding, Iera Odos 75, Athens, 11855

Email: eltsiplakou@aua.gr

Supervisor: Assistant Prof. Eleni Tsiplakou

Abstract

The aim of this study was to examine the effects of the ratio NDF:starch on the feeding in dairy goats on milk yield, chemical composition of milk (fat, protein, lactose, total solid), dry matter intake, body weight, but more paying particle attention to the fatty acids profile of milk. In order to examine it, two groups consisted of six animals each were constructed. One group was the A and other was the B one.

The level of the ratio NDF:starch of A diet was equals to 1,37, while for the group of B it was equals to 4,41. The selection of the animals which constituted the two groups was based on certain criteria resulting in two groups equivalent groups.

The forage:concentrate ratio was 50:50. The experiment had duration seven weeks and before the start of experiment there was a pre-experimental period of five days. For both groups the exact same forage alfalfa hay and wheat straw were used.

Regarding the concentration, in the group of A corn, wheat bran, and soybean meal (48%) were used whereas the concentration of the B included sunflower meal on top of the aforementioned.

To put in a nutshell, the increase of the ratio NDF:starch did not cause any significant difference in the milk yield, body weight or chemical composition of milk (%fat, protein, lactose, total solid).

When examining the concentration of the Fatty Acids of the milk produced by goats, we observed that the B team had statistically lower concentration of C18:0, alone, whereas it had higher concentration in the following Fatty Acids: C10:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:1 C17:1, when comparing to the A group.

Key words: *NDF:starch, dairy goats, milk, fatty acids*

Κεφάλαιο Α

1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον του επιστημονικού κόσμου έχει στραφεί στο ρόλο που διαδραματίζουν τα λιπαρά οξέα μέσω της διατροφής στην υγεία του ανθρώπου, λόγω των θετικών επιδράσεων που έχουν παρατηρηθεί στον ίδιο τον άνθρωπο. Η μεγάλη αυτή σχέση διατροφής και υγείας έχει αναφερθεί από τον Ιπποκράτη το 460 π.Χ με την παρακάτω ρήση «Η σωστή διατροφή είναι θεμέλιο υγείας και φάρμακο κάθε ασθένειας».

Τα παραγωγικά ζώα αποτελούν σπουδαία πηγή λιπαρών οξέων μέσω των προϊόντων που παράγουν και καταναλώνονται από τον ανθρώπινο οργανισμό. Το γάλα και το κρέας που προέρχονται από τα μηρυκαστικά είναι παραδοσιακά τα βασικότερα εδέσματα στην διατροφή του ανθρώπου. Τα μηρυκαστικά με τη σειρά τους έχουν το πλεονέκτημα να χρησιμοποιούν νομευτικούς πόρους που δεν χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο και να μετατρέπονται σε τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας, όπως είναι το γάλα και το κρέας.

Η τάση, όμως, η οποία επικρατεί στις ανεπτυγμένες κοινωνίες, που αντιπροσωπεύονται κυρίως από χώρες του δυτικού κόσμου, είναι η κατανάλωση τροφίμων που χαρακτηρίζονται από χαμηλή συγκέντρωση λιπαρών και ενέργειας. Αυτό το θέμα έχει προκύψει λόγω των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου που είχε η αλόγιστη κατανάλωση τροφίμων με υψηλή συγκέντρωση σε κορεσμένα λιπαρά οξέα, σε συνδυασμό με την καθιστική ζωή και την έλλειψη άσκησης που χαρακτηρίζει το σύγχρονο άνθρωπο, που είχε ως συνέπεια την αύξηση της συγκέντρωσης της χοληστερόλης στο αίμα, με ό,τι αρνητικό συνεπάγεται αυτό για την ανθρώπινη υγεία. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις, οι οποίες έχουν προκύψει από μεγάλο αριθμό μελετών και αναφέρουν ότι υπάρχει μια συγκεκριμένη κατηγορία λιπαρών οξέων που επιδρά θετικά στην πρόληψη πολλών χρόνιων σύγχρονων παθήσεων του ανθρώπου, όπως οι καρκίνοι, ο διαβήτης, η υπέρταση, η παχυσαρκία κ.α. (Williams, 2000; Mohode *et al.*, 2001; Jense, 2002; Parodi, 2004). Την κατηγορία αυτή αποτελούν τα συζευγμένα λιπαρά οξέα (ΣΛΟ) και τα ω-3 για τα οποία εδώ και χρόνια γίνεται εκτενής αναφορά από τον επιστημονικό κόσμο, σχετικά με τη θετική επίδραση αυτών στην ανθρώπινη υγεία.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον από πλευράς καταναλωτών, όσον αφορά στην επίδραση των τροφίμων στην υγεία και, κατά συνέπεια, η προσοχή επικεντρώνεται κυρίως σε ορισμένα χαρακτηριστικά αυτών, όπως, για παράδειγμα στο προφίλ των λιπαρών οξέων των προϊόντων ζωικής προέλευσης, όπως του γάλακτος και του κρέατος (Ζέρβας, 2013).

Το γάλα αποτελεί μια μεγάλη πηγή παροχής λιπαρών οξέων στη διατροφή του ανθρώπου, αφού, συγκεκριμένα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα παρέχουν το 25-60% των κορεσμένων λιπαρών οξέων (ΚΛΟ) στον Ευρωπαϊκό κόσμο, με αποτέλεσμα τα προϊόντα γάλακτος και το ίδιο το γάλα να «ενοχοποιούνται», αφού αντιμετωπίζονται ως κύριες αιτίες αύξησης της συχνότητας εμφάνισης διαφόρων χρόνιων ασθενειών (Givens and

Shingfied, 2005). Εξαιτίας της «κακής» εικόνας που επικρατεί για το γάλα και τα προϊόντα του, γίνεται (κυρίως στο δυτικό κόσμο) μια προσπάθεια βελτίωσης μερικών συστατικών του γάλακτος, ώστε να υπάρχουν στις επιθυμητές αναλογίες. Για παράδειγμα, η αναλογία των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ΠΑΚΛΟ προς τα ΚΛΟ δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,4, όπως επίσης, και η αναλογία ω-3 προς ω-6 λιπαρών οξέων. Έτσι, η επιθυμητή συγκέντρωση ορισμένων ευεργετικών συστατικών του γάλακτος, σε συνδυασμό με την ανάγκη εξασφάλισης επαρκούς τροφής (food security) και ασφαλούς τροφής (safe food) σε όλους τους ανθρώπους της υφηλίου, αποτελούν προκλήσεις για τον τομέα της διατροφής των αγροτικών ζώων, ο οποίος, μέχρι στιγμής, έχει δείξει θετικά αποτελέσματα και υπόσχεται ακόμα περισσότερα.

1.2 Χαρακτηριστικά του γάλακτος

Τα σημαντικότερα συστατικά του γάλακτος, από διαιτητικής πλευράς, είναι το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη, τα ανόργανα στοιχεία και οι βιταμίνες, ενώ από οικονομικής πλευράς το λίπος και οι πρωτεΐνες. Τα κριτήρια με τα οποία αξιολογείται η ποιότητα του γάλακτος είναι τα διαιτητικά, τα θρεπτικά και τα τεχνολογικά του χαρακτηριστικά, αλλά και η υγιεινή του κατάσταση (Boyazoglou and Morand-Fehr, 2001). Οι παράμετροι αυτές σχετίζονται στενά με τα κύρια συστατικά του γάλακτος (λίπος, πρωτεΐνη, λακτόζη), με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, το μικροβιακό φορτίο, καθώς και με την παρουσία των ανόργανων στοιχείων, των βιταμινών, των ΛΟ, του ΣΛΟ, της χοληστερόλης, των τερπενίων κ.α. (Zervas and Tsiplakou, 2011). Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζεται μια μέση τυπική χημική σύσταση του γάλακτος μηρυκαστικών ζώων και του ανθρώπου.

Η χημική σύσταση του γάλακτος επηρεάζεται γενικότερα από πολλούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα από τη φυλή, την ηλικία, την διατροφή, την εποχή κ.α. Επί παραδείγματι, το γάλα των βελτιωμένων αιγών (Alpine, Zaanen, Tongrnborg κ.λπ) έχει παραπλήσια χημική σύσταση με το αγελαδινό, ενώ το γάλα μη βελτιωμένων (ντόπιων) φυλών αιγών, προσομοιάζει περισσότερο με το πρόβειο. Το πρόβειο γάλα έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά στερεά συστατικά, λίπος, πρωτεΐνες και ανόργανα στοιχεία σε σύγκριση με το αίγαιο και αγελαδινό γάλα (Ζέρβας, 2013). Αν και η εκατοστιαία λιποπεριεκτικότητα του αιγείου γάλακτος είναι παραπλήσια με εκείνης του αγελαδινού, η φυσικοχημική δομή του, εντούτοις, είναι εντελώς διαφορετική (Zervas and Tsiplakou, 2013).

Το λίπος του αιγείου γάλακτος αποτελείται από λιποσφαίρια μικρότερης διαμέτρου σε σχέση με αυτά του αγελαδινού γάλακτος που το καθιστούν περισσότερο εύπεπτο για αυτό τον λόγο συνιστάται να παρέχεται σε άτομα που παρουσιάζουν δυσκολία στην πέψη του αγελαδινού γάλακτος, αλλά και σε βρέφη τα οποία δεν έχουν αναπτύξει πλήρως το πεπτικό τους σύστημα (Jannes, 1990; Park, 1994; Zervas and Tsiplakoy, 2011). Το προφίλ του έχει υψηλότερο ποσοστό ΛΟ μέτριας αλύσου, ω-3 και ω-6 ΠΑΚΛΟ και χαμηλότερο

(ευνοϊκότερο για την ανθρώπινη υγεία) λόγο (ω-6):(ω-3). Εκτενής αναφορά για τα ΛΟ του λίπους του αιγείου γάλακτος γίνεται στην συνέχεια (βλέπε 1.3). Όσον αφορά στις αζωτούχες ουσίες που εμπεριέχονται στο αίγιο γάλα, επηρεάζουν και αυτές με την σειρά τους την διαιτητική του αξία και την τυροκομική του απόδοση και αποτελούνται κατά 94% περίπου από πρωτεΐνες και κατά 6% από μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχες ουσίες (ΜΠΦΝ) (Ζέρβας, 2013). Τέλος, όσον αφορά στη λακτόζη, αυτή είναι συνήθως σταθερή και καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες, εφόσον η διατροφή του ζώου είναι ισορροπημένη (η διατροφή επηρεάζει την περιεκτικότητα της λακτόζης στο γάλα, αλλά σε πάρα πολύ μικρό βαθμό). Επιπρόσθετα, η εκατοστιαία ποσότητά της είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με το αγελαδινό και πρόβιο γάλα και κυμαίνεται περί το 4,5% χωρίς αυτό να αποτελεί διαιτητική λύση για τους ανθρώπους που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη (Silanidova *et al.*, 2010).

Πίνακας 1.1: Μέση χημική σύσταση (σε g/Kg) γάλακτος αίγας, προβάτου, αγελάδας και ανθρώπου.

Συστατικά	Αίγας	Προβάτου	Αγελάδας	Ανθρώπου
Ολικά Στερεά	119,4	190,0	128,9	127,4
Λίπος	38,0	79,0	36,0	40,0
Λακτόζη	41,0	49,0	47,0	69,0
Πρωτεΐνη (ολική)	34,0	62,0	33,0	12,0
Καζεΐνη	25,0	42,0	26,0	4,0
Αλβουμίνη-γλοβουλίνη	7,0	10,0	6,0	7,0
Μη πρωτεϊνικές N-χες ουσίες	4,0	8,0	2,0	5,0
Ανόργανα στοιχεία (τέφρα)	8,0	9,0	7,0	3,0
Ενέργεια (Kcal/100ml)	70,0	105,0	69,0	68,0
Χοληστερόλη	0,10	0,11	0,13	0,16

(από Διατροφή Μηρυκαστικών Ζώων Γ Ζέρβας, 2013)

1.3 Λιπαρά Οξέα (ΛΟ)

Ως λιπαρά οξέα ορίζονται οι ενώσεις που στο μόριο τους βρίσκεται μια αλειφατική αλυσίδα, με τουλάχιστον τέσσερα άτομα άνθρακα, τα οποία ανήκουν στην ομάδα των σαπωνοποιήσιμων λιπιδίων. Μέχρι στιγμής τα ΛΟ που έχουν βρεθεί σε ζώα, φυτά και μικροοργανισμούς αριθμούνται περί τα τριακόσια (Διαμαντίδης, 2010). Σε γενικές γραμμές, η δομή των ΛΟ μπορεί να χαρακτηριστεί ως απλή, στο ένα άκρο (Δ-άκρο) της αλυσίδας απαντάται μια καρβοξυλομάδα (COOH) και στο άλλο άκρο (ω-άκρο) υπάρχει μια μεθυλομάδα (CH₃). Ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων άνθρακα που αποτελούν την κάθε αλυσίδα, τα λιπαρά οξέα κατατάσσονται σε λιπαρά οξέα μικρής αλύσου (στην περίπτωση που έχουν λιγότερα από έντεκα άτομα), μεσαίας αλύσου (αν κυμαίνονται από δώδεκα έως δεκαέξι) και μεγάλης αλύσου (αν αποτελούνται από περισσότερα από δεκαέξι άτομα άνθρακα) (Chilliard *et al.*, 2000). Στον πίνακα 1.2 παρουσιάζεται η μέση εκατοστιαία αναλογία λιπαρών οξέων (ΛΟ) λίπους γάλακτος (% των ολικών λιπαρών οξέων) στα μηρυκαστικά ζώα.

Πίνακας 1.2: Μέση εκατοστιαία αναλογία λιπαρών οξέων (ΛΟ) λίπους γάλακτος (% των ολικών λιπαρών οξέων) μηρυκαστικών ζώων (από Tsiplakou and Zervas, 2008b)

ΛΟ	Πρόβατα	Αίγες	Αγελάδες
C4:0	4,2	3,1	2,0
C6:0	2,0	3,8	2,2
C8:0	2,0	3,0	1,1
C10:0	6,0	10,1	3,0
C12:0	3,1	6,0	2,7
C14:0	5,5	12,2	9,0
C16:0	16,9	27,2	25,0
C18:0	15,8	27,5	13,8
C18:1	38,8	25,6	33,0
<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11, ΣΛΟ	0,40-2,80	0,24-0,88	0,20-0,60
ΚΛΟ	61	74	70
ΜΑΛΟ	32	21	25
ΠΑΚΛΟ	7	5	5

1.3.1 Κορεσμένα και Ακόρεστα Λιπαρά Οξέα

Επιπρόσθετα, τα ΛΟ διακρίνονται σε **Κορεσμένα (ΚΛΟ)** και **Ακόρεστα (ΑΚΛΟ)**. Το βασικό χαρακτηριστικό των ΚΛΟ είναι ότι δεν παρουσιάζουν κανένα διπλό δεσμό στην ανθρακική τους αλυσίδα. Όμως, η κατηγορία αυτή των ΛΟ έχει ταυτιστεί με πολλές από τις χρόνιες ασθένειες που εκδηλώνονται στους πληθυσμούς του σύγχρονου δυτικού κόσμου, όπως για παράδειγμα καρδιοπάθειες, εγκεφαλοπάθειες, διάφορες μορφές διαβήτη, αλλεργίες κ.α (Willians,2000). Σύμφωνα με αναφορές, τα προϊόντα του γάλακτος αντιπροσωπεύουν περίπου το 25-60% των συνολικών ΚΛΟ που καταναλώνεται στην Ευρώπη (Givens and Shingifield, 2006; Chilliard *et al.*, 2007). Οι αναφορές αυτές αποτέλεσα πολλών ερευνητικών προγραμμάτων, καταδεικνύουν ότι η υπέρμετρη κατανάλωση ΚΛΟ, κυρίως C12-C16, έχει ως συνέπεια την αύξηση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα του ανθρώπου. Περαιτέρω, μελέτες συνιστούν όπως η ενέργεια που αντλείται από τα ΚΛΟ στη διατροφή του ανθρώπου, δεν πρέπει να ξεπερνά το 10% της συνολικής προσλαμβανόμενης ενέργειας (Chilliard and Ferlay, 2004). Ως ΑΚΛΟ ορίζονται τα ΛΟ, τα οποία παρουσιάζουν έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς και ενίοτε τριπλούς. Τα πλέον κοινά ΚΛΟ και ΑΚΛΟ είναι το παλμιτικό και το ελαϊκό οξύ, αντίστοιχα (Ζέρβας, 2005).

1.3.2 cis και trans Λιπαρά Οξέα

Τα ΑΚΛΟ, ανάλογα με τον προσανατολισμό των ατόμων του υδρογόνου στη θέση του διπλού δεσμού, μπορούν να ταξινομηθούν σε *cis* και *trans* ισομερή. Ως *cis* ισομερή ορίζονται τα ΑΚΛΟ των οποίων τα άτομα υδρογόνου του μορίου άνθρακα που συνδέονται με διπλό δεσμό είναι στην ίδια πλευρά. Αντίθετα, ως *trans* ισομερή χαρακτηρίζονται τα ΑΚΛΟ των οποίων τα άτομα υδρογόνου βρίσκονται σε αντίθετη πλευρά (Arab,2003). Στο διάγραμμα 1.2 απεικονίζεται η στερεοχημεία των *cis* και *trans* ισομερών.

Τα τελευταία είκοσι, περίπου, χρόνια γίνεται μια μεγάλη αναφορά στα *trans* ΛΟ. Αυτό οφείλεται σε πλειάδα μελετών οι οποίες τονίζουν ότι η μεγάλη κατανάλωση *trans* ΛΟ αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών προβλημάτων, αιφνίδιων θανάτων και διαφόρων μορφών διαβήτη (Mozaffarian *et al.*,2006). Οι οδοί για σχηματισμό των *trans* ΛΟ είναι δύο: είτε σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ που λαμβάνει χώρα εντός της μεγάλης κοιλίας, είτε κατόπιν υδρογόνωσης των φυτικών ελαίων στη βιομηχανία τροφίμων (π.χ. παραγωγή μαργαρίνης, μπισκότων κτλ.), με το πιο κοινό *trans* ΛΟ να είναι το ελαϊκό οξύ (C18:1) (Arab, 2002) .

1.3.3 ω-3 και ω-6 Λιπαρά Οξέα

Με τον όρο **ω-3** και **ω-6** γίνεται αναφορά στα ΑΚΛΟ και κατά κύριο λόγο στα ΠΑΚΛΟ τα οποία διακρίνονται σύμφωνα με τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού, ξεκινώντας την αρίθμηση από τη μεθυλομάδα (CH₃). Εν ολίγοις, ως ω-3 και ω-6 ΛΟ χαρακτηρίζονται αυτά των οποίων ο διπλός δεσμός εντοπίζεται στον τρίτο και στον έκτο άνθρακα, αριθμώντας από το άκρο της μεθυλικής ομάδας, αντίστοιχα (Simopoulos, 1997, Simopoulos, 2002). Η ομαδοποίηση των ω-3 και ω-6 προέκυψε από τη διαπίστωση ότι η βιολογική δράση του κάθε ΑΚΛΟ εξαρτάται από τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού σε σχέση με το μεθυλικό άνθρακα (άνθρακας ω) (Διαμαντίδης, 2010).

Από μεγάλο αριθμό μελετών τονίζεται ότι για την ανθρώπινη υγεία σπουδαίας σημασίας είναι η αναλογία μεταξύ ω-3 και ω-6 ΠΑΚΛΟ. Η ιδανική σχέση μεταξύ ω-3/ω-6=1:(1-5) (Simopoulos, 2002). Στην πραγματικότητα έχει διαπιστωθεί ότι η σχέση αυτή, στις βιομηχανικές κοινωνίες, με κύριο σημείο αναφοράς τους ανθρώπους του δυτικού κόσμου, είναι ένα προς δεκαέξι έως ένα προς είκοσι και σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγαλύτερη ακόμη και από το ένα προς εικοσιπέντε (Simopoulos, 1999). Αυτό το φαινόμενο δυσαναλογίας απορρέει από τις ραγδαίες αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες στο χρονικό διάστημα των τελευταίων 100 χρόνων (Simopoulos, 2002). Σε αυτή την αναλογία (ω-3/ω-6=1/16), οφείλονται πολλές από τις σύγχρονες ασθένειες που εκδηλώνονται σε εκατομμύρια ανθρώπους (Simopoulos, 1994a; Simopoulos, 1994b). Αντίθετα, έχει αποδειχτεί ότι η σωστή σχέση μεταξύ ω-3/ω-6 ΛΟ έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων έως και 70% και, γενικότερα, τη

μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης των προαναφερθεισών χρόνιων ασθενειών (Simopoulos, 2002; Arab, 2003). Η επισήμανση αυτή τονίζει πόσο σημαντική είναι, ως προς την υγεία του ανθρώπου, η ιδανική σχέση μεταξύ ω-3/ω-6. Παράλληλα, η ιδανική αυτή σχέση έχει αποτελέσει στόχο πολλών ερευνητικών μελετών που σχετίζονται με τη διατροφή των αγροτικών ζώων, ώστε να επηρεάσουν την τιμή του λόγου ω-3/ω-6 ΛΟ, προσεγγίζοντας, κατά το δυνατό, την επιθυμητή τιμή, καθ' ότι τα προϊόντα των μηρυκαστικών και γενικότερα των παραγωγικών ζώων, όπως έχει προαναφερθεί, αποτελούν κύρια πηγές ΛΟ για τον άνθρωπο (Chilliard *et al.*, 2000).

1.3.4 Απαραίτητα Λιπαρά Οξέα (EFA, Essential fatty acids)

Απαραίτητα Λιπαρά Οξέα (ΑΛΟ) ορίζονται τα ΛΟ που δεν μπορούν να συντεθούν από τον ζωικό οργανισμό και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να χορηγούνται μέσω της τροφής. Τα κυριότερα απαραίτητα ΛΟ είναι το λινελαϊκό οξύ (18:2, ω-6) και το λινολενικό (18:3, ω-3) και δευτερευόντως το αραχιδονικό οξύ (20:4, ω-6). Το αραχιδονικό δύναται να σχηματιστεί από το λινελαϊκό οξύ, για αυτό και δεν θεωρείται, πάντοτε, απαραίτητο (Ζέρβας, 2005). Ακόμα, τα ΑΛΟ αποτελούν πηγή των υλικών που απαιτούνται για το σχηματισμό των εικοσιενοειδών. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι προσταγλανδίνες, οι οποίες ρυθμίζουν πολλές λειτουργίες του οργανισμού (Arab, 2003). Επίσης, αποτελούν πηγή άλλων, εξίσου σημαντικών, ΛΟ (C₂₀) όπως του εικοσιπεντανοϊκού οξέος (EPA) και του εικοσιδιεξανοϊκού οξέος (DHA), που ασκούν ευεργετικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου (Simopoulos, 2002, Lock, 2004).

1.4 Το λίπος του γάλακτος

Το λίπος είναι ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά της διατροφικής και τεχνολογικής ποιότητας του γάλακτος. Τα λιπίδια του γάλακτος συσχετίζονται με την απόδοση του γάλακτος σε τυρί ανά κιλό γάλακτος, καθώς επίσης με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων (Delacroix-Buchet and Lamberet, 2000; Chilliard *et al.*, 2005, Eknaes *et al.*, 2009; Chilliard *et al.*, 2013). Το λίπος του γάλακτος, στα μηρυκαστικά ζώα, απαντάται με την μορφή των τριγλυκεριδίων, σε ποσοστό 97-98% (1 τριγλυκερίδιο=1 γλυκερίνη+3ΛΟ) και σε μηδαμινές ποσότητες διγλυκεριδίων, μονογλυκεριδίων και μη εστεροποιημένων ΛΟ (Palmquist and Jensen, 2008). Επίσης, το λίπος του γάλακτος συντίθεται, είτε από τα ΛΟ που λαμβάνονται μέσω του αίματος (~60%), είτε κατά την *de novo* σύνθεση, που λαμβάνει χώρα στο μαστικό αδέν (αδένωμα) (~40%) (Chilliard *et al.*, 2000; Jensen, 2002; Bauman *et al.*, 2006; Nafikov and Beitz, 2007; Harvatine *et al.*, 2009). Ακόμα, το λίπος του γάλακτος των μηρυκαστικών ζώων χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε ΛΟ χαμηλού μοριακού βάρους, το ποσοστό των οποίων μπορεί να φτάσει και το 20% του συνόλου των ΛΟ. Για το λόγο αυτό, το λίπος του γάλακτος είναι

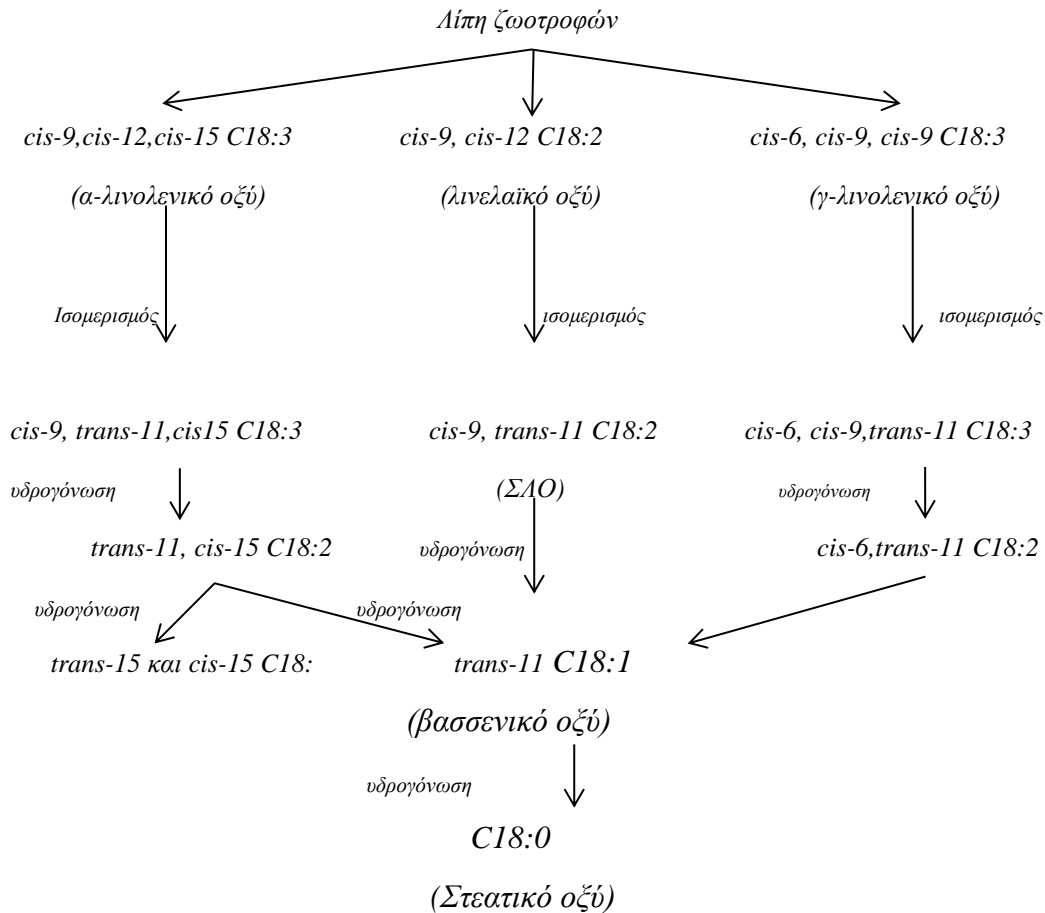
μαλακότερο από το αποταμειωτικό λίπος του αντίστοιχου είδους ζώου, αλλά όχι τόσο μαλακό όσο το λίπος φυτικής ή υδρόβιας προέλευσης. Αντίθετα, το λίπος του γάλακτος των μη μηρυκαστικών ζώων είναι παρόμοιας σκληρότητας με το αποταμειωτικό λίπος (Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων Γεώργιος Ζέρβας, 2005, σ.47)

1.4.1 Μεταβολισμός των λιπιδίων της τροφής στα μηρυκαστικά

Η όλη διαδικασία του μεταβολισμού των λιπιδίων στη μεγάλη κοιλία, επιδρά σε μεγάλο βαθμό στην τροποποίηση της σύνθεσης των ΛΟ που υπάρχουν στην τροφή (Lock and Bauman, 2004). Αρχικά, οι βακτηριακές λιπάσες υδρολύουν μερικώς τα ουδέτερα λίπη της τροφής, σε γλυκερίνη και λιπαρά οξέα. Η υδρόλυση αυτή, λαμβάνει χώρα στους προστομάχους. Η γλυκερίνη, στη συνέχεια, καταβολίζεται σε κατώτερα ΛΟ (κατά κύριο λόγο σε προπιονικό οξύ). Τα δε ΑΚΛΟ, μέχρι 18 άτομα άνθρακα, υδρογονώνονται σε ένα μεγάλο ποσοστό και γίνονται περισσότερο κορεσμένα (Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων Γ. Ζέρβας, 2005, σελ.211). Ακολούθως, θα γίνει μια προσπάθεια εκτενέστερης ανάλυσης της διαδικασίας της βιοϋδρογόνωσης των ΑΚΛΟ στη μεγάλη κοιλία.

Ως γνωστόν, τα επικρατέστερα ΠΑΚΛΟ με C18, που υπάρχουν στα ουδέτερα λίπη των τροφών, είναι το λινελαϊκό και λινολενικό οξύ. Τα ελεύθερα ΑΚΛΟ, υπόκεινται σε μεγάλο βαθμό υδρογόνωσης, μέσω της δράσης μερικών ειδών βακτηρίων του μικροβιακού πληθυσμού, τα οποία εκτελούν αυτές τις αντιδράσεις ως προστατευτικοί μηχανισμοί από πιθανές τοξικές επιδράσεις των ΠΑΚΛΟ (Lock and Bauman, 2004; Ζέρβας, 2005). Για παράδειγμα, το λινελαϊκό οξύ (*cis*9, *cis*12 C18:2) ισομερίζεται σε συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (*cis*9, *trans*11 C18:2), το οποίο, στη συνέχεια, υδρογονώνεται σε βασενικό οξύ (*trans*11 C18:1) και τελικά σε στεατικό οξύ (C18:0) (Chilliard and Ferlay, 2004). Το λινελαϊκό οξύ, δίνει ένα μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων μεταβολικών προϊόντων κατά την διάρκεια της υδρογόνωσης του, περιλαμβανομένων του βασενικού οξέος αλλά και του συζευγμένου λινελαϊκού οξέος (ΣΛΟ), το οποίο δε φαίνεται να παράγεται από τη βιοϋδρογόνωση του λινολενικού οξέος (Chilliard and Ferlay, 2004; Ζέρβας, 2005). Ακόμα, κατά τη διάρκεια της βιοϋδρογόνωσης στη μεγάλη κοιλία, μερικά ενδιάμεσα προϊόντα μπορούν να αποφύγουν τον τελικό κορεσμό σε στεατικό οξύ. Απορροφούνται από το βλεννογόνο του πεπτικού συστήματος και εφοδιάζουν το μαστό. Αυτά τα δύο κύρια προϊόντα είναι το *cis*9, *trans*11 C18:2 (ΣΛΟ), το οποίο παράγεται κατά την διάρκεια της υδρογόνωσης του λινελαϊκού οξέος και το *trans*11 C18:1 (βασενικό οξύ), που προέρχεται από την υδρογόνωση τόσο του λινελαϊκού, όσο και του λινολενικού οξέος (Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων Γ. Ζέρβας, 2005). Επίσης, στη μεγάλη κοιλία μπορούν να βρεθούν περισσότερα από δώδεκα C18 ΜΑΚΛΟ και πολλά ΣΛΟ, τα οποία έχουν ταυτοποιηθεί (Loor *et al.*, 2004). Η βιοϋδρογόνωση στη μεγάλη κοιλία συντελεί στη μετατροπή του λινελαϊκού και του λινολενικού οξέος σε, κατά το δυνατό, κορεσμένη μορφή. Το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ υφίστανται υδρογόνωση της τάξεως του 80% και 92%, αντίστοιχα (Chilliard and Ferlay, 2004). Ο βαθμός υδρογόνωσης των λιπαρών ουσιών στη μεγάλη

κοιλία εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από το ποσοστό των συμπυκνωμένων ζωοτροφών που αναλογούν στο σιτηρέσιο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των συμπυκνωμένων ζωοτροφών (αποτελούν το 70%), η βιοϋδρογόνωση είναι της τάξεως του 50% και 65%, αντίστοιχα, για τα δύο προαναφερθέντα ΛΟ και αυτό σχετίζεται στενά με το βαθμό του pH που επικρατεί στη μεγάλη κοιλία (Ζέρβας, 2005). Τέλος, είναι γεγονός ότι οι βιοχημικοί οδοί βιοϋδρογόνωσης του λινελαϊκού και λινολενικού οξέος, είναι πολύπλοκοι και, ως εκ τούτου, δε μπορεί να γίνει εκτενέστερη περιγραφή. Στο διάγραμμα 1.3 απεικονίζονται τα βασικά βήματα της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ των ζωοτροφών.



Διάγραμμα 1.3: Βιοϋδρογόνωση του λινελαϊκού και των λινολενικών οξέων (Harfoot and Hazlewood, 1997)

1.4.2 Λιποσύνθεση στο μαστικό αδέν

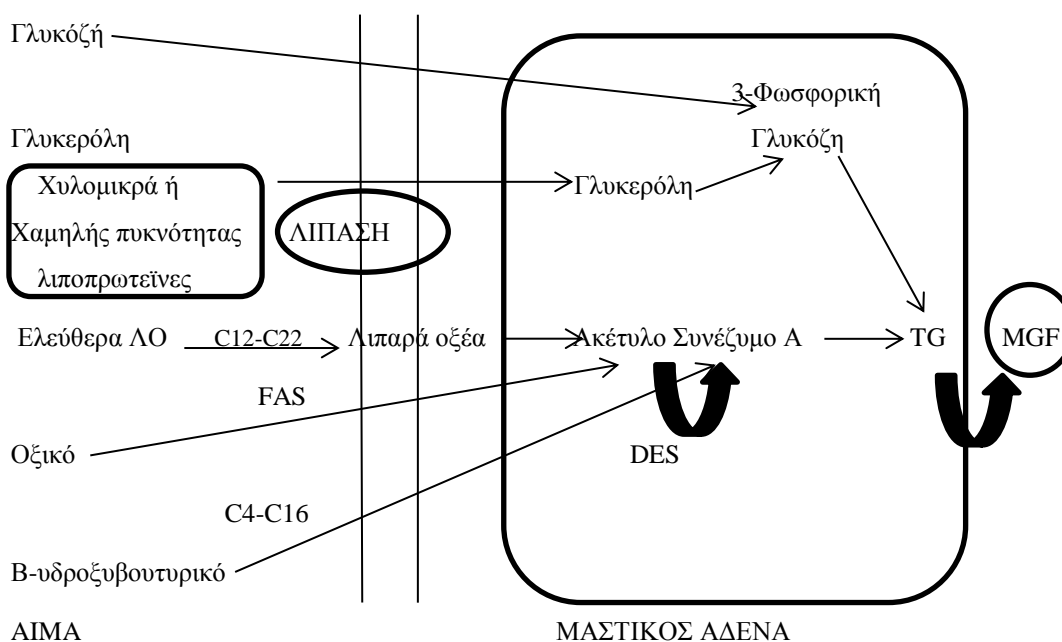
Το λίπος του αίγιου γάλακτος συντίθεται από τα ΛΟ τα οποία παρέχονται, από το αρτηριακό αίμα (~60%), και ενδογενός που λαμβάνει χώρα στο μαστικό αδέν (~40%). Τα ΛΟ συντίθεται *de novo* από το οξικό και β-υδροξυβουτυρικό οξύ. Τα δύο ΛΟ οξέα παρέχουν το 15% του συνόλου των ΛΟ που χρειάζονται για την σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος (Chilliard *et al.*, 2000). Σχεδόν όλα τα ΛΟ C4-C14, καθώς και το 50% των C16

σχηματίζονται *de novo*, ενώ τα μακράς αλύσου ΛΟ προέρχονται, κατά κύριο λόγο, μέσω του αίματος. Σε μικρότερο βαθμό, προκύπτουν από τη λιπόλυση που γίνεται κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης της γαλακτικής περιόδου, όπου παρατηρείται αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο, που είναι πιο συνηθισμένο στις αγελάδες. Η κύρια μεταβολική οδός περιλαμβάνει δύο ένζυμα-κλειδιά, την καρβοξυλάση του ακέτυλο-συνέζυμο Α (CoA) και την συνθετάση των ΛΟ (Chilliard *et al*, 2000). Η συνθετάση των ΛΟ, είναι ένα σύμπλοκο ενζύμων, με ρόλο να συνθέτει τα ΛΟ μέχρι 16 άτομα άνθρακα (Chilliard and Ferlay, 2004). Σύμφωνα με τους Barber *et a.*, (1997) η καρβοξυλάση του ακέτυλο-CoA, καταλύει το σύμπλοκο της μαλονύλο-CoA από το οξικό οξύ και η συνθετάση των ΛΟ καταλύει τους κύκλους συμπύκνωσης του μαλονύλο-CoA, είτε με το ακέτυλο-CoA, είτε με το βούτυλο-CoA, που προέρχονται από το μεταβολισμό του οξικού και του β-υδροξυβουτυρικού οξέος, αντίστοιχα. Οι κυτταρικοί και οι μοριακοί παράγοντες που ρυθμίζουν το μήκος της αλυσίδας που συντίθεται, μεταξύ των ίδιων ειδών ή μεταξύ διαφορετικών ειδών μηρυκαστικών, παραμένουν ακόμα αδιευκρίνιστοι, κάτι που ισχύει και για τους παράγοντες που καθορίζουν τις ιδιαιτερότητες του αγείου γάλακτος, που περιέχουν περισσότερα ΛΟ με 8 και 10 άτομα άνθρακα (Chilliard and Ferlay, 2004).

Τα προσχηματισμένα ΛΟ μεταφέρονται στο πλάσμα ως μη εστεροποιημένα ΛΟ ή ως τριγλυκερίδια. Αυτό οφείλεται στη δράση της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης, η οποία επιδρά στα τριγλυκερίδια υδρολύοντάς τα σε ΛΟ και γλυκερίνη. Τα ΛΟ δεσμεύονται, ακολούθως, από τους μαστικούς αδένες. Η ποσότητα των τριγλυκεριδίων που προσλαμβάνεται είναι ανάλογη με τη συγκέντρωσή τους στο πλάσμα του αίματος. Επιπρόσθετα, ο μαστικός αδένας προσλαμβάνει τα μη εστεροποιημένα ΛΟ (NEFA), που απελευθερώνονται από το λιπώδη ιστό, ως πηγή για το σχηματισμό των, μακράς αλύσου, ΛΟ (Chilliard and Ferlay, 2004). Τα ΛΟ που αποθηκεύονται στο λιπώδη ιστό των μηρυκαστικών είναι, κυρίως τα C16:0, C18:0 και το *cis*9 C18:1. Για αυτόν το λόγο, κατά την αρχή της γαλακτικής περιόδου ή όταν υπάρχει αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο, όπου παρατηρείται κινητοποίηση του λιπώδους ιστού ώστε να καλύψει, κατά το δυνατό, τις ανάγκες σε ενέργεια, παρουσιάζεται μια απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του στεατικού (C18:0) και του ελαϊκού (C18:1) οξέος (Chilliard *et al.*, 2003). Στο διάγραμμα 1.4 απεικονίζονται τα στάδια της σύνθεσης και έκκρισης του λίπους του γάλακτος στα μηρυκαστικά.

Σε σύγκριση με άλλους ιστούς ο μαστικός αδένας δε μπορεί να μετατρέψει το C16:0 σε C18:0 μέσω της επιμήκυνσης της αλυσίδας (Moore *et al.*, 1981). Παρόλα αυτά, τα εντελώς διαφοροποιημένα εκκριτικά κύτταρα του μαστικού αδένου, εκφράζουν μια υψηλή δραστηριότητα στο ένζυμο Δ⁹ αφυδρογονάση, η οποία, μέσω της δράσης της, σχηματίζει τέσσερα κύρια προϊόντα, ανάμεσα στα οποία είναι και το ελαϊκό οξύ (*cis*-9, C18:1), από το στεατικό οξύ (C18:0), συμβάλλοντας, στο σχηματισμό του ελαϊκού οξέος πέραν του 50% του συνόλου του (Bickerstaffe *et al.*, 1974, Enjalbert *et al.*, 1998). Επιπρόσθετα, το 30% του βασενικού οξέος (*trans*-11, C18:1) που προέρχεται από τη μεγάλη κοιλία, μπορεί να μετατραπεί με τη βοήθεια της Δ⁹ αφυδρογονάση, σε συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (*cis*-

9,*trans*-11 C18:2), που είναι και το κύριο ισομερές του ΣΛΟ του γάλακτος (Griinari *et al.*, 1999; Looor *et al.*, 2002; Chilliard *et al.*, 2003). Ακόμα, σημαντικό ρόλο επιτελεί στο σχηματισμό του μυριστελαϊκού οξέος (C14:1) και τέλος, του παλμιτελαϊκού (C16:1), από το μυριστικό (C14:0) και το παλμιτικό οξύ (C16:0), αντίστοιχα. Η δραστηριότητα της Δ⁹ αφυδρογονάση οφείλεται στην ιδιαιτερότητα της να αφαιρεί ένα άτομο υδρογόνου από το ένατο άτομο άνθρακα, δημιουργώντας ένα διπλό δεσμό, στη θέση αυτή (Griinari *et al.*, 2000, Corl *et al.*, 2000). Περαιτέρω, σύμφωνα με τους Corl *et al.* (2000), είχε χορηγηθεί σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής έλαιο αμυγδαλού, το οποίο δρα σαν ανασταλτικός παράγοντας στη δράση της Δ⁹ αφυδρογονάση, με παρατηρούμενη μείωση, περί το 60% της συνολικής ποσότητας του *cis*-9, *trans*-11 C18:2. Επίσης, ο καλύτερος δείκτης της δραστηριότητας της Δ⁹ αφυδρογονάσης είναι η τιμή του λόγου C14:1/C14:0, καθότι όλα τα C14:0 συντίθενται *de novo* από τα επιθηλιακά κύτταρα του μαστικού αδένου, ενώ τα άλλα υποστρώματα των οξέων μπορεί να απορροφηθούν από το βλεννογόνο του εντέρου (Cabiddu *et al.*, 2005). Επιπλέον, σύμφωνα και με άλλους μελετητές, η δραστηριότητα της Δ⁹ αφυδρογονάσης μπορεί να προσδιοριστεί και από άλλους λόγους όπως, C16:1/C16:0, C18:1/C18:0 και από το λόγο *cis*-9, *trans*-11 CLA/ VA (Choi *et al.*, 2000). Κατά συνέπεια, η δράση της Δ⁹ δεσατουράσης διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην τελική συγκέντρωση των ΣΛΟ στο λίπος του γάλακτος (Tsiplakou *et al.*, 2008; Tsiplakou and Zervas, 2008). Στο διάγραμμα 1.5 απεικονίζεται η δραστηριότητα της Δ⁹ αφυδρογονάσης.

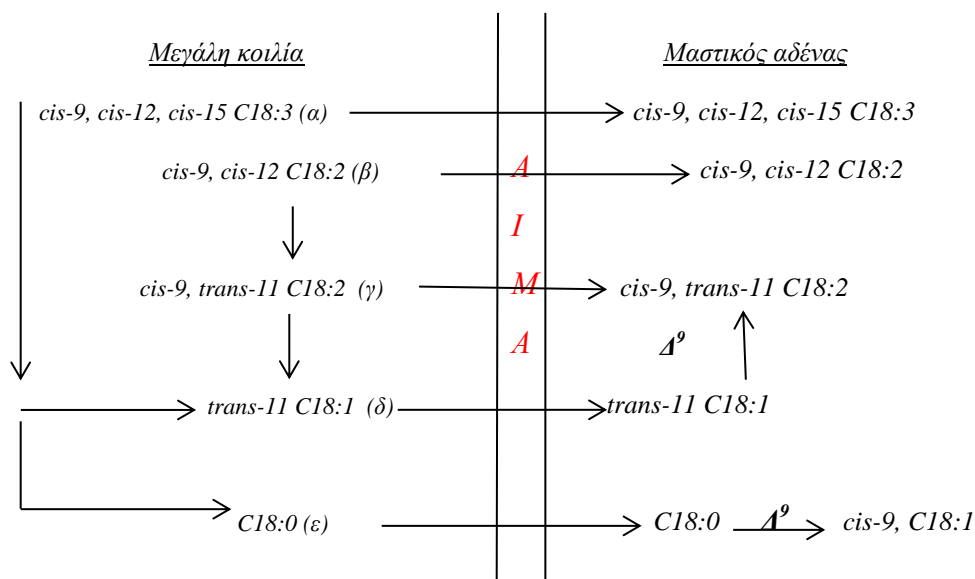


Διάγραμμα 1.4: Σύνθεση και έκκριση του λίπους του γάλακτος στα μηρυκαστικά.

TG: τριγλυκερίδια, MGF: μόριο λίπους γάλακτος, DES=Δ⁹ αφυδρογονάση, ACC: καρβοξυλάση CoA, FAS: συνθετάση των ΛΟ (Chilliard *et al.*, 2000).

1.4.3 Συζευγμένο Λινελαϊκό Οξύ (ΣΛΟ)

Μεγάλη αναφορά έγινε για το ρόλο του συζευγμένο λινελαϊκού οξέος (ΣΛΟ), το οποίο αποτελεί μια ομάδα ΛΟ, που επιδρά θετικά στην υγεία του ανθρώπου, παρεμποδίζοντας την καρκινογένεση, τις διάφορες μορφές διαβήτη, την εμφάνιση της παχυσαρκίας, την αθηρογένεση, την οξειδωση του λίπους κ.α. (Precht *et al*, 1997; Parodi *et al*, 1999; Ζέρβας, 2005). Το ΣΛΟ, όπως έχει προαναφερθεί, σχηματίζεται μέσω δύο οδών: κατά τη διάρκεια της βιοϋδρογόνωσης του λινελαϊκού οξέος (όταν αυτή είναι ατελής και αποτελεί ενδιάμεσο προϊόν, που απορροφάται από το πεπτικό σύστημα, οδηγούμενο, στη συνέχεια, στο μαστικό αδέννα, με τελικό προορισμό το γάλα) και στο μαστικό αδέννα, με τη δράση της Δ^9 αφυδρογονάσης (έχει αναπτυχθεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, βλέπε 1.4.2), μετατρέποντας το βασενικό οξύ (18:1) σε ΣΛΟ. Η συγκέντρωση του ΣΛΟ (*cis*-9, *trans*-11 ισομερές) στο λίπος του γάλακτος επηρεάζεται από ένα αριθμό παραγόντων, όπως η διατροφή, η εποχή, το είδος του ζώου, η φυλή του ζώου κ.α. (Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων Γ Ζέρβας, 2005). Παρακάτω, στο διάγραμμα 1.5 απεικονίζονται οι κυριότερες οδοί σχηματισμού των ΣΛΟ και η δραστηριότητα της Δ^9 αφυδρογονάσης.



Διάγραμμα 1.5: Οι κύριες οδοί σύνθεσης των ΣΛΟ και η δράση της Δ^9 αφυδρογονάσης (Chilliard *et al.*, 2003)

1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση (προφίλ) των λιπαρών οξέων, στο λίπος του γάλακτος

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση των λιπαρών οξέων, ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: σε παράγοντες που σχετίζονται με το ζώο και σε διατροφικούς παράγοντες. Η επίδραση αυτών στη σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος επιβεβαιώνεται σε πλειάδα μελετών. Ακολούθως, γίνεται ξεχωριστή αναφορά των παραγόντων που επηρεάζουν το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος στα μηρυκαστικά.

1.5.1 Παράγοντες που απορρέουν από το ζώο

Οι διαφορές στη σύσταση των ΛΟ του γάλακτος των μηρυκαστικών που απορρέουν από τον παράγοντα ζώο, χωρίζονται κυρίως στους φυσιολογικούς παράγοντες (στάδιο γαλακτοπαραγωγής, ασθένειες, ηλικία, πολυδυμία, γαλακτοπαραγωγή) και στους γενετικούς παράγοντες (είδος, φυλή, ατομικότητα).

1.5.1.1 Είδος του ζώου

Το είδος του ζώου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το προφίλ των ΛΟ στο λίπος του γάλακτος. Την διατύπωση αυτή επιβεβαιώνουν οι Zervas and Tsiplakou (2011), αναφέροντας ότι το γάλα των μικρών μηρυκαστικών (αίγες και πρόβατα) παρουσιάζει μια υψηλότερη συγκέντρωση στα ΛΟ C6-C8-C10, της τάξεως περίπου του 15%, έναντι του ίδιου μήκους κύματος ΛΟ, των οποίων η συγκέντρωση είναι περί το 10% της συνολικής συγκέντρωσης ΛΟ στο αγελαδινό γάλα, μια διατύπωση την οποία ασπάζεται και ο Chilliard *et al.* (2003).

Οι Lucas *et al.* (2009) εντόπισαν διαφορές στα ΛΟ, μεταξύ του αγελαδινού και αίγειου τυριού. Συγκεκριμένα, παρατήρησαν ότι στο αίγειο τυρί υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση ($P<0.001$) ΛΟ C8:0, C10:0 και χαμηλότερη συγκέντρωση C6:0, έναντι του αγελαδινού τυριού. Αντιθέτως, στο αγελαδινό τυρί, παρουσιάζεται υψηλότερη συγκέντρωση ($P<0.001$) ΛΟ C4, *trans*-11 C18:1, *cis*-9, *trans*-11 C18:2 και χαμηλότερη συγκέντρωση C14:0, C16:0 και C18:3 ω -3. Σε μια άλλη αναφορά που έγινε από τους Ceballos *et al.* (2009), διαπιστώθηκε ότι στο αίγειο γάλα, η συγκέντρωση ΛΟ μήκους κύματος C6-C16, είναι υψηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη του αγελαδινού γάλακτος (28,5%, $P<0.05$). Αυτό ισχύει και όσον αφορά στα ω -6 ΠΑΚΛΟ (10%, $P<0.05$), ω -3 ΠΑΚΛΟ (51,1%, $P<0.05$), αλλά και στο σύνολο των ΣΛΟ (33,8%, $P<0.05$).

Επιπλέον, σε άλλα πειράματα που έγιναν από τους Tsiplakou and Zervas (2008), συνάγεται το συμπέρασμα ότι, μεταξύ αιγών και προβάτων, παρατηρήθηκε διαφορετική αντίδραση ως προς το προφίλ των ΛΟ, υπό συγκεκριμένες επεμβάσεις, μια παραδοχή με την οποία συμφωνούν και οι Talpur *et al.* (2008). Αναλυτικότερα, οι Tsiplakou and Zervas χρησιμοποίησαν έναν αριθμό αιγών και προβάτων, στα οποία παραχωρήθηκαν δύο υπό εξέταση υποπροϊόντα, ελαιόφυλλα και στέμφυλα οινοποιίας. Στην περίπτωση αυτή, σύμφωνα με το μάρτυρα έκαστης επέμβασης, εντοπίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις,

μόνο στα ΛΟ (*cis*-9, *trans*-11 C18:2 και *trans*-11 C18:1) του πρόβειου γάλακτος, αποτέλεσμα που στηρίζει την υπόθεση ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών. Ακόμα, αποκλίσεις όσον αφορά στη σύνθεση των λιπαρών οξέων μεταξύ αιγών και προβάτων, έχουν διατυπωθεί από τους Tsiplakou *et al.* (2006), εντοπίζοντας διαφορές στη συγκέντρωση ΣΛΟ μεταξύ αιγών και προβάτων, που κάλυπταν εξ ολοκλήρου τις ανάγκες τους μέσω της βοσκής, με υψηλότερη προκύπτουσα συγκέντρωση, αυτήν του πρόβειου, έναντι του αίγειου γάλακτος. Οι διαφορετικές διατροφικές συνήθειες των δύο ειδών ζώων αιτιολόγησαν, κατά κύριο λόγο, αυτή τη διαφορά.

1.5.1.2 Η φυλή του ζώου

Για την αναφερόμενη παράμετρο, οι απόψεις που επικαλούνται οι διάφοροι ερευνητές δίστανται, όσον αφορά στην ύπαρξη παραλλακτικότητας στη σύνθεση των ΛΟ, ανάμεσα σε διαφορετικές φυλές ζώων. Έχει δημοσιευτεί μια συνοπτική έρευνα από Samkova *et al.* (2012), αναφερόμενη στην επίδραση της φυλής στις αγελάδες, που παραθέτει διάφορα συγκεντρωτικά στοιχεία από τέσσερις διαφορετικές μελέτες, μεταξύ των χρόνων 2000 και 2005, σε τρεις διαφορετικές φυλές αγελάδων (Holstein, Jersey και Brown Swiss), προκειμένου να ξεκαθαρίσει η εικόνα, όσον αφορά στην επίδραση της εξεταζόμενης παραμέτρου, στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος. Σε αυτήν τη μελέτη, εντοπίζεται ότι, ανάμεσα στις τρεις συγκρινόμενες φυλές αγελάδων, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά, με εξαίρεση τη σύγκριση που έγινε μεταξύ των φυλών Holstein (n=113) και Brown Swiss (n=106) ($P<0.001$). Ένας από τους λόγους που δεν έχει παρατηρηθεί σημαντική, στατιστικώς, διαφορά μεταξύ των φυλών, πιθανόν να είναι και ο μικρός αριθμός δειγμάτων (n).

Στην περίπτωση της επίδρασης της φυλής στη σύνθεση των ΛΟ στα πρόβατα, η εικόνα δεν είναι ξεκάθαρη, όσον αφορά στη σύνθεση ΛΟ στο λίπος του γάλακτος. Σύμφωνα με τους Borbosa *et al.* (2003), που είχαν μελετήσει δύο διαφορετικές πορτογαλικές φυλές προβάτων (Bordaleira of Entre Douro e Minho και την Serra da Estrela), με κύρια παράμετρο εξέτασης τη συγκέντρωση του ΣΛΟ, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε καμία επίδραση ως προς τη μεταβολή των ΣΛΟ, υπό τη χορήγηση του ίδιου σιτηρεσίου. Αντίθετα αποτελέσματα, έχουν αναφέρει οι Signorelli *et al.* (2008), οι οποίοι είχαν μελετήσει τρεις διαφορετικές ιταλικές φυλές (συγκεκριμένα, τις Altamura, Gentile di Puglia και Sarda), παρέχοντας κατά το πείραμα αυτό, το ίδιο σιτηρέσιο και στις τρεις φυλές και παρατηρώντας σημαντική στατιστικώς διαφορά ($P<0,05$), στα ΛΟ C4:0, C6:0, C12:0, C14:0, C16:0 και C18:0. Περαιτέρω, δεν εντοπίστηκε καμία σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του ΣΛΟ. Σε μια νέα σύγκριση μεταξύ δύο διαφορετικών φυλών προβάτων, της φυλής Kachi (n=25) και της Kooka (n=25) που έγινε από τους Talpur *et al.* (2008), όπου τα ζώα ήταν κάτω από την ίδια διαχείριση και την ίδια διατροφή, είχε εντοπιστεί η ύπαρξη σημαντικής διαφοράς ($P<0.05$) στη σύσταση των *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), καθώς και στη συνολική συγκέντρωση των ΜΑΚΛΟ, μεταξύ των δύο υπό εξέταση φυλών. Αντιθέτως, καμία σημαντική διαφορά δεν εντοπίστηκε στα ΠΑΚΛΟ ($P>0.05$). Μια άλλη

μακροχρόνια και αρκετά επικεντρωμένη μελέτη που αφορούσε τον παράγοντα φυλή, έγινε από τους Tsiplakou *et al.* (2006), ανάμεσα σε τέσσερις υπό εξέταση φυλές (Awassi, Lacaune, Friesland και Χίου), με εξεταζόμενη παράμετρο τη σύσταση του *cis-9, trans-11* C18:2 (ΣΛΟ). Σύμφωνα με αυτή, δεν εντοπίστηκε κάποια σημαντική, στατιστικώς διαφορά, ανάμεσα στις τέσσερις φυλές.

Τέλος, όσον αφορά τις αίγες, οι δημοσιευμένες μελέτες που έγιναν, με στόχο τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών φυλών αιγών είναι λιγότερες έναντι αυτών που αφορούν στις αγελάδες και στα πρόβατα. Μια από αυτές ήταν η μελέτη των Talpur *et al.* (2008), μεταξύ των φυλών Pateri και Kamori, όπου στα ζώα προσκομιζόταν το ίδιο σιτηρέσιο και υπόκειντο την ίδια διαχείριση. Κατά τη μελέτη, παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του *cis-9, trans-11* C18:2 (ΣΛΟ) και των ΜΑΚΛΟ ($P < 0.05$) μεταξύ των δύο φυλών, καθώς και ακόμα μεγαλύτερη στατιστική διαφορά στη συνολική συγκέντρωση των ΚΛΟ ($P < 0.01$). Τέλος, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στη σύνθεση των ΠΑΚΛΟ ($P > 0.05$).

Συνοπτικά, σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η φυλή μπορεί να επηρεάσει το προφίλ των ΛΟ, σε περιορισμένο βαθμό.

1.5.1.3 Στάδιο γαλακτικής περιόδου

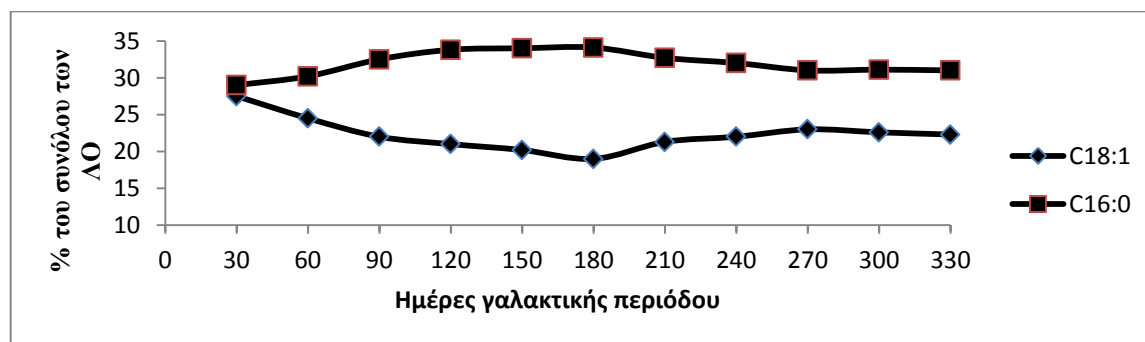
Ο παράγοντας γαλακτική περίοδος έχει μελετηθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό, συγκριτικά με τους άλλους παράγοντες, με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον να εστιάζεται στις αγελάδες και λιγότερο στα αιγοπρόβατα. Η γαλακτική περίοδος, στην πλειοψηφία των πειραμάτων, είχε χωριστεί σε τρεις υπό εξέταση φάσεις: την 1^η (<100 μέρες), τη 2^η (100-200 μέρες) και την 3^η (>200 μέρες γαλακτικής περιόδου), κατά την οποία γινόταν η σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων της κάθε περιόδου (Samkova *et al.*, 2012).

Σύμφωνα με τους Samkova *et al.* (2012) η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δειγμάτων, ως προς την σύνθεση των ΛΟ του λίπους του γάλακτος, εντοπίζεται στην πρώτη φάση της γαλακτικής περιόδου (Kay *et al.*, 2005; Komprda *et al.*, 2005; Lake *et al.*, 2007). Συγκεκριμένα, οι εμφανέστερες διαφορές παρατηρήθηκαν κατά τις πρώτες εβδομάδες και γίνονταν λιγότερο εμφανείς από την όγδοη εβδομάδα της γαλακτικής περιόδου κι έπειτα (Bernal-Santos *et al.*, 2003; Kay *et al.*, 2005; Lake *et al.*, 2007). Μια άλλη μελέτη των Fearon *et al.* (2004), ανέφερε ότι εντοπίστηκαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ακόρεστων ΛΟ στη δεύτερη φάση της γαλακτικής περιόδου, συγκριτικά με τις άλλες δύο φάσεις.

Έχει παρατηρηθεί ακόμα, ότι κατά την πρόοδο της γαλακτικής περιόδου, η ποσότητα των *de novo* ΛΟ (μικρής και μεσαίας αλύσου) αυξάνονται προοδευτικά, ενώ τα προσχηματισμένα ΛΟ παρουσιάζουν μείωση (Palmquist *et al.*, 1993; Secchiari *et al.*, 2003; Kay *et al.*, 2005; Komprda *et al.*, 2005; Garsworthy *et al.*, 2006). Μια παρόμοια διατύπωση έχουν κάνει και οι Auldrist *et al.* (1998), παρατηρώντας ότι το σύνολο της ποσότητας των ΛΟ (C4:0-C12:0) ήταν μικρότερη την 30^η ημέρα της γαλακτικής περιόδου, έναντι της 120^{ης}

και της 210^{ης} ημέρας. Σύμφωνα με αυτή την παρατήρηση, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος εξαρτάται από την πηγή προέλευσης του λίπους, αν δηλαδή, τα λιπαρά οξέα συντίθενται *de novo* ή αν αυτά είναι προσχηματισμένα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η συγκρινόμενη ποσότητα, μεταξύ των ΛΟ C16:0 και C18:1, το μεν C16:0, όπως έχει προαναφερθεί, σχηματίζεται, κατά το ήμισυ, από *de novo* σύνθεση, ενώ το C18:1 παρέχεται, κατά κύριο λόγο, ως «έτοιμο» ΛΟ. Όσον αφορά στην τάση που ακολουθεί η ποσότητα του C16:0, είναι αυξητική έναντι τις τάσης του C18:1, η οποία βαίνει μειούμενη, όσο εξελίσσεται η γαλακτική περίοδος. Αυτό το φαινόμενο, θα μπορούσε να συνδεθεί με το αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο, που παρουσιάζεται στις υπερπαράγωγες, κυρίως αγελάδες, αμέσως μετά τον τοκετό, που έχει ως επακόλουθο το μεταβολισμό του λιπώδους ιστού για κάλυψη του ενεργειακού ελλείμματος που παρουσιάζουν τα ζώα, αυξάνοντας ταυτόχρονα, την κινητικότητα των μακράς αλύσου ΛΟ, που είναι κύρια συστατικά του λιπώδους ιστού (Samkova *et al.*, 2012). Επίσης, ο λιπώδης ιστός των μηρυκαστικών ζώων είναι πλούσιος σε παλμιτικό, στεατικό και ελαϊκό οξύ κι άρα εξηγείται, έτσι, η αυξημένη συγκέντρωση των συγκεκριμένων ΛΟ στο γάλα, στην αρχή της γαλακτικής περιόδου (Bas *et al.*, 1987). Το διαγράμμα 1.6 απεικονίζει την ποσοστιαία διακύμανση των C16:0 και C18:1, κατά την διάρκεια της γαλακτικής περιόδου, σε δύο ξεχωριστά πειράματα.

Όσον αφορά στο βασενικό οξύ (*trans*-11 C18:1) και το ΣΛΟ (*cis*-9, *trans*-11 C18:2, παρουσιάζουν χαμηλότερη συγκέντρωση στην αρχή της γαλακτικής περιόδου που αυξάνεται παροδικά, κατά τα μετέπειτα στάδια της γαλακτικής περιόδου (Secchiari *et al.*, 2003; Barlowska *et al.*, 2005; Kay *et al.*, 2005; Mele *et al.*, 2007; Samkova, 2008).



Διάγραμμα 1.6: Η επίδραση των σταδίων της γαλακτικής περιόδου στην συγκέντρωση των C18:1 και C16:0 (% του συνόλου των ΛΟ) στο λίπος του γάλακτος των αγελάδων (Samkova *et al.*, 2008).

Σχετικά με τα αιγοπρόβατα, ο αριθμός μελετών είναι πολύ μικρότερος, συγκριτικά με τον αριθμό μελετών που αναφέρονται στις αγελάδες. Οι Signorelli *et al.* (2008) έχουν διαπιστώσει ότι η συγκέντρωση, τόσο των ΠΑΚΛΟ, όσο και των ΜΑΚΛΟ, ήταν υψηλότερη στο τέλος της γαλακτικής περιόδου, σε αντίθεση με τα ΚΛΟ, των οποίων η συγκέντρωση ήταν χαμηλότερη στο στάδιο αυτό, σε σχέση με τη συγκέντρωσή τους, στην αρχή της γαλακτικής περιόδου. Ακόμα, σύμφωνα με τους Tsiplakoy *et al.* (2006b), η διακύμανση του ΣΛΟ στο λίπος του πρόβειου γάλακτος δεν παρουσιάζει καμία σημαντική διαφορά, κατά τις διάφορες φάσεις της γαλακτικής περιόδου. Η αναφορά αυτή βρίσκεται

σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Signorelli *et al.* (2008). Τέλος, όσον αφορά στις αίγες και εδώ το στάδιο της γαλακτικής περιόδου δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά, το προφίλ των ΛΟ του αίγιου γάλακτος (Impemba *et al.*, 2005).

1.5.1.4 Ηλικία και αριθμός γαλακτικής περιόδου

Τα δεδομένα αναφέρουν ότι ο αριθμός της γαλακτικής περιόδου και, κατ' επέκτασιν, η ηλικία, επηρεάζουν οριακά τη σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος (Kelsey *et al.*, 2003; Granix *et al.*, 2008; Samkova, 2008; Samkova *et al.*, 2012). Το είδος του ζώου που οι ερευνητές ασχολήθηκαν κατά κόρον, όσο αφορά στην επίδραση της ηλικίας και του αριθμού της γαλακτικής περιόδου, είναι οι αγελάδες. Στα περισσότερα από τα πειράματα που έλαβαν χώρα στις διάφορες μελέτες, χωρίζονταν σε δύο ομάδες: η πρώτη ομάδα συμπεριελάμβανε τα πρωτόγεννα ζώα και η άλλη ομάδα, τα πολύτοκα ζώα.

Σύμφωνα με τα δεδομένα, οι πρωτόγεννες αγελάδες παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση σε ΑΚΛΟ και χαμηλότερη συγκέντρωση σε ΚΛΟ, σε σχέση με τις αγελάδες που είναι στη δεύτερη και περαιτέρω γαλακτική περίοδο. Για παράδειγμα, οι Thomson *et al.* (2000) ανέφεραν ότι παρουσιάστηκε, αναλογικά μεγαλύτερη συγκέντρωση του ελαϊκού οξέος και του συνόλου των ΑΚΛΟ στο λίπος του γάλακτος των πρωτόγεννων αγελάδων, σε σχέση με τα ζώα δεύτερης και περαιτέρω γαλακτικής περιόδου. Μια παρόμοια διαπίστωση έχουν κάνει και οι Craninx *et al.* (2008), που παρατήρησαν σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα παλμιτικού οξέος (C16:0), σε σχέση με το στεατικό οξύ (C18:0), το ελαϊκό οξύ (*cis*-9 C18:1), το βασενικό οξύ (*trans*-11 C18:1) και το *cis*-9, *trans*-11 C18:1 (ΣΛΟ), υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης των οποίων, εντοπίστηκαν στο λίπος του γάλακτος των πρωτόγεννων αγελάδων (Samkova *et al.*, 2012).

Οι διαφορές, ως προς το προφίλ των ΛΟ στο λίπος του γάλακτος, μεταξύ των ζώων που βρίσκονται στην πρώτη γαλακτική περίοδο και των υπολοίπων και, κατ' επέκτασιν, ανάμεσα στις διαφορετικές ηλικίες, μπορεί να οφείλεται, σύμφωνα με τους Bradford and Allen (2004), τόσο στην αλλαγή του επιπέδου της γαλακτοπαραγωγής, όσο και στην αλλαγή της σύστασης του λίπους του γάλακτος, μεταξύ των γαλακτικών περιόδων, ενώ οι Miller *et al.* (2006) συσχετίζουν αυτή τη διαφορά, με την περιεκτικότητα της συνθετάσης των ΛΟ στο μαστικό αδέν. Η περιεκτικότητα αυτή βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα κατά την πρώτη φάση της γαλακτικής περιόδου στις πρωτόγεννες αγελάδες, αυξανόμενη, στη συνέχεια, σταδιακά. Αναφέρεται ότι το επίπεδο της συγκέντρωσης της συνθετάσης στην πρώτη φάση της γαλακτικής περιόδου, στις πολύτοκες αγελάδες, είναι ίσο με το επίπεδο της συγκέντρωσης των πρωτότοκων αγελάδων, στο τέλος της γαλακτικής περιόδου. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Lal και Narayanan (1984), οι διαφορές που παρατηρούνται στην σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος και σχετίζονται με την ηλικία του ζώου, πιθανόν να οφείλονται ακόμα και στη διαφορετική δραστηριότητα του ενζύμου Δ⁹ αφυδρογονάσης.

Όσον αφορά στα πρόβατα, μια μελέτη που έγινε από τους Tsiplakou *et al.* (2006b) διαπίστωσε τη μη ύπαρξη διαφοράς, ως προς την συγκέντρωση του ΣΛΟ, ανάμεσα σε ζώα που βρίσκονται σε διαφορετικές γαλακτικές περιόδους και εμμέσως, σε ζώα με διαφορετικές ηλικίες.

1.5.1.5 Ατομικότητα

Έχουν υπάρξει πολλές αναφορές, σχετικά με την επίδραση της ατομικότητας του κάθε ζώου, ξεχωριστά, ανάμεσα σε ζώα της ίδιας φυλής, από πολλούς ερευνητές. Η σημασία της επίδρασης της ατομικότητας, ως προς την σύνθεση των ΛΟ στο γάλα των αγελάδων, ελέγχθηκε και από τους Elgersma *et al.* (2006), οι οποίοι εξέτασαν την ανταπόκριση της ατομικότητας των αγελάδων, κατά την αλλαγή της διατροφής, ανακαλύπτοντας ότι, υπό τις ίδιες διατροφικές αλλαγές που εξετάζαν, η σύσταση του ΣΛΟ ήταν διαφορετική ανάμεσα στα άτομα των αγελάδων της ίδιας φυλής. Επίσης, σύμφωνα με τους Lock και Garnsworthy (2002) και τους Kelsey *et al.* (2003), οι διαφορές που παρουσιάστηκαν, όσον αφορά στη συγκέντρωση του ΣΛΟ και των ΜΑΚΛΟ, μεταξύ των αγελάδων ίδιας φυλής, υπό την ίδια διατροφή και διαχείριση, οφείλονταν στη διαφορετική δραστηριότητα της Δ⁹ αφυδρογονάσης, μια δράση που εξηγείται από τον πολυμορφισμό του μονο-νουκλεοτιδίου του γονιδίου της Δ⁹ αφυδρογονάσης, στο χρωμόσωμα 26. Την άποψη αυτή ενστερνίστηκαν, εν συνεχεία κι άλλοι ερευνητές, όπως οι Kgwatalala *et al.* (2007), οι Mele *et al.* (2007) και οι Conte *et al.* (2010).

Επίσης, οι Tsiplakou *et al.* (2006a, 2006b), εντόπισαν την ύπαρξη παραλλακτικότητας, ως προς τη συγκέντρωση του ΣΛΟ του γάλακτος, εντός ποιμνίων αιγοπροβάτων που διατηρούνται είτε στην βοσκή, είτε ενσταβλισμένα, όπου διαπιστώθηκε ότι υπήρχε μεταξύ ζώων, σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και τριπλάσια διαφορά στη συγκέντρωση του ΣΛΟ στο γάλα.

Τέλος, αναμένεται ότι η συγκεκριμενοποίηση των μελλοντικών γνώσεων που θα σχετίζονται με τη γενετική ταυτοποίηση και το γενετικό πολυμορφισμό που παρουσιάζεται ανάμεσα στα μηρυκαστικά ζώα, θα συμβάλει στη διαλεύκανση της γενετικής παραλλακτικότητας ανάμεσα στα άτομα των διάφορων φυλών και της επίδρασης αυτής, προς σχηματισμό των ΛΟ του λίπους του γάλακτος (Samkova *et al.*, 2012).

1.5.1.6 Γαλακτοπαραγωγή και λιποπεριεκτικότητα

Μια σειρά από πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι τόσο η γαλακτοπαραγωγή όσο και η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος επηρεάζουν τη σύνθεση των ΛΟ στις αγελάδες. Όσον αφορά στην επίδραση της λιποπεριεκτικότητας ως προς την σύνθεση των ΛΟ, αναφορές έγιναν από τους Akerlind *et al.* (1999), οι οποίοι εξέτασαν τη διαφορά που υπάρχει στο προφίλ των ΛΟ μεταξύ δύο φυλών, αλλά και ανάμεσα σε ζώα που είχαν κατά το δυνατό, παραπλήσια διορθωμένη γαλακτοπαραγωγή. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η συγκέντρωση του παλμιτικού οξέος (C16:0) στο λίπος του γάλακτος

ήταν χαμηλότερη, ενώ η συγκέντρωση των περισσότερων μακράς αλύσου ΛΟ ήταν υψηλότερη στο γάλα χαμηλής λιποπεριεκτικότητας, συγκριτικά με το γάλα υψηλής λιποπεριεκτικότητας. Ακόμα, στη συγκεκριμένη εργασία παρατηρήθηκε μια αύξηση της συγκέντρωσης του *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) όπως και του βασενικού οξέος κατά το τέλος της γαλακτικής περιόδου με μεγαλύτερη, όμως, αύξηση, στα ζώα με χαμηλότερη λιποπεριεκτικότητα. Ως προς την επίδραση της γαλακτοπαραγωγής, οι Stoop *et al.* (2008) επεσήμαναν την ύπαρξη μιας μεγάλης αρνητικής συσχέτισης ($r=-0,50$), μεταξύ της γαλακτοπαραγωγής και του παλμιτικού οξέος (C16:0) και μιας μετρίως θετικής συσχέτισης, μεταξύ της ποσότητας παραγωγής γάλακτος και του βασενικού οξέος (*trans*-11 C18:1).

Ομοίως, στην περίπτωση των προβάτων, φαίνεται ότι η σύνθεση των ΛΟ επηρεάζεται, ένεκα της λιποπεριεκτικότητας και της γαλακτοπαραγωγής των ζώων. Σύμφωνα με τους Signorelli *et al.* (2008), κατά την αύξηση της γαλακτοπαραγωγής, παρουσιάστηκε μια μείωση στο μυριστικό οξύ όσο και στα ΚΛΟ, ενώ, αντιθέτως, όσον αφορά στα ΠΑΚΛΟ, παρουσιάστηκε μια αύξηση του περιεχομένου. Σχετικά με τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, διαπιστώθηκε η ύπαρξη αρνητικής συσχέτισης μεταξύ των ΛΟ μεσαίας αλύσου και θετικής συσχέτισης, ως προς το στεατικό οξύ (C18:0). Αναφορικά με τη συγκέντρωση του ΣΛΟ σύμφωνα με τους Tsiplakou *et al.* (2006b), έχει ειπωθεί ότι η συγκέντρωση αυτού επηρεάζεται αρνητικά από τη λιποπεριεκτικότητα, αλλά όχι, σημαντικά. Τέλος, στις αίγες δεν έχει εντοπιστεί κάποια σημαντική διαφορά που να σχετίζεται με την επίδραση του λίπους του γάλακτος, ως προς την σύνθεση των ΛΟ.

1.5.2 Παράγοντες που απορρέουν από την διατροφή

Η διατροφή αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που μπορεί να τροποποιήσει, προς την επιθυμητή κατεύθυνση, το προφίλ των λιπαρών οξέων του γάλακτος. Οι κυριότεροι διατροφικοί χειρισμοί που έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλουν το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος είναι κυρίως: η βοσκή, η αναλογία χονδροειδών προς συμπυκνωμένες ζωοτροφές, τα λίπη, τα έλαια και τα ελαιούχα σπέρματα.

1.5.2.1 Προσθήκη ελαίων

Σε τρία πειράματα που έγιναν σε γαλακτοπαραγωγές αίγες, μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης φοινικέλαιου πλούσιο σε ελαϊκό και παλμιτικό οξύ με άλατα ασβεστίου, όπου παρατηρήθηκε μια εκατοστιαία αύξηση της συγκέντρωσης των C18:1 και/ή C16:0 στο λίπος του γάλακτος (De Maria Ghionna *et al.*, 1987; Martin *et al.*, 1999; Rapetti *et al.*, 2002). Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνεται και με πειράματα που έγιναν σε αγελάδες από τους Chilliard *et al.* (1993). Στον πίνακα 1.4 παρουσιάζονται, συνοπτικά, τα αποτελέσματα από την προσθήκη φοινικέλαιου με άλατα ασβεστίου, ως προς το προφίλ των ΛΟ.

Πίνακας 1.4: Επίδρασεις της προσθήκης φοινικέλαιου με άλατα ασβεστίου στο προφίλ των ΛΟ του λίπους του γάλακτος (%).

	Προσθήκη ¹	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
Αίγες ²	92	+0.4 ⁶	+0.3	+6.4	+0.5
Αίγες ³	100	+3.4	+0.5	-1.1	-0.1
Αίγες ⁴	113	+4.1	+0.8	+5.8	0.0
Αγελάδες ⁵	769	+2.1	+0.2	+2.2	+0.1

¹Άλατα ασβεστίου του φοινικέλαιου (g/d)

⁴Από Rapetti *et al.* (2002)

²Από De Maria Ghionna *et al.* (1987)

⁵Εξι επεμβάσεις (review by Chilliard *et al.*, 1993)

³Από Martin *et al.* (1999)

⁶Διαφορές μεταξύ της επέμβασης και του μάρτυρα (πηγή: Chilliard *et al.*, 2003)

Επιπλέον, οι Matsushita *et al.* (2007) είχαν προσθέσει στο σιτηρέσιο των γαλακτοπαραγωγών αιγών έλαια της τάξης του 3% της ΞΟ του σιτηρεσίου. Στην πρώτη ομάδα προστέθηκε έλαιο ελαιοκράμβης, στη δεύτερη σογιέλαιο και στην τρίτη ηλιέλαιο. Στο λίπος του γάλακτος των αιγών που διατράφηκαν με ηλιέλαιο, βρέθηκε υψηλότερη συγκέντρωση του *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), σε σύγκριση με την αντίστοιχη συγκέντρωση που βρέθηκε στα ζώα που διατράφηκαν με έλαιο ελαιοκράμβης και σογιέλαιο, ενώ αυτά που διατράφηκαν με σογιέλαιο παρουσίασαν υψηλότερη συγκέντρωση σε ΜΑΚΛΟ και ΠΑΚΛΟ. Όσον αφορά στο λόγο ω-6/ω-3, αυτός ήταν 3.90, 5.77 και 4.24, στο γάλα όταν χορηγήθηκε σογιέλαιο, έλαιο ελαιοκράμβης και ηλιέλαιο, αντίστοιχα. Ακόμα, σημαντικές διαφορές ($P < 0.05$) υπήρξαν ανάμεσα όταν χορηγήθηκε σογιέλαιο και έλαιο ελαιοκράμβης, αλλά και μεταξύ έλαιου ελαιοκράμβης και του ηλιελαίου.

Μια άλλη παράμετρος η οποία έχει μελετηθεί και εξακολουθεί να μελετάται είναι η επίδραση που ασκούν τα προστατευμένα ή μη έλαια, ως προς την συγκέντρωση των ΛΟ στο γάλα. Εδώ, σύμφωνα με τους Gulati *et al.* (1997), μελετήθηκε η επίδραση που είχε το προστατευμένο ή μη κραμβέλαιο. Αναφορικά με το προστατευμένο λίπος, παραχωρήθηκαν στις αίγες προστατευμένοι σπόροι ελαιοκράμβης, που είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των ΛΟ: C18:1, C18:2 και C18:3, σε σχέση με τα δείγματα των ζώων, στα οποία παρασχέθηκαν μη προστατευμένα έλαια. Σε νέο πείραμα που έγινε από τους Lanzani *et al.* (1985), είχε χορηγηθεί στις αίγες προστατευμένο σογιέλαιο, όπου σημειώθηκε απότομη αύξηση στη συγκέντρωση του C18:2 και μεγάλη μείωση της συγκέντρωσης του C16:0. Παράλληλα, εμφανίστηκε τάση αύξησης της συγκέντρωσης των ΛΟ μικρής και μεσαίας αλύσου. Μια άλλη, ανεξάρτητη έρευνα, διέκρινε τις διαφορές μεταξύ προστατευμένων και μη προστατευμένων σπόρων βαμβακιού. Οι προστατευμένοι σπόροι επέδρασαν, αυξάνοντας τη συγκέντρωση C18:2 και C18:0, ενώ κατά την χορήγηση των μη προστατευμένων καρπών βαμβακιού, προέκυψε αύξηση, επίσης, της συγκέντρωσης C18:0, αλλά και C18:1.

Ακόμα, οι Lacasse *et al.* (2002), συνέκριναν την επίδραση της προσθήκης ιχθυελαίου (προστατευμένου ή μη) στο σιτηρέσιο, ως προς την σύνθεση των ΛΟ στο αγελαδινό γάλα,

σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα όπου δεν λάμβανε χώρα καμία προσθήκη έλαιου. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε μια αύξηση στο C20:5 (EPA), της τάξης του +380% στο μη προστατευμένο και αύξηση +506% στο προστατευμένο ιχθυέλαιο. Αύξηση, παρουσιάστηκε, επίσης, στη συγκέντρωση του βασενικού οξέος, 250% και 206% στο μη προστατευμένο και στο προστατευμένο, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, υπήρξε μείωση στη συγκέντρωση των C16:0 και C18:0 εκατέρωθεν. Παρόμοια αποτελέσματα από τη χρήση μη προστατευμένου ιχθυελαίου εντοπίστηκαν και στις γαλακτοπαραγωγές αίγες, από τους Kitessa *et al.* (2001). Επιπλέον, σε πρόσφατο πείραμα που έγινε από τους Tsiplakou *et al.* (2013), όπου σκοπός ήταν η παρουσίαση της συνδυασμένης επίδρασης του ιχθυελαίου και του σογιελαίου, ως προς το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος των γαλακτοπαραγωγών αιγών με ίδια αναλογία XZ:ΣΖ, η συνδυασμένη, αυτή, δράση, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του βασενικού οξέος, του *cis*-9,*trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), του *trans*-10, *cis*-9 C18:2 (ΣΛΟ), του EPA, του DHA, του ΜΑΚΛΟ, του ΠΑΚΛΟ και των ω-3 ΛΟ, ενώ μείωση στη συγκέντρωση, παρουσιάστηκε στα μικράς αλύσου ΛΟ, μεσαίας αλύσου ΛΟ, στη σχέση ΚΛΟ/ΑΚΛΟ, αλλά και στο δείκτη αθηρωμάτωσης.

Συμπερασματικά, με την προσθήκη λίπους στο σιτηρέσιο παρατηρείται μια τάση αύξησης της συγκέντρωσης των ΛΟ C18:0, C18:1, εις βάρος των ΛΟ C8-C14 (και σε πολλές δοκιμές και του C16:0), καθώς επίσης, σημειώνεται σημαντική πτώση του δείκτη αθηρωμάτωσης.

1.5.2.2 Αλληλεπίδραση μεταξύ XZ και προσθήκης λίπους

Η συγκέντρωση του ΣΛΟ στο αίγιο γάλα είναι χαμηλότερη κατά την διάρκεια του χειμώνα, σε σχέση με την άνοιξη καθώς τα ζώα καταναλώνουν φρέσκια χορτονομή που έχει αυξημένη συγκέντρωση σε λινολενικό οξύ (Chilliard *et al.*, 2003; Tsiplakou *et al.*, 2006a). Οι Chilliard *et al.* (2002) μελέτησαν την αλληλεπίδραση XZ (σανός μηδικής vs ενσίρωμα αραβοσίτου) και σπορελαίων (ηλιέλαιο και λινέλαιο) στο προφίλ των ΛΟ του λίπους του γάλακτος των αιγών. Οι διαφορές, που σημειώθηκαν στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος που προέρχονταν από τις XZ δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P>0.05$). Όταν προστέθηκε ηλιέλαιο αυξήθηκε η συγκέντρωση του στεατικού και του ελαϊκού οξέος. Με την προσθήκη λινελαίου αυξήθηκε η συγκέντρωση του βασενικού οξέος και του *cis*-9,*trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ). Και στις δύο περιπτώσεις οι επιδράσεις ήταν μεγαλύτερες όταν ο σανός μηδικής αποτελούσε τη XZ. Ακόμα, και στις δύο επεμβάσεις σημειώθηκε έντονη πτώση του αθηρωματικού δείκτη. Τέλος, το συμπέρασμα που εξάγεται, είναι ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των XZ και της προσθήκης ελαίων, ως προς την επίδραση που ασκούν στο προφίλ των ΛΟ του λίπους του γάλακτος (Chilliard *et al.*, 2003).

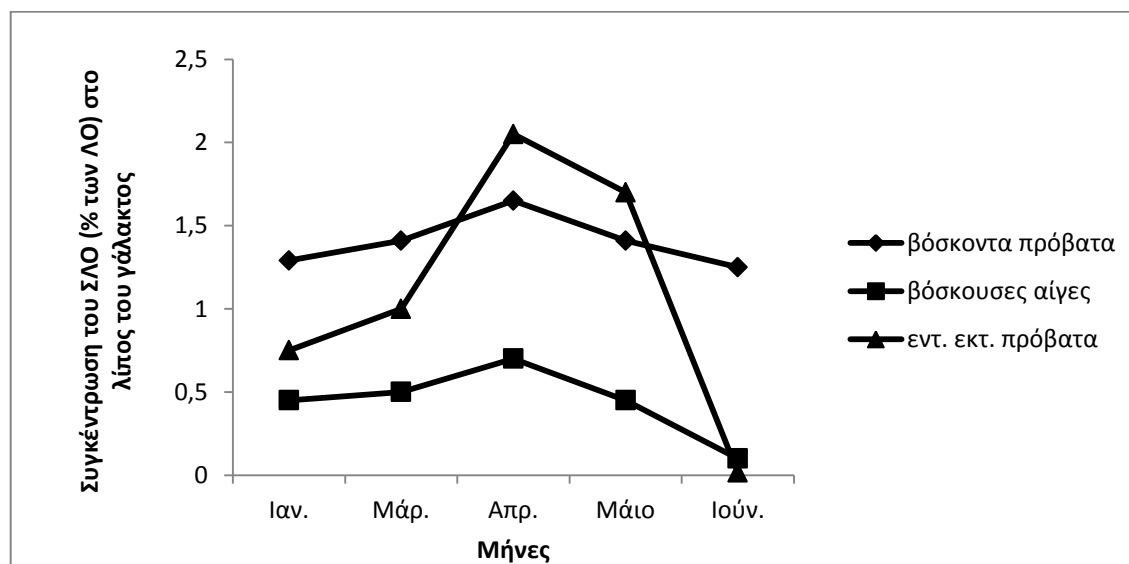
1.5.2.3 Βοσκή

Στις εύκρατες περιοχές, η χλωρά νομή περιέχει 1-3% ΛΟ, με την μεγαλύτερη συγκέντρωση να εμφανίζεται την άνοιξη και το φθινόπωρο. Ακόμα, το 50-70% του

συνόλου αυτών των ΛΟ αποτελούν τα C18:3 ω -3 (Bauchart *et al.*, 1984; Elgersma *et al.*, 2006). Σε σύγκριση με τη χειμερινή μεικτή διατροφή η οποία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό, στις ΣΖ, η βοσκή, κατά τους ανοιξιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες, αυξάνει τη συγκέντρωση σε C18:0, C18:1, C18:3 και *cis*-9,*trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) και μειώνει τη συγκέντρωση σε C10:0-C16:0 ΛΟ τόσο στο αγελαδινό όσο και στο αιγοπρόβειο λίπος του γάλακτος (Chilliard *et al.*, 2001; Chilliard *et al.*, 2002). Επίσης, σύμφωνα με τους Chilliard *et al.* (2007), όσο αυξάνεται η κατανάλωση χλωράς νομής, υπάρχει γραμμική αύξηση σε 18:3 ω -3, *trans*-11 C18:1 και *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) με μείωση των C10:0-C16:0 ΛΟ.

Οι Tsiplakou *et al.* (2006a) εξέτασαν τις διαφορές στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος μεταξύ αιγών και πρόβατων των οποίων η διατροφή κατά τη διάρκεια του χειμώνα στηριζόταν σε μεγάλο βαθμό στις ΣΖ, ενώ τους ανοιξιάτικους μήνες στη βοσκή. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μια σημαντική αύξηση, όσον αφορά στη συγκέντρωση του ΣΛΟ στο λίπος του γάλακτος και στα δύο είδη ζώων, όταν τρέφονταν αποκλειστικά με βοσκή. Επίσης, η συγκέντρωση αυτή ήταν υψηλότερη σε σχέση και με τα ζώα που κατά την ίδια περίοδο καταλάωναν περισσότερες ΣΖ. Στο διάγραμμα 1.7 παρουσιάζονται οι διαφορές στη συγκέντρωση του CLA (% των λιπαρών οξέων) στο λίπος του γάλακτος κατά τη διάρκεια διαφορετικών μηνών.

Επιπρόσθετα, σε άλλα πειράματα που έγιναν από τους Rouel *et al.* (2003), έγινε σύγκριση ανάμεσα σε δύο ομάδες αιγών όπου η μια ομάδα δεν είχε καμία επαφή με τη βοσκή, ενώ η άλλη έβοσκε χλωρή σίκαλη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν δεν υπήρξε καμία διαφορά ως προς τα 18:3 ω -3 και το *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), ενώ υπήρξε αύξηση ως προς το *cis*-9 C18:1 στη ομάδα των ζώων που έβοσκαν σίκαλη.



Διάγραμμα 1.7: Η επίδραση της εποχής στη συγκέντρωση του ΣΛΟ (% των ΛΟ) στο λίπος του γάλακτος (Tsiplakou *et al.*, 2006).

1.5.2.4 Αναλογία χονδροειδών προς συμπυκνωμένες ζωοτροφές (XZ/ΣΖ) του σιτηρέσιου

Σε δοκιμές που έγιναν σε αγελάδες, που κάλυπταν τις ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά κι ενέργεια, εξ ολοκλήρου, μέσω εκτατικής εκτροφής, έγινε παροχή και αύξηση της χορήγησης των ΣΖ από 3% έως 35%. Με την αύξηση αυτή των ΣΖ, σημειώθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των ΛΟ: C4-C14, *trans*-18:1 ισομερή (με εξαίρεση το *trans*-11 C18:1), όπως και σε C18:2 ω -6, ενώ παρουσιάστηκε πτώση της τιμής της συγκέντρωσης σε *cis*-9 C18:1, *trans*-11 C18:1, *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), καθώς και σε C18:3 ω -3 (Bargo *et al.*, 2002; Bargo *et al.*, 2006). Σε αντίθεση με μια άλλη δοκιμή, όπου οι ΧΖ στηρίζονταν στο σανό χόρτου, έγινε αύξηση των ΣΖ, από 36 σε 66%, με κύρια παρατηρούμενη μεταβολή, την αύξηση της συγκέντρωσης όλων των *trans*- 18:1 ισομερών (ειδικά του *trans*-10 C18:1), του *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) και των 18:2 ω -6, ενώ μειώθηκαν τα C14:0, C16:0 και C18:0 (Loor *et al.*, 2005). Μια διατύπωση, την οποία ασπάζονται και οι Dewhurst *et al.* (2003).

Στις αίγες, σύμφωνα με τους Chilliard and Ferlay (2004), σε ένα πείραμα έγινε αύξηση στη χορήγηση των ΣΖ, από 32-33% στο 56-67%. Αυτή η αύξηση είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης των C16:0, C18:3 ω -3 και της σχέσης 18:3 ω -3/18:2 ω -6, ενώ αυξήθηκε η συγκέντρωση των C10:0-C14:0, C18:2 ω -6, *trans*-11 C18:1, *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ), καθώς και άλλων *trans* ΛΟ. Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίσθηκαν, όταν έγινε σύγκριση μεταξύ δύο διαφορετικών επιπέδων ΧΖ 55-60 vs. 30-35% (Ledoux *et al.*, 2002; Andrade *et al.*, 2006). Επίσης, διαφορές, ως προς την σύνθεση των ΛΟ, εντοπίστηκαν και από τους Tsiplakou and Zervas (2008) στο γάλα των αιγών, που διατρέφονταν με σιτηρέσια ίδιας σύνθεσης, αλλά διαφορετικής αναλογίας ΧΖ/ΣΖ. Στο ένα σιτηρέσιο, η αναλογία ήταν 43:57 και στο άλλο 56:44. Στο σιτηρέσιο, όπου οι ΧΖ υπερεπερέσαν των ΣΖ, παρουσιάστηκε μείωση στη συγκέντρωση σε C14:0 (-14%) και στο σύνολο των ΚΛΟ (-12%), ενώ αύξηση εντοπίστηκε σε C18:0 (+55%), σε *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) (+27%) όπως και σε C18:3 ω -3.

Γενικά, φαίνεται ότι με την αύξηση της εκατοστιαίας ποσότητας των ΣΖ στο σιτηρέσιο, τείνει να αυξηθεί η συγκέντρωση των C18:2(ω -6), όσο και η δράση της *de novo* σύνθεσης των ΛΟ του γάλακτος, καθώς και των *trans* C18:1 ισομερών, εις βάρος των C18:3 (ω -3) και *cis*-9, *trans*-11 C18:2 (ΣΛΟ) (Chilliard *et al.*, 2007).

Συμπερασματικά, φαίνεται ο καταλυτικός ρόλος που διαδραματίζει ο παράγοντας διατροφή, στο προφίλ των ΛΟ στο λίπος του γάλακτος των μηρυκαστικών ζώων.

1.6 Επίδραση των θρεπτικών συστατικών επί των ζυμωτικών φαινομένων (Υδατάνθρακες, Λιπαρές Ουσίες και Αζωτούχες Ουσίες)

1.6.1 Επίδραση των Υδατάνθρακων

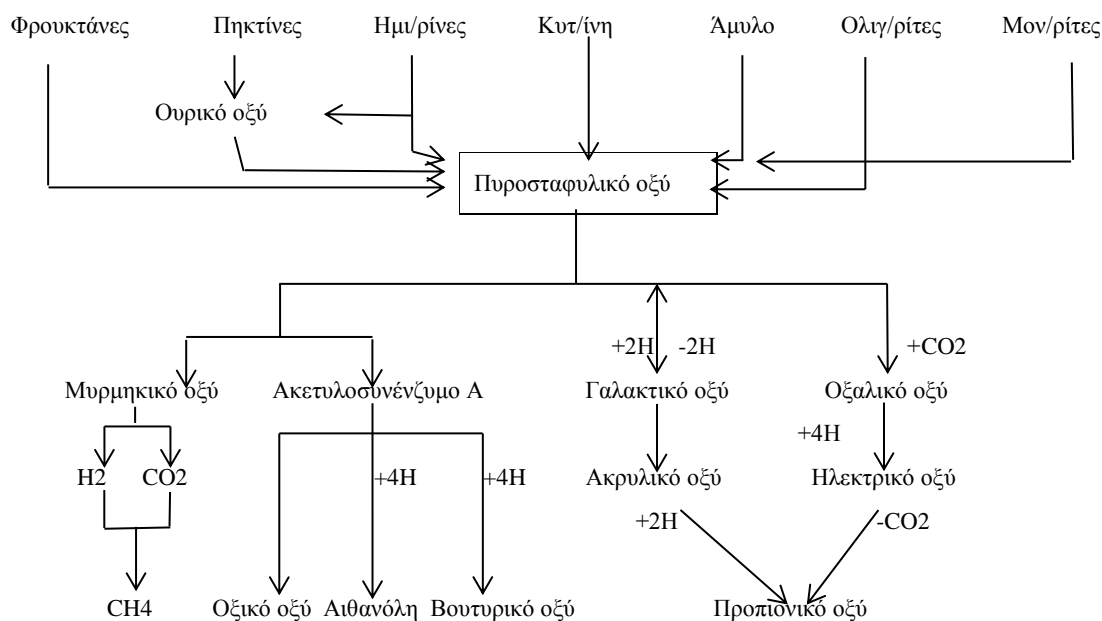
Οι υδατάνθρακες αποτελούν μια από τις κυριότερες ομάδες θρεπτικών συστατικών, που διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη θρέψη και τη φυσιολογία των μηρυκαστικών ζώων. Οι υδατάνθρακες, ανάλογα με τη χημική τους σύσταση, ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: τα σάκχαρα και τα μη σάκχαρα. Στα σάκχαρα, περιλαμβάνονται οι μονοσακχαρίτες και οι ολιγοσακχαρίτες, ενώ στα μη σάκχαρα ανήκουν οι πολυσακχαρίτες και οι σύνθετοι υδατάνθρακες (Ζέρβας, 2005).

1.6.1.1 Ζύμωση των υδατανθράκων

Ως γνωστόν, τα σιτηρέσια των μηρυκαστικών ζώων εμπεριέχουν αξιόλογες ποσότητες ΙΟ (κυτταρίνης, ημικυτταρίνης, λιγνίνης κτλ.), αμύλου και υδατοδιαλυτών υδατανθράκων. Αναφέρεται, σύμφωνα με τον Ζέρβα (2005), ότι η νεαρά χλωρά νομή, η οποία αποτελεί ένα βασικό μέρος κάλυψης των αναγκών στα αιγοπρόβατα την άνοιξη, στον Ελλαδικό χώρο, περιέχει για κάθε Kg ΞΟ, περίπου 400 gr κυτταρίνης και ημικυτταρίνης και 200 gr υδατοδιαλυτών υδατανθράκων, ενώ η ώριμη χλόη περιέχει πολύ υψηλότερο ποσοστό κυτταρίνης και ημικυτταρίνης, σε αντίθεση με την περιεκτικότητά της σε υδατοδιαλυτούς υδατάνθρακες, που είναι πολύ χαμηλότερη. Η διατύπωση αυτή, βρίσκει σύμφωνους τους Oba και Allen (1999).

Η διαδικασία διάσπασης των υδατανθράκων στη μεγάλη κοιλία, χωρίζεται σε δύο στάδια, όπου: α) οι σύνθετοι υδατάνθρακες διασπώνται σε απλά σάκχαρα και β) το πυροσταφυλικό οξύ που είναι ο κύριος μεταβολίτης, ο οποίος παράγεται από την υδρόλυση των υδατανθράκων στο πρώτο στάδιο, δίνει ως τελικά προϊόντα ζύμωσης των υδατανθράκων τα ΠΛΟ (οξικό, προπιονικό και βουτυρικό), καθώς και αέρια CO₂ και CH₄ (Ζέρβας, 2005; Djikstra *et al.*, 2012). Στο διάγραμμα 1.8 παρουσιάζεται, συνοπτικά, η πέψη των υδατανθράκων και η παραγωγή των ΠΛΟ στους προστομάχους.

Έτσι, ο μέσος όρος της μοριακής αναλογίας των τριών κυριότερων ΠΛΟ που προέρχονται από τους υδατάνθρακες είναι: οξικό 0,67, προπιονικό 0,20 και βουτυρικό 0,13 (Salter *et al.*, 1999; Ζέρβας, 2013). Αδρά, η ολική συγκέντρωση των ΠΛΟ ποικίλει ευρέως, ανάλογα με το σιτηρέσιο και το χρόνο που έχει παρέλθει από το προηγούμενο γεύμα (Zervas *et al.*, 1998; Ipharraguerre *et al.*, 2002; Julien *et al.*, 2010) Κανονικά, η ποσότητα των ΠΛΟ κυμαίνεται από 70-150 mmol/l (Beckmant and Weiss, 2005; Ζέρβας, 2013).



Διάγραμμα 1.8: Σχηματική απεικόνιση της πέψης των υδατανθράκων και της παραγωγής των πτητικών λιπαρών οξέων στους προστομάχους (από Φυσιολογία Θρέψης Π. Καλαϊσάκη , 1981)

Η αύξηση της ποσότητας των ΣΖ στο σιτηρέσιο, ως επί το πλείστον, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του προπιονικού οξέος και την ταυτόχρονη μείωση του οξικού, σε αντίθεση με την αύξηση της συγκέντρωσης των ΧΖ, όπου παρατηρούνται ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα (Zervas *et al.*, 1998; Iharraguerre *et al.*, 2002; Julien *et al.*, 2010). Επίσης, αν οι ΧΖ αποτελούνται από ώριμα φυτά, τότε δίνουν μείγμα ΠΛΟ με υψηλό ποσοστό οξικού οξέος, ενώ τα νεαρά φυτά δίνουν χαμηλότερο ποσοστό σε οξικό και μεγαλύτερο σε προπιονικό οξύ (Ζέρβας, 2005; Julien *et al.*, 2010).

Όσον αφορά στα αέρια, που προέρχονται από τη ζύμωση των υδατανθράκων, παρατηρείται ταχύτερη παραγωγή αερίων, μετά από κάθε γεύμα. Το CO₂ αποτελεί υποπροϊόν των ζυμώσεων, ενώ στην περίπτωση του CH₄, βασική οδός παραγωγής του είναι η αναγωγή του CO₂ από το H₂ (Dijkstra *et al.*, 2012; Zervas and Tsiplakoy, 2012).

Η πέψη της κυτταρίνης, εξαρτάται από το βαθμό λιγνινοποίησης του φυτού (Oba and Allen, 1999). Αυτό, εξηγείται από το ότι η λιγνίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης, που δε μπορεί να υδρολυθεί από τους μικροοργανισμούς, λόγω της ιδιομορφίας της (χαρακτηρίζεται από χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο) και λόγω της ιδιαίτερης δομής της. Ως εκ τούτου, η λιγνίνη φαίνεται ότι παρεμποδίζει ακόμα και την υδρόλυση ενός μέρους της κυτταρίνης, η οποία είναι προσκολλημένη σε αυτήν (Oba and Allen, 1999; Dijkstra *et al.*, 2012). Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που δρά ανασταλτικά, ως προς την πέψη της κυτταρίνης, είναι η αύξηση της συγκέντρωσης της ποσότητας των ΣΖ στο

σιτηρέσιο, καθότι με την αύξηση των ΣΖ αυξάνεται και η συγκέντρωση αμύλου. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση της ταχύτητας ζύμωσης των υδατανθράκων, τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των ΠΛΟ, τη μείωση του βαθμού πεπτικότητας των ΙΟ, την τροποποίηση της μοριακής κατανομής των ΠΛΟ, τη μείωση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος και την απότομη πτώση του pH στο υγρό της μεγάλης κοιλίας (μια πτώση, που ενεργεί ανασταλτικά, ως προς την δράση των κυτταρινολυτικών μικροοργανισμών, όταν το $\text{pH} < 6$, με συνέπεια, τη μείωση της πεπτικότητας της κυτταρίνης) (Erdam, 1997; Piperova *et al.*, 2002; Troegel – Meyhadier, 2003; Julien *et al.*, 2010). Γενικά, η κυτταρινόλυση εντός των προστομάχων είναι μια πολύ ευαίσθητη διαδικασία, η οποία περιορίζεται, όταν το pH φτάσει στο 6,2 και αναστέλλεται, όταν το pH κατέλθει του 6,0 (Ζέρβας, 2005). Γι' αυτό, μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν δυσμενώς την κυτταρινόλυση, μεγάλη πρακτική σημασία έχουν: ο βαθμός τεμαχισμού των ΧΖ, η αναλογία μεταξύ ΧΖ και ΣΖ (ιδιαίτερα ο λόγος NDF:αμύλου) και η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε ενζυματικούς υδατάνθρακες (σάκχαρα, άμυλο) (Martin and Michalet-Doreau, 1995; Khorasani *et al.*, 1999; Monetelis *et al.*, 2002; Piperova *et al.*, 2002; Inharraguerre *et al.*, 2002; Julien *et al.*, 2010).

Επιπρόσθετα, στα σιτηρέσια των ζώων, όπου οι ΣΖ απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος του σιτηρεσίου και που χορηγούνται στα ζώα για μεγάλο και συνεχόμενο χρονικό διάστημα, υπάρχει το ενδεχόμενο η τιμή του pH της μεγάλης κοιλίας να είναι $< 5,5$ ακόμα και τέσσερις ώρες μετά την κατανάλωση του σιτηρεσίου. Επακόλουθο αυτού, είναι η παραγωγή άφθονου γαλακτικού οξέος, του οποίου, η μεγάλη συγκέντρωση στη μεγάλη κοιλία, μπορεί να προκαλέσει την εκδήλωση της μεταβολικής νόσου, που ονομάζεται οξέωση ή γαλακτοξαιμία (Nocek, 1997; Sauvant *et al.*, 1999; Ipharraguerre *et al.*, 2002; Dijkstra *et al.*, 2012; Ζέρβας, 2013). Επί τούτου, το Παγκόσμιο Ερευνητικό Συμβούλιο (NRC) διατυπώνει ότι στα υψιπαράγωγα ζώα, το ποσό των μη δομικών υδατανθράκων, δεν πρέπει να ξεπερνά το 44% της ΞΟ, εξαρτώμενη, πάντα, από το ποσοστό του κλάσματος του NDF, ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της οξέωσης και άλλων μη επιθυμητών επιδράσεων που εμποδίζουν τη σωστή λειτουργία της θρέψης του ζώου (NRC, 2001).

Συμπερασματικά, η πέψη της κυτταρίνης και των άλλων ανθεκτικών στη ζύμωση πολυσακχαριτών αποτελεί την πλέον σημαντική διαδικασία των ζυμωτικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στους προστομάχους, διότι πλην του ενεργειακού εφοδιασμού του οργανισμού, παρέχει κι άλλα θρεπτικά συστατικά, απαραίτητα για τη θρέψη του ζώου.

1.6.2 Λίπη

Τα λίπη και τα λιπίδια είναι μια ομάδα ενώσεων που εντοπίζονται στους ιστούς, τόσο των φυτών, όσο και των ζώων. Είναι αδιάλυτα στο νερό, αλλά διαλυτά στους κοινούς οργανικούς διαλύτες. Έχουν τη δυνατότητα να δρουν ως δότες ηλεκτρονίων, ως μεταφορείς υποστρωμάτων σε ενζυμικές αντιδράσεις, ως συστατικά των βιολογικών μεμβρανών και, τέλος, ως πηγες και φορείς ενέργειας (Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων Γ, Ζέρβας, 2005).

1.6.2.1 Ζύμωση των Λιπών

Ως γνωστόν, η δυνατότητα των μικροοργανισμών της μεγάλης κοιλίας να πέπτουν τα λιπίδια είναι αρκετά περιορισμένη. Γενικότερα, η περιεκτικότητα των σιτηρεσίων που προορίζονται για τα μηρυκαστικά ζώα είναι μικρότερη από 50gr/Kg (5%), μια τιμή η οποία συνιστάται και από τους εξειδικευμένους σε θέματα διατροφής αγροτικών ζώων. Στην ακραία και μη ορθή περίπτωση, όπου το ποσοστό αυτό ξεπερνά τα 100 gr/Kg (10%), μειώνεται σημαντικά η δραστηριότητα των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα να αναστέλλεται η ζύμωση των ΙΟ και ως εκ τούτου, να μειώνεται και η κατανάλωση της τροφής (Ζέρβας, 2005). (Εκτενέστερη αναφορά στο μεταβολισμό των λιπιδίων της τροφής στα μηρυκαστικά, βλέπε υποκεφ. 1.4.1).

Επιπρόσθετα, η χορήγηση λίπους στο σιτηρέσιο προκαλεί, στις πλείστες των περιπτώσεων, μείωση της πεπτικότητας της ΞΟ και των ΙΟ, με συνέπεια την επιμέρους μείωση της ζυμωτικότητας του NDF και ADF. Η διατύπωση αυτή συνάδει με τα αποτελέσματα της έρευνας των Beauchemin και McGinn (2006), όπου, κατά το πείραμα, χορηγήθηκε στις αγελάδες κραμβέλαιο, της τάξης του 5,3% της ΞΟ της τροφής. Επακόλουθο αυτού, ήταν η μείωση της πεπτικότητας της ΞΟ και των ΙΟ, ένα αποτέλεσμα που ταυτίζεται πλήρως σχεδόν, με τα αποτελέσματα των Jenkins και Fotouhi (1990), όπου η μελέτη έγινε σε πρόβατα και το υπό εξέταση λίπος ήταν το αραβοσιτέλαιο (2,4% της ΞΟ) και σε αντιδιαστολή με τους Zervas *et al.* (1998), όπου, κατά τη μελέτη, χορηγήθηκε στα πρόβατα σογιέλαιο, της τάξεως του 5%, με αποτέλεσμα την ελάχιστη αύξηση της φαινόμενης πεπτικότητας της ΞΟ, με ταυτόχρονη (μικρή) αύξηση της φαινόμενης πεπτικότητας των NDF και ADF.

Μια άλλη παράμετρος που επηρεάζεται από την προσθήκη λίπους είναι η μοριακή αναλογία των ΠΛΟ. Η γενική τάση που επικρατεί είναι ότι με τη χορήγηση του λίπους στο σιτηρέσιο των ζώων, παρατηρείται μια μικρή μείωση της γενικής συγκέντρωσης των ΠΛΟ, με επιμέρους αύξηση της συγκέντρωσης του προπιονικού οξέος και με ταυτόχρονη μείωση της συγκέντρωσης, τόσο του οξικού, όσο και του βουτυρικού οξέος. Μείωση παρατηρείται, επίσης, στην τιμή της αναλογίας οξικού:προπιονικού οξέος (Jenkins and Fotouhi, 1990; McGinn *et al.*, 2004; Beauchemin and McGinn, 2006; Zened *et al.*, 2013). Μια αναφορά η οποία έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των Zervas *et al.* (1998), όπου δεν εντοπίστηκε καμία σημαντική, διαφορά ως προς την μεταβολή της μοριακής αναλογίας των ΠΛΟ, ανάμεσα σε δύο σιτηρέσια που αποτελούνταν από τις ίδιες ακριβώς ζωοτροφές, με μόνη διαφορά ότι στο ένα προστέθηκε σογιέλαιο (5%).

Ακόμα, ένα άλλο σημείο το οποίο τροποποιείται, λόγω της προσθήκη λίπους, είναι η παραγωγή μεθανίου (CH₃). Όπως σημειώνεται από τους Beauchemin and McGinn (2006), μετά την προσθήκη λίπους, συγκεκριμένα κραμβέλαιο (5,3%, DMI), παρουσιάστηκε μια μείωση στην παραγωγή μεθανίου, της τάξεως του 20%, μια διατύπωση που ασπάζονται και οι McGinn *et al.* (2004). Γενικά, ισχύει ότι η παροχή λίπους στα σιτηρέσια έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής CH₃.

Επιπλέον, μερικές άλλες παράμετροι που επηρεάζονται από την προσθήκη λίπους στα σιτηρέσια των μηρυκαστικών, είναι η ζυμωτικότητα των αζωτούχων ουσιών, καθώς και η συγκέντρωση της αμμωνίας, αφού κατά γενική ομολογία, παρατηρείται μείωση της πέψης των N-χων ουσιών όσο και της συγκέντρωσης NH₃, όσο αυξάνεται η ποσότητα του λίπους (Jenkins and Fotouhi, 1990; McGinn *et al.*, 2004; Beauchemin and McGinn, 2006). Όσον αφορά στο pH, η γενική τάση που επικρατεί μετά τη χορήγηση λίπους, είναι η μικρή αύξηση της τιμής του ($P>0.05$) (Zervas *et al.*, 1998; McGinn *et al.*, 2004; Zened *et al.*, 2013).

Συμπεραίνεται, λοιπόν, είναι ότι τα λίπη με τη σειρά τους, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη θρέψη και τη φυσιολογία των μηρυκαστικών ζώων, που εξαρτάται από την ποσότητα, την ποιότητα και την προέλευση του λίπους που χορηγείται για κατανάλωση από τα παραγωγικά ζώα.

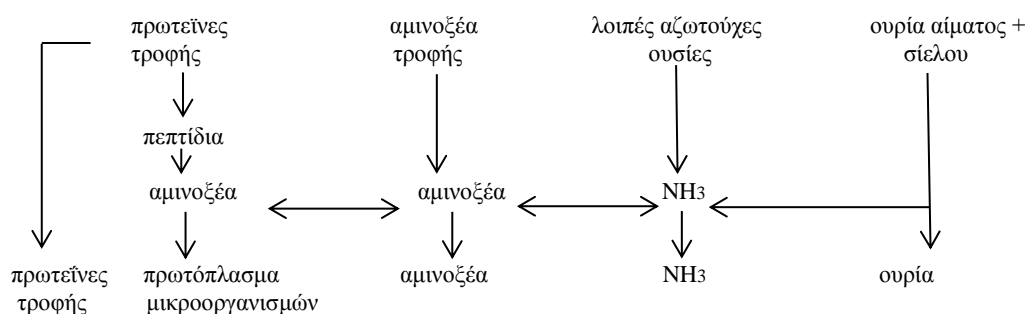
1.6.3 Αζωτούχες Ουσίες

Οι Αζωτούχες Ουσίες (N-χες ουσίες) είναι σύνθετες οργανικές ενώσεις, υψηλού μοριακού βάρους, αποτελούμενες από C, H και O, όπως ισχύει με τους υδατάνθρακες και τα λίπη, με επιπλέον N και γενικά S (Hristov and Ropp, 2003; Ζέρβας, 2005). Περιλαμβάνουν τις πρωτεΐνες και τις μη πρωτεϊνικές φύσεως N-χες ουσίες (ΜΠΦΝ) (Ζέρβας, 2005).

Γενικά, οι πρωτεΐνες είναι το κυριότερο συστατικό της ζώσας ύλης και απαντώνται στο αίμα και σ' όλα τα κύτταρα του οργανισμού. Ακόμα, αποτελούν ποσοτικά, το μεγαλύτερο μέρος της οργανικής ουσίας. Όσον αφορά στην ταξινόμησή τους, χωρίζονται σε απλές και σύνθετες. Επιπλέον, τα αμινοξέα αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες, οι οποίες σχηματίζουν τις πρωτεΐνες. Τέλος, ο μεγάλος αριθμός πρωτεϊνών που εντοπίζεται είναι αποτέλεσμα της παρουσίας ή της απουσίας ορισμένων αμινοξέων, της συχνότητας συμμετοχής τους και του μεγάλου συνδυασμού συμμετοχής τους (Ζέρβας, 2005).

1.6.3.1 Ζύμωση των N-χων Ουσιών

Οι N-χες ουσίες, οι οποίες παραχωρούνται στα μηρυκαστικά και εισέρχονται εντός της μεγάλης κοιλίας είναι πρωτεΐνες, αμινοξέα, διάφορα αμίδια και άλλες ΜΠΦΝ της τροφής (Lobley *et al.*, 1995). Ένα μέρος των ουσιών αυτών υδρολύεται με τη βοήθεια των βακτηρίων που υπάρχουν στους προστομάχους (Ipharraguerre *et al.*, 2002). Αναλυτικότερα, οι πρωτεΐνες υδρολύονται προς πεπτίδια και αμινοξέα, όπου τα αμινοξέα στη συνέχεια, μαζί με τις πάσης φύσεως ΜΠΦΝ-χες ουσίες (π.χ ουρία, ουρικό οξύ κ.α.) υδρολύονται προς NH₃, CO₂, σε κατώτερα ΛΟ και άλλες N-χες ενώσεις. Επίσης, ένα μέρος της NH₃ παράγεται ενδογενώς και από τα βακτήρια των προστομάχων (Ζέρβας, 2005). Ακόμα, η υδρόλυση των πρωτεϊνών στους προστομάχους είναι ανάλογη της ποσότητας των ευδιάλυτων πρωτεϊνών και αντιστρόφως ανάλογη της παρουσίας του ΜΠΦΝ στο σιτηρέσιο (Ζέρβας, 2005).



Διάγραμμα 1.9: Διαγραμματική παρουσίαση της αποδόμησης και σύνθεσης N-χων ουσιών από του μικροοργανισμούς των προστομάχων

(από Φυσιολογία Θρέψεως Π. Καλαϊσάκη, 1981)

Περαιτέρω, η αμμωνία που παράγεται μαζί με τα μικρά πεπτίδια και τα ελεύθερα αμινοξέα χρησιμοποιούνται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, για σύνθεση της μικροβιακής πρωτεΐνης (Ipharraguerre *et al.*, 2002). Η μικροβιακή πρωτεΐνη έχει μεγάλη σπουδαιότητα, καθότι τα βακτήρια των προστομάχων έχουν ή τους δίνεται η δυνατότητα να παράγουν τα απαραίτητα και μη, αμινοξέα, καθιστώντας, έτσι, τα μηρυκαστικά ζώα αυτόνομα οργανισμούς, ως προς όλα τα αμινοξέα (Beever, 1996; BBSRC, 1998). Η μικροβιακή πρωτεΐνη αποτελεί κράμα πρωτεϊνών βακτηριδίων και πρωτόζωων κι έχει βιολογική αξία περί το 70-80 (Ζέρβας, 2005).

Το βασικότερο στοιχείο για το σχηματισμό της μικροβιακής πρωτεΐνης είναι η αμμωνία που υπάρχει στο υγρό της μεγάλης κοιλίας. Αν η ποσότητα των N-χων ουσιών του σιτηρεσίου είναι ελλιπής ή ακόμα ο βαθμός ζύμωσης της πρωτεΐνης είναι χαμηλός, τότε η συγκέντρωση της αμμωνίας στο υγρό της μεγάλης κοιλίας είναι, επίσης, χαμηλή και η ανάπτυξη μικροοργανισμών είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα τη μειωμένη δυνατότητα σχηματισμού μικροβιακής πρωτεΐνης. Αντίστοιχα, αν η διάσπαση των πρωτεϊνών (πρωτεϊνόλυση) διεξάγεται με ταχύ ρυθμό έναντι της πρωτεϊνοσύνθεσης τότε υπάρχει περίσσεια αμμωνίας στο υγρό της μεγάλης κοιλίας και η συγκέντρωση, στις πλείστες αυτών των περιπτώσεων, ξεπερνά τα επιτρεπόμενα όρια (Ζέρβας, 2005). Για την αντιμετώπιση της αύξησης της συγκέντρωσης της αμμωνίας και των αρνητικών επιδράσεων που αυτή έχει στον οργανισμό, η περίσσεια της αμμωνίας απορροφάται από τον οργανισμό, περνά στο αίμα, οδηγούμενη στο ήπαρ και μετατρέπεται σε ουρία, ούτως ώστε να αποβληθεί από τον οργανισμό με ασφαλή τρόπο. Η μετατροπή αυτή έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με N, καθώς και την απώλεια ενέργειας (ATP), από πλευράς του ζώου (Lobley *et al.*, 1995). Ως εκ των ανωτέρω, ο ιδανικός τρόπος χρησιμοποίησης της αμμωνίας στο υγρό της μεγάλης κοιλίας είναι αν γίνει κατορθωτό η πρωτεϊνόλυση να συμπέσει με την πρωτεϊνοσύνθεση από τους μικροοργανισμούς (Ζέρβας, 2005). Γενικά, οι περισσότερες δημοσιευμένες εργασίες υποδηλώνουν το προαναφερθέν,

ότι δηλαδή, η σύνθεση της μικροβιακής πρωτεΐνης στη μεγάλη κοιλία εξαρτάται από τη διαθέσιμη ενέργεια και το διαθέσιμο N. Ακόμα, σύμφωνα με τους Hoover and Stokes (1991), η παραγωγή της μικροβιακής πρωτεΐνης είναι πάντοτε υψηλότερη, όταν το σιτηρέσιο έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε μη δομικούς υδατάνθρακες. Σε αντίθεση με ορισμένες άλλες αναλύσεις, δεν παρουσιάστηκε καμία επίδραση, ως προς την παραγωγή της μικροβιακής πρωτεΐνης, κατόπιν αύξησης της συγκέντρωσης του αμύλου (Shabi *et al.*, 1998).

Όσον αφορά στις ΜΠΦΝ, η πλέον εύχρηστη είναι η ουρία. Εν συντομία, η ουρία διέρχεται στη μεγάλη κοιλία, υδρολύεται σε αμμωνία, με τη βοήθεια της βακτηριακής ουρεάσης. Οι δύο προϋποθέσεις για την αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση της αμμωνίας, που προέρχεται από την υδρόλυση της ουρίας, είναι: α) η συγκέντρωση της αμμωνίας που βρίσκεται στο υγρό της μεγάλης κοιλίας, να είναι μικρότερη της αρίστης και β) να υπάρχει διαθέσιμη ενέργεια, τόση, ώστε οι μικροοργανισμοί να μπορούν να αντλήσουν την απαιτούμενη ποσότητα, για σύνθεση της μικροβιακής πρωτεΐνης (Ζέρβας, 2005). Παράλληλα, θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική χρήση ουρίας, καθότι αυτή υδρολύεται με γοργούς ρυθμούς, παράγοντας έτσι, με ευκολία και σε αυξημένες ποσότητες, αμμωνία ξεπερνώντας την ουριοσυνθετική ικανότητα του ήπατος, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της ουρίας στο αίμα, να φτάνει σε τοξικά επίπεδα (Jenkins and Fotouhi, 1990; Loble *et al.*, 1995). Η παρουσία, ωστόσο, της ουρίας στους προστομάχους είναι μεγάλης φυσιολογικής σημασίας, καθότι εξασφαλίζει την αζωτούχο θρέψη, τόσο των μικροοργανισμών, όσο και του ίδιου του μηρυκαστικού, όταν η τροφή που του παρέχεται είναι φτωχή σε N ή όταν αυτό είναι άσιτο (Ζέρβας, 2005).

Συμπερασματικά, εξ όσων αναφερθήκαν παραπάνω, εξάγεται ότι οι N-χες ουσίες επιτελούν και αυτές καίριο ρόλο στα ζυμωτικά φαινόμενα του οργανισμού των μηρυκαστικών ζώων, με κυριότερο την άμεση εμπλοκή στο σχηματισμό της μικροβιακής πρωτεΐνης.

1.7 Ο ρόλος του λόγου NDF:άμυλο στα ζυμωτικά φαινόμενα των μηρυκαστικών και το προφίλ των λιπαρών οξέων.

Είναι γεγονός ότι ο λόγος NDF:άμυλο είναι μια σχέση για την οποία θα μπορούσε να λεχθεί ότι απορρέει κατά κύριο λόγο από την αναλογία μεταξύ των ΧΖ και των ΣΖ που απαρτίζουν το σιτηρέσιο, διότι, όπως έχει προαναφερθεί, το άμυλο αποτελεί το κύριο συστατικό των ΣΖ, ενώ το NDF είναι ένα από τα κυριότερα συστατικά των ΙΟ (κυτταρικών τοιχωμάτων). Παρ' όλα αυτά, το NDF δεν είναι αποκλειστικό συστατικό των ΧΖ, αλλά εντοπίζεται και σ' ένα σημαντικό αριθμό ΣΖ, που σε μερικές περιπτώσεις, αντιπροσωπεύει αξιοσημείωτα ποσοστά της χημικής σύστασης τους. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την τροποποίηση της τιμής του λόγου αυτού είναι οι εξής: ο τύπος των ΧΖ, η εποχή συλλογής των ΧΖ, το βλαστικό στάδιο στο οποίο βρίσκονται, κατά την περίοδο

συλλογής, η αναλογία μεταξύ ΧΖ και ΣΖ, όσο και το είδος και η ποσότητα των υπό χρησιμοποίηση ΣΖ.

Στην πράξη, οι διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται, με στόχο την αλλαγή της τιμής του λόγου NDF:άμυλο, προκαλούν διάφορες τροποποιήσεις στα ζυμωτικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα στη μοριακή αναλογία των ΠΛΟ, στην τιμή του pH της μεγάλης κοιλίας, στην παραγωγή της NH₃, στη σύνθεση του CH₄, στο σχηματισμό της μικροβιακής πρωτεΐνης, αλλά ακόμα και στη γαλακτοπαραγωγή και στη χημική σύσταση του γάλακτος.

Επομένως, λόγω των σημαντικών μεταβολών που προκαλεί η διακύμανση του λόγου NDF:άμυλο, τόσο στα ζυμωτικά φαινόμενα, όσο και στην παραγωγή και τη σύσταση του γάλακτος, θεωρείται σκόπιμο να αναλυθούν στη συνέχεια, οι επιμέρους παράμετροι που επηρεάζει η τιμή του κλάσματος αυτού.

1.7.1 Η επίδραση της σχέσης NDF:άμυλο στα ζυμωτικά φαινόμενα (ΠΛΟ, pH, NH₃, CH₄, μικροβιακή πρωτεΐνη κ.α)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα ζυμωτικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα εντός των προστομάχων και κυρίως στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών, επηρεάζονται κατά άμεσο τρόπο, από τη χημική σύσταση του κάθε σιτηρεσίου. Συνέπεια της σύστασης του σιτηρεσίου είναι και η τιμή του λόγου NDF:άμυλο. Στη συνέχεια, θα γίνει μια προσπάθεια σχολιασμού των παραμέτρων που επηρεάζονται από τη μεταβολή της σχέσης αυτής.

Γενικά, οι διαθέσιμες πληροφορίες που αναφέρονται στην επίδραση του κλάσματος NDF:άμυλο στις διάφορες παραμέτρους των μηρυκαστικών και των προϊόντων τους, είναι περιορισμένες. Στόχος μιας πρόσφατης δημοσίευσης, η οποία έγινε από τους Zened *et al.* (2013) ήταν η παρατήρηση της επίδρασης που έχουν διαφορετικά επίπεδα αμύλου, στα ζυμωτικά φαινόμενα των αγελάδων, κατά τη διάρκεια της Ξηράς Περιόδου (ΞΠ). Η σύσταση του σιτηρεσίου του μάρτυρα αποτελείτο από 68,7% ενσίρωμα αραβοσίτου, 14,3% σανό μηδικής και 15,5% σογιάλευρο, με χημική σύσταση σε ΟΑΟ=14,6%, NDF=39,7%, άμυλο=21,5%, ΛΟ=2,9%, ενώ το σιτηρέσιο της επέμβασης απαρτιζόταν από 37,7% ενσίρωμα αραβοσίτου, 12,4% σογιάλευρο και από ένα συνδυασμό κριθής και σίτου 48,5%, του οποίου η χημική σύσταση ήταν ίση με: ΟΑΟ=14,2%, NDF=31%, άμυλο=34,8% και ΛΟ=2,7%. Στην παρούσα περίπτωση, η τιμή του λόγου NDF:άμυλου ήταν, για τον μάρτυρα και την επέμβαση, ίση με 1,85 και 0,89, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στο σύνολο της ποσότητας των ΠΛΟ, στο μάρτυρα, αυτό ήταν χαμηλότερο, συγκριτικά με την επέμβαση, με συγκεντρώσεις 96,4 mM και 134,4 mM, αντίστοιχα. Το οξικό οξύ παρουσίασε σημαντική μείωση ($P<0.05$) στην επέμβαση, ενώ το προπιονικό οξύ παρουσίασε αύξηση ($P=0.09$), μειώνοντας, έτσι και την τιμή του λόγου οξικού:προπιονικού οξέος. Ακόμα, στην επέμβαση (δηλ. με την υψηλή συγκέντρωση σε άμυλο) υπήρξε μεγαλύτερη παραγωγή γαλακτικού οξέος, σε σχέση με το άλλο σιτηρέσιο, με διαφορά ίση με 66%. Το pH της μεγάλης κοιλίας παρουσίασε σημαντική πτώση, όταν η

τιμή του NDF:αμύλου ήταν ίση με 0,89 (από 6,3 σε 5,7, ίση με 10,53%). Στο σημείο αυτό, θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί ότι ο Allen (1997) βρήκε ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση ($r^2=0.13$), ανάμεσα στην τιμή του pH της μεγάλης κοιλίας και της συγκέντρωσης των ΠΛΟ, στις αγελάδες. Σε συμφωνία με τα προηγούμενα βρίσκονται και τα δεδομένα που δημοσίευσαν οι Weimer *et al.* (2010), σύμφωνα με τους οποίους, στόχος ήταν να ελεγχθεί η επίδραση που έχει η αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου στο σιτηρέσιο, διατυπώνοντας παρόμοια αποτελέσματα με τους Zened *et al.* (2013), οι οποίοι αιτιολόγησαν τις προκύπτουσες μεταβολές, ως αποτέλεσμα της τροποποίησης του βακτηριακού πληθυσμού, που προκλήθηκε λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του αμύλου (Brasca *et al.*, 2007).

Οι Julien *et al.* (2010) μελέτησαν τις επιδράσεις που είχε η τροποποίηση της αναλογίας μεταξύ των ΧΖ και ΣΖ, στα ζυμωτικά φαινόμενα των προστομάχων των αγελάδων, κατά την διάρκεια της ΞΠ. Για τον καταρτισμό των σιτηρεσίων, ως πρώτες ύλες, χρησιμοποιήθηκαν, ως μεν ΧΖ, ο σανός χλόης βοσκής, ενώ τις ΣΖ αποτελούσαν ο καρπός κριθής, ο καρπός σίτου και το σογιάλευρο (48% ΟΑΟ). Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, καλύπτονταν πλήρως οι ανάγκες των ζώων σε ενέργεια και ΟΑΟ. Πιο λεπτομερώς, υπήρχαν τέσσερις επεμβάσεις, όπου η αναλογία μεταξύ των ΧΖ και ΣΖ ήταν η εξής: στο μάρτυρα [100(ΧΖ):0(ΣΖ)], στην 1^η [75(ΧΖ):25(ΣΖ)], στη 2^η [58(ΧΖ):42(ΣΖ)] και στην 3^η επέμβαση [44(ΧΖ):56(ΣΖ)], ενώ η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, που είναι αποτέλεσμα της κάθε επέμβασης, ήταν 57, 3.9, 2.1 και 1.4, αντίστοιχα. Αναφορικά με τις τιμές που παρουσίασε το pH, δεν υπήρξε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά, μεταξύ των επεμβάσεων. Λόγου χάριν, στο πρώτο σιτηρέσιο, η τιμή του pH ήταν 6,62 και στο τελευταίο 6,52, παρά την μεγάλη διαφορά που υπήρξε στην τιμή της σχέσης NDF:άμυλο, μεταξύ των δύο αυτών επεμβάσεων. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα αυτών, πιθανός λόγος για τον οποίο η τιμή του pH παρέμεινε αμετάβλητη, ήταν η υψηλή συγκέντρωση των ΧΖ που αποτελούσαν το κάθε σιτηρέσιο. Στη 3^η επέμβαση, το pH παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, ακόμα κι έξι ώρες μετά την κατανάλωση της τροφής, όπως και στην 1^η και 2^η, μέχρι και την τέταρτη ώρα. Αντιθέτως, στην περίπτωση του μάρτυρα, το pH ανέρχεται στην κανονική του τιμή, μετά από δύο ώρες. Η συγκέντρωση του συνόλου των ΠΛΟ παρουσίασε μια αύξηση, όσο η τιμή του λόγου NDF:άμυλο έβαινε μειούμενη. Όταν, για παράδειγμα, η τιμή του κλάσματος ήταν 57 και 1,4 η συγκέντρωση των ΠΛΟ είχαν διαφορά 10,20%, συγκεκριμένα ήταν 65,2 mM και 72,2 mM, αντίστοιχα. Τέλος, η συγκέντρωση της NH₃ παρουσίασε μιαν αύξηση, παράλληλη με την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου στην τροφή. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του αμύλου, που παρατηρείται ταυτόχρονα με την προκαλούμενη αύξηση των ΟΑΟ. Οι παρατηρήσεις αυτές είναι σύμφωνες με τα αποτελέσματα των Yang και Beauchemin (2010).

Ως προς τη ζυμωτικότητα, οι δημητριακοί καρποί χαρακτηρίζονται από μεγάλη παραλλακτικότητα στο βαθμό ζύμωσης. Οι Montelis *et al.* (2002) εξετάσαν την επίδραση που έχουν δύο διαφορετικές πηγές αμύλου, με διαφορετικό βαθμό ζύμωσης και την

αλληλεπίδρασή τους, όταν στηρίζονται σε διαφορετικές ΧΖ (ενσίρωμα χλόης βοσκής και ενσίρωμα αραβοσίτου). Οι δύο υπό εξέταση πηγές αμύλου, ήταν ο καρπός κριθής με βαθμό ζυμωτικότητας 63% και τα περιβλήματα πατάτας, που έχουν πολύ χαμηλότερο βαθμό ζύμωσης, περί του 38%. Η σύσταση του σιτηρεσίου ήταν η εξής: ο μάρτυρας περιείχε [56,8% ΞΟ ενσίρωμα αραβοσίτου, 7,1% ΞΟ άχυρο σίτου, 22% ΞΟ καρπό σίτου και 12,4% ΞΟ (σογιάλευρο + άλευρο ελαιοκράμβης)], η πρώτη επέμβαση [56,8% ΞΟ ενσίρωμα αραβοσίτου, 7,1% ΞΟ άχυρο σίτου, 25,5% ΞΟ περιβλήματα πατάτας και 12,4% ΞΟ (σογιάλευρο+άλευρο ελαιοκράμβης)], η δεύτερη [63,8% ΞΟ ενσίρωμα χλόης βοσκής, 30,5% ΞΟ καρπό σίτου και 5,1% (σογιάλευρο+άλευρο ελαιοκράμβης)] και στο τέλος η τρίτη επέμβαση [61,9% ΞΟ ενσίρωμα χλόης βοσκής, 27,6% ΞΟ περιβλήματα πατάτας και 9,4% (σογιάλευρο + άλευρο ελαιοκράμβης)]. Βάσει αυτής της σύστασης, υπολογίστηκε ότι η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, στο μάρτυρα, στην πρώτη, δεύτερη και τρίτη επέμβαση ήταν ίση με 1,17, 1,02, 2 και 1,94, αντίστοιχα. Στις δύο πρώτες δοκιμές (δηλ το μάρτυρα και την επέμβαση 1), στις οποίες οι ΧΖ αποτελούνταν από το ενσίρωμα χλόης, παρατηρήθηκε μείωση της τιμής του pH, και για τις δύο εξεταζόμενες ζωοτροφές, με τη μεγαλύτερη μεταβολή να παρατηρείται στα ζώα που κατανάλωσαν καρπό σίτου, ενώ μεταξύ των δύο επεμβάσεων υπήρξε σημαντική διαφορά ($P < 0.01$). Τα ΠΛΟ είχαν μια τάση αύξησης της συγκέντρωσής τους, εκατέρωθεν, με μεγαλύτερη ένταση και διάρκεια στο πρώτο σιτηρέσιο. Συγκεκριμένα, το οξικό οξύ παρουσίασε μείωση και στα δύο σιτηρέσια, με τη μεγαλύτερη να εμφανίζεται και πάλι, στην επέμβαση που περιείχε καρπό σίτου, ενώ το προπιονικό παρουσίασε και στα δύο αύξηση. Όσον αφορά στα δύο άλλα σιτηρέσια, τα οποία στηρίζονταν στο ενσίρωμα αραβοσίτου (2^η και 3^η επέμβαση), παρατηρήθηκε μείωση της τιμής του pH, αύξηση του συνόλου των ΠΛΟ, καθώς και ξεχωριστές, για το κάθε ΠΛΟ, τροποποιήσεις χωρίς ωστόσο να υπάρξει κάποια σημαντική διαφορά, μεταξύ τους ($P > 0.05$). Ακόμα, στο ίδιο πείραμα σύμφωνα με τους Monteils *et al.* (2002), δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των ΧΖ. Παρ' όλα αυτά, το προφίλ των ζυμωτικών φαινομένων δείχνει διαφορές ανάμεσα στις δύο ΣΖ, για την ίδια βάση ΧΖ και διαφορές μεταξύ των δύο ΧΖ, για τις ίδιες ΣΖ. Σ' όλα τα σιτηρέσια, όπου τα ζώα κατανάλωσαν σίτο, υπήρξε μεγαλύτερη μείωση της τιμής του pH. Αυτό οφείλεται στο ότι ο σίτος διακρίνεται από μεγαλύτερο βαθμό ζυμωτικότητας, έναντι της πατάτας. Επίσης, το προφίλ των ΠΛΟ μεταξύ του σίτου και των παραπροϊόντων της πατάτας, ήταν πολύ διαφορετικό ανάμεσα στις δύο ΧΖ. Γενικά, η συγκέντρωση του οξικού οξέος ήταν μεγαλύτερη επί του συνόλου των ΠΛΟ, στα σιτηρέσια που περιείχαν καρπό κριθής και υψηλότερα στο ενσίρωμα χλόης, έναντι του ενσιρώματος του αραβοσίτου. Το προπιονικό οξύ παρουσίασε αξιοσημείωτες διαφορές, μεταξύ των δύο τύπων αμύλου, στις επεμβάσεις όπου οι ΧΖ στηρίζονταν στο ενσίρωμα χόρτου, σε αντίθεση με τις επεμβάσεις που στηρίζονταν στο ενσίρωμα αραβοσίτου, όπου δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιολογική διαφορά. Αδρά, η μέση συγκέντρωση της ποσότητας του προπιονικού και του βουτυρικού ήταν μεγαλύτερη στα σιτηρέσια, με την τιμή του λόγου NDF:άμυλο στα 1,17 και 1,1, δηλαδή στις επεμβάσεις όπου υπήρχε αυξημένη συγκέντρωση αμύλου, μια αναφορά η

οποία βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Harmison *et al.* (1997). Επιπλέον, οι Harmison *et al.* (1997) διαπίστωσαν ότι, για να είναι σημαντικές οι αλλαγές στη συγκέντρωση του βουτυρικού οξέος, πρέπει η ποσότητα του αμύλου να ξεπερνά τα 7 Kg/ημέρα/αγελάδα και τέλος, παρ' ότι σ' αυτό το πείραμα υπήρξε φάση, κατά την οποία η τιμή του pH άγγιξε το 5,53 δεν παρουσιάστηκε το φαινόμενο της οξέωσης και αυτό οφείλεται στη σωστή ρύθμιση που παρέχει η τεχνική του συστήματος τροφοδοσίας TMR.

Ομοίως, οι Ipharraguerre *et al.* (2002), οι οποίοι είχαν σαν στόχο, να εξετάσουν την επίδραση που προκαλεί η αντικατάσταση των ΣΖ, πλούσιων σε άμυλο (καρπό αραβοσίτου), από ΣΖ πλούσιες σε κυτταρικά τοιχώματα (περιβλήματα σογιοσπόρου), ως προς τα ζυμωτικά φαινόμενα στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες. Για την αναλυτική απεικόνιση της σύστασης των σιτηρεσίου, βλέπε 1.7.2. Η αναλογία μεταξύ ΧΖ:ΣΖ ήταν 46:54 σε όλα τα σιτηρέσια, ενώ η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, ήταν στο μάρτυρα (0,75), στη 1^η επέμβαση (0,95), στη 2^η επέμβαση(2,4), στη 3^η επέμβαση (4,55) και στην 4^η (58). Η τιμή του pH, είχε τάση μείωσης, όσο αυξανόταν η τιμή της σχέσης NDF:αμύλου, αλλά μη σημαντική ($P=0.08$). Παρόμοια αποτελέσματα διαπιστώθηκαν και σε άλλες μελέτες, όπου τα περιβλήματα σογιοσπόρου αντικαθιστούσαν διάφορους άλλους δημητριακούς καρπούς (Mansfield and Stern, 1994; Elliott *et al.*, 1995), σε αντιδιαστολή με τους Sarwar *et al.* (1992), που διαπίστωσαν σημαντική μείωση στην τιμή του pH, όταν τα περιβλήματα σογιοσπόρου αντικατέστησαν δημητριακούς καρπούς (π.χ. γλουτένη αραβοσίτου). Σχετικά με τα ΠΛΟ, όσο αυξανόταν η τιμή του λόγου, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των ΠΛΟ, όμως μη σημαντική, στατιστικώς ($P>0.05$), με παράλληλη αύξηση της μοριακής αναλογίας του οξικού και ταυτόχρονη μείωση της ποσότητας του προπιονικού οξέος, με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη αύξηση της τιμής της σχέσης οξικού:προπιονικού. Ίδια αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν και από τους Sarwar *et al.* (1991,1992), τόσο σε μοσχάρια, όσο και σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Όσον αφορά στην παράμετρο της αμμωνίας (NH_3), σημειώθηκε ότι με αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο, αυξανόταν, ταυτόχρονα και η συγκέντρωση της NH_3 . Για παράδειγμα, στο μάρτυρα, η συγκέντρωση της αμμωνίας ήταν 12mg/dl, ενώ στην επέμβαση 4, ήταν 17,8 mg/dl, μια αύξηση που ισούται με 38,93%. Η εξήγηση που μπορεί να δοθεί σε αυτό το φαινόμενο, είναι ότι με σταδιακή αύξηση της ποσότητας των περιβλημάτων σογιοσπόρου, αυξάνεται και η συγκέντρωση των ΟΑΟ, και σε αυτήν την αύξηση οφείλεται η αύξηση της συγκέντρωσης της NH_3 . Επιπλέον, η συγκέντρωση της μικροβιακής πρωτεΐνης δεν επηρεάστηκε από την τροποποίηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο, μια διαπίστωση που ενστερνίζονται και τα αποτελέσματα των Mansfield και Stern (1994). Αντίθετα, σε άλλα πειράματα έχει διαπιστωθεί αύξηση της μικροβιακής πρωτεΐνης, όσο αυξανόταν η ποσότητα καρπού αραβοσίτου, αντικατεστημένου από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, με επικρατέστερη αιτιολογία αυτού του φαινομένου να είναι η ταυτόχρονη αύξηση της συγκέντρωσης των ΟΑΟ (Cotta and Russel, 1982; Griswold *et al.*, 1993)

Επίσης ενδιαφέροντα στοιχεία, παρουσιάζονται στην μελέτη των Salter *et al.* (1999), όπου σκοπός των οποίων ήταν να προσδιορίσουν τις επιδράσεις που προκαλεί η αντικατάσταση του NDF των ΧΖ, από το NDF των ΣΖ και συγκεκριμένα, από NDF που προέρχεται από το βαμβακόσπορο και από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, καθώς και τις επιδράσεις που προκαλεί το άμυλο διαφορετικής προέλευσης στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες (αραβόσιτο ή μείγμα αραβοσίτου με καρπό σίτου). Το ενσίρωμα μηδικής και το ενσίρωμα αραβοσίτου, αποτελούσαν τις ΧΖ, ενώ οι ΣΖ, αποτελούνταν από τον καρπό αραβοσίτου, τον καρπό σίτου, το σογιάλευρο (ΟΑΟ 44%), το βαμβακόσπορο και τα περιβλήματα σογιοσπόρου. Εν συντομία, η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν η μείωση της ποσότητας χορήγησης των ΧΖ, με παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης των περιβλημάτων σογιοσπόρου και του βαμβακόσπορου. Η τιμή του κλάσματος NDF:άμυλο, για το κάθε σιτηρέσιο, ήταν: για τον μάρτυρα (0,76), για την 1^η επέμβαση (1,78), για την 2^η (2,6) και για την 3^η (1,75). (περισσότερες πληροφορίες για την σύσταση του σιτηρεσίου βλέπε υποκ. 1.7.2). Όσον αφορά στις παραμέτρους των ζυμωτικών φαινομένων, στην επέμβαση 2, η συγκέντρωση της μικροβιακής πρωτεΐνης ήταν μεγαλύτερη, φαινόμενο που οφείλεται στην παρουσία του καρπού σίτου, ο οποίος ως γνωστόν, χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό πεπτικότητας. Σε άλλες πειραματικές μελέτες που έγιναν, το γεγονός ότι η υψηλή συγκέντρωση της μικροβιακής πρωτεΐνης συσχετίζεται θετικά με την παρουσία του καρπού σίτου, συνδέθηκε με την αύξηση της γαλακτοπαραγωγής στις αγελάδες (Herrera-Saldana *et al.*, 1990; Herrera-Saldana *et al.*, 1997; Michalet-Doreau *et al.*, 1997). Εντούτοις, καμία σημαντική διαφορά δεν εντοπίστηκε στην τιμή του pH, αλλά ούτε και στο σύνολο των ΠΛΟ, ανάμεσα στις επεμβάσεις. Αναφορικά με τη μοριακή αναλογία του οξικού οξέος, αυτή ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση 2 και χαμηλότερη στο μάρτυρα. Ως γνωστόν, αυτό συμβαίνει συνεπεία της τιμής του λόγου NDF:αμύλου, που ήταν 2,6 και 0,76 , αντίστοιχα. Ακόμα, ο μάρτυρας και η επέμβαση 3 παρουσίασαν μεγαλύτερη μοριακή αναλογία σε προπιονικού οξύ, έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων, με επικρατέστερη θεωρία για την αιτιολόγηση της αναφοράς, να είναι η υψηλότερη συγκέντρωση του αμύλου, σε συνδυασμό με τη χαμηλότερη συγκέντρωση του συνόλου του NDF και NDF(XZ), αντίστοιχα.

Επιπλέον, παραπλήσια έρευνα έγινε και από τους Hristov και Ropp (2003), που ως σκοπό είχαν να ερευνήσουν τις επιδράσεις που έχουν οι διαφορετικές αναλογίες μεταξύ των δομικών και μη δομικών υδατανθράκων στα ζυμωτικά φαινόμενα των αγελάδων. Στο μάρτυρα, ως πρώτες ύλες στο σιτηρέσιο χρησιμοποιήθηκαν από τις ΧΖ, ενσίρωμα μηδικής 26,7% (ΞΟ) και σανός μηδικής 12,6% (ΞΟ), ενώ από τις ΣΖ, καρπός κριθής 38,6% (ΞΟ), σογιάλευρο 9,7% (ΞΟ) και μελάσσα σακχαροτεύτων 9,1% (ΞΟ). Η επέμβαση περιείχε ενσίρωμα μηδικής 34%(ΞΟ), σανό μηδικής 2,1% (ΞΟ), αλεσμένο καρπό αραβοσίτου 20%, σογιάλευρο 8,2%, ζύμη ζυθοποιίας 12,6% και στέμφυλα σακχαροτεύτων 20,7%. Βάσει αυτής της σύνθεσης, η τιμή του λόγου NDF:άμυλο στο μάρτυρα και στην επέμβαση είναι 0,98 και 1,92, αντίστοιχα. Ανάμεσα στις δύο ομάδες, δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά, ως προς την τιμή του pH, το σύνολο των ΠΛΟ, καθώς και τη μοριακή αναλογία

ξεχωριστά, για το κάθε ΠΛΟ. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφέρει και οι Leiva *et al.* (2002), ως προς τη μεταβολή της συγκέντρωσης των ΠΛΟ και της τιμής του pH, όπου εξετάστηκαν δύο σιτηρέσια: το ένα με υψηλή τιμή του λόγου NDF:άμυλο, όπου χορηγήθηκαν στέμφυλα σακχαροτεύτλων και το άλλο με χαμηλή τιμή του κλάσματος NDF:αμύλου, στο υπό εξέταση κλάσμα όπου χορηγήθηκαν ζωοτροφές με μεγάλη συγκέντρωση σε άμυλο (συγκεκριμένα, καρπός αραβοσίτου). Ανάμεσα στα δύο υπό εξέταση σιτηρέσια, παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση αμμωνίας ($P<0.05$), με πιθανότερη εξήγηση τη συγκέντρωση του N. Αναλυτικότερα, η συγκέντρωση της NH_3 είναι ανάλογη της ποσότητας του N. Αν η συγκέντρωση της NH_3 είναι μεγαλύτερη στο μάρτυρα, υπάρχει θετική συσχέτιση με τη συγκέντρωση του N. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφέρει και οι Hoover και Stoles (1991), που κατάρτισαν δύο σιτηρέσια: το ένα με υψηλή συγκέντρωση σε δομικούς υδατάνθρακες και το άλλο με υψηλή συγκέντρωση σε μη δομικούς υδατάνθρακες. Και εδώ, στο σιτηρέσιο με υψηλή συγκέντρωση σε μη δομικούς υδατάνθρακες (δηλ. άμυλο), παρουσιάστηκε μεγαλύτερη παραγωγή μικροβιακής πρωτεΐνης. Τέλος, αναφορικά με τη σύσταση της μικροβιακής πρωτεΐνης, δεν παρουσιάστηκε καμία τροποποίηση ανάμεσα στο μάρτυρα και την επέμβαση.

Κλείνοντας με τις αγελάδες, οι Beekmant και Weiss (2005) μελέτησαν κατά πόσον η αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο επηρεάζει τα ζυμωτικά φαινόμενα. Έτσι, κατάρτισαν τρία διαφορετικά σιτηρέσια, όπου, στο μάρτυρα, η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν ίση με 0,74, στην πρώτη 0,95 και στη δεύτερη επέμβαση ήταν ίση με 1,27. Όλα τα σιτηρέσια είχαν 41,5% (ΞΟ) από ενσίρωμα αραβοσίτου, ενώ η ποσότητα του καρπού αραβοσίτου έβαινε μειούμενη, από 34,8% σε 23,3%. Η συγκέντρωση του σογιάλευρου (44%ΟΑΟ) ήταν περί το 21% στο σύνολο των σιτηρεσίων, ενώ όσον αφορά στην εκατοστιαία ποσότητα των περιβλημάτων σογιοσπόρου στο μάρτυρα, στην πρώτη και στη δεύτερη επέμβαση, ήταν 0%, 3% και 5,97%, αντίστοιχα. Τέλος, τα περιβλήματα βαββακοσπόρου δε χορηγήθηκαν στον μάρτυρα, ενώ στην πρώτη και δεύτερη επέμβαση, η περιεκτικότητά τους ήταν ίση με 2,64% και 5,27%, αντίστοιχα. Όλες οι επεμβάσεις είχαν 18% NDF(XZ), εκτός του αμύλου που προέρχεται από τις ΣΖ, που ήταν από 24,4% έως 33,3% και του NDF με προέλευση τις ΣΖ, που ήταν από 24,7% έως 32,2%. Γενικά, για όλες τις μετρήσεις οι μεγαλύτερες διαφορές ήταν ανάμεσα στο μάρτυρα (0,74) και στις δύο άλλες δοκιμές (0,95 και 1,27). Καθώς όμως, η τιμή του λόγου NDF:άμυλο αυξανόταν, δεν επηρεάστηκε η τιμή του pH, με επικρατέστερη εξήγηση τη μη ύπαρξη μεγάλης διαφοράς στις τιμές του λόγου ανάμεσα στις τρεις επεμβάσεις, αν και υπήρξε μείωση στη συνολική συγκέντρωση των ΠΛΟ ($P<0.05$), καθώς και μεταβολή στο προφίλ των ΠΛΟ. Συγκεκριμένα, αυξήθηκε η συγκέντρωση του οξικού ($P=0.08$) και του βουτυρικού ($P=0.16$), ενώ το προπιονικό οξύ παρουσίασε μικρή μείωση ($P=0.15$).

Στα μικρά μηρυκαστικά, οι μελέτες που αναφέρονται στις επιδράσεις του λόγου NDF:άμυλο στα ζυμωτικά φαινόμενα είναι πολύ λίγες. Μια από αυτές τις μελέτες, ήταν

των Martinez *et al.* (2010), οι οποίοι επιχείρησαν να μελετήσουν την επίδραση που είχε η διαφορετική αναλογία ΧΖ:ΣΖ, καθώς και ο τύπος δύο διαφορετικών ΧΖ στα γαλακτοπαραγωγά πρόβατα (σανό μηδικής και σανό χλόης). Η αναλογία στα πρώτα δύο σιτηρέσια ήταν (70:30, ΧΖ:ΣΖ). Στο ένα ΧΖ ήταν ο σανός μηδικής και στο άλλο ήταν ο σανός χλόης βοσκής. Στα άλλα δύο σιτηρέσια, η αναλογία μεταξύ ΧΖ και ΣΖ αντιστράφηκε, δηλαδή ήταν (30:70, ΧΖ:ΣΖ). Εξ αυτών, η περιεκτικότητα των δύο πρώτων σε NDF ήταν υψηλότερη έναντι των δύο άλλων σιτηρεσίων, όπου υψηλότερη ήταν η συγκέντρωση του αμύλου. Συγκεκριμένα, η τιμή του κλάσματος NDF:άμυλο ήταν μεγαλύτερη στα σιτηρέσια με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ΧΖ, σε σχέση με τα υπόλοιπα, τα οποία στηρίζονται στις ΣΖ. Διαπιστώθηκε, βάσει των παρατηρήσεων, ότι δεν υπήρξε καμία αλληλεπίδραση, ανάμεσα στην αναλογία των ΧΖ:ΣΖ και τον τύπο των ΧΖ, ενώ το σύνολο των ΠΛΟ, ήταν 10% περισσότερο στα ζώα που κατανάλωναν περισσότερες ΣΖ, ένα συμπέρασμα σύμφωνο με τα αποτελέσματα των Kamel *et al.* (2008), που αιτιολογούσαν την αύξηση αυτή, είτε ως αποτέλεσμα της αύξησης της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών, είτε λόγω της εντονότερης δραστηριότητας των μικροοργανισμών, που προκλήθηκε από την αυξημένη συγκέντρωση των μη δομικών υδατανθράκων (δηλ. του αμύλου). Η τιμή του pH, ως αναμενόμενο παρουσίασε υψηλότερα επίπεδα στα πρόβατα που κατανάλωναν μεγαλύτερη ποσότητα ΧΖ ($P < 0.001$), αποτελέσματα που βρίσκουν σε συμφωνία και τους Nagadi *et al.* (2000). Η μοριακή αναλογία του οξικού ήταν μεγαλύτερη στα σιτηρέσια που στηρίζονταν, επίσης, στις ΧΖ, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση του βουτυρικού και προπιονικού οξέος που ήταν υψηλότερη στις ΣΖ. Ακόμα, στις επεμβάσεις με την αναλογία (ΧΖ:ΣΖ,30:70), όπως ήταν αναμενόμενο, παρουσιάστηκε αύξηση στην παραγωγή γαλακτικού οξέος και αμμωνίας (NH_3), λόγω της μεγαλύτερης συγκέντρωσης των ΟΑΟ. Όπως έχει προαναφερθεί στις αγελάδες, η συγκέντρωση CH_4 αυξήθηκε σημαντικά, εικοσιτέσσερις ώρες μετά την κατανάλωση της τροφής με αύξηση της τάξης του 17%, στα σιτηρέσια που υπερίσχυαν οι ΣΖ. Το αποτέλεσμα αυτό αντιτίθεται στα περισσότερα αποτελέσματα άλλων μελετών, που επισημαίνουν ότι, όταν πλεονάζουν οι ΣΖ, παράγεται, αναλογικά, περισσότερο προπιονικό οξύ, η σύνθεση του οποίου απαιτεί περισσότερο Η, που συνεπάγεται την (αναλογικά) μικρότερη παραγωγή CH_4 , καθ' όσον το CH_3 χρειάζεται Η για το σχηματισμό του (Moss *et al.*, 1995; Lovett *et al.*, 2003).

Παρομοίως, οι Zervas *et al.* (1998) έλεγξαν την επίδραση που προκαλεί στα ζυμωτικά φαινόμενα, τη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση των γαλακτοπαραγωγών προβάτων, η αντικατάσταση του καρπού αραβοσίτου από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, όπως και η επίδραση που είχε, με ή χωρίς την προσθήκη λίπους (στην παρούσα φάση δε θα αναλυθεί η δοκιμή με την προσθήκη λίπους). Επ' αυτού, η τιμή του λόγου NDF:άμυλο που προκύπτει είναι για το μάρτυρα 0,34 και για την επέμβαση 10. Η τιμή του pH δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά, ενώ το σύνολο των ΠΛΟ παρουσίασε αύξηση στο σιτηρέσιο με την τιμή 10, της τάξης του 5,52%. Σχετικά με τη μοριακή αναλογία του οξικού οξέος, υπήρξε αύξηση στην επέμβαση, ίση με 2,96%, καθ' αντίθεση με τη συγκέντρωση του προπιονικού και βουτυρικού οξέος, που μειώθηκαν.

Κλείνοντας με τα αιγοπρόβατα, οι Cantalapiedra *et al.*(2009) ερεύνησαν την επίδραση που προκαλεί η διαφορετική αναλογία ΧΖ:ΣΖ, αλλά και ο τύπος των ΧΖ στα ζυμωτικά φαινόμενα των αιγών. Η αναλογία ΧΖ:ΣΖ ήταν 70:30 και αντίστροφα και η σύνθεση ήταν η εξής: μάρτυρας [(σανό χλόης βοσκής)+30%ΣΖ), επέμβαση 1 (30% σανό χλόης βοσκής +70% ΣΖ), επέμβαση 2 (70% σανό μηδικής+30ΣΖ)] και επέμβαση 3 (30% σανό μηδικής +70% ΣΖ). Οι ζωοτροφές που αποτελούσαν τις ΣΖ ήταν οι εξής: 21,5% κριθή, 20,4% γλουτένη αραβοσίτου, 20% πίτυρα σίτου, 13,5% σογιάλευρο, 11,5% φοινικάλευρο, 5% καρπός σίτου και 5% καρπό αραβοσίτου. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν, για τον μάρτυρα (6,4), για την 1^η (2), για την 2^η (5,5) και για την 3^η (1,4). Η τιμή του pH δεν επηρεάστηκε από τον τύπο των ΧΖ ($P=0.63$). Επηρεάστηκε σημαντικά ωστόσο, από την αναλογία ΧΖ:ΣΖ ($P<0.001$), κάτι που διαπιστώθηκε και σε άλλες μελέτες που στηρίζονταν στην ίδια αναλογία ΧΖ:ΣΖ (Hadjipanayiotou and Antoniou, 1983; Cerrilet *et al.*,1999). Συγκεκριμένα, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του αμύλου στο σιτηρέσιο, τόσο παρουσιαζόταν μεγαλύτερη μείωση της τιμής του pH (δηλαδή, στα σιτηρέσια, όπου η συγκέντρωση των ΣΖ ήταν 70%). Η χαμηλότερη τιμή του pH παρουσιάστηκε στα ζώα που κατανάλωσαν σανό μηδικής και αυτό πιθανώς να οφείλεται στο μεγαλύτερο βαθμό πεπτικότητας που χαρακτηρίζει το σανό μηδικής, συγκριτικά με το σανό χόρτου, αλλά και της αυξημένης ημερήσιας κατανάλωσης τροφής, που παρουσιάστηκε στην 2^η και 3^η επέμβαση. Η αναμενόμενη αύξηση της ποσότητας των ΠΛΟ στα σιτηρέσια με υψηλή συγκέντρωση αμύλου, τελικώς δεν παρατηρήθηκε ($P=0.12$). Η συνολική συγκέντρωση των ΠΛΟ που εντοπίστηκε στο πείραμα αυτό ήταν εντός του εύρους προηγούμενων αναφορών, όπου η διατροφή είχε ως βάση το σανό μηδικής (Molina-Alcaide *et al.*,2000; Fujita *et al.*, 2006). Η μοριακή αναλογία του οξικού οξέος μειώθηκε, όταν αυξήθηκε η συγκέντρωση του αμύλου, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση προπιονικού και βουτυρικού, που αυξήθηκε ($P<0.001$). Τα εν λόγω αποτελέσματα ασπάζονται τις παρατηρήσεις των Archimedeet *et al.* (1996). Επιπλέον, η συγκέντρωση της NH_3 διέφερε σημαντικά, ανάμεσα στις τέσσερις επεμβάσεις ($P<0.001$), με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση να παρουσιάζεται στα σιτηρέσια όπου υπερίσχυαν οι ΣΖ (δηλ. το άμυλο), κάτι που (όπως προαναφέρθηκε) οφείλεται στο ότι τα σιτηρέσια με υψηλή συγκέντρωση σε ΣΖ παρουσίασαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ΟΑΟ, όπου οφείλεται και η μεγαλύτερη συγκέντρωση της μικροβιακής πρωτεΐνης στη μεγάλη κοιλία των αιγών.

1.7.2 Η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο στην ποσότητα και στη χημική σύσταση του γάλακτος

Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο που, όπως ειπώθηκε και προηγούμενος, καθορίζεται από τη σύσταση του σιτηρεσίου, επιδρά και αυτή άμεσα, τόσο στη γαλακτοπαραγωγή, όσο και στη χημική σύσταση του γάλακτος. Η συγκεκριμένη τιμή επηρεάζει κατά κύριο λόγο, τη γαλακτοπαραγωγή και τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, καθ' ότι, μέσω αυτής, καθορίζεται το προφίλ των ΠΛΟ. Αν προκληθεί αύξηση στη συγκέντρωση του οξικού οξέος, τότε θα αυξηθεί η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, αφού ένα μικρό μέρος του

απορροφούμενου οξικού οξέος θα χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας, για τη δραστηριότητα των τοιχωμάτων της μεγάλης κοιλίας, ενώ το υπόλοιπο θα αξιοποιηθεί, προς σύνθεση του λίπους στο μαστικό αδένα ή και στο λιπώδη ιστό. Το δε προπιονικό οξύ χρησιμοποιείται εξ ολοκλήρου, ως πρόδρομη ουσία για τη σύνθεση της γλυκόζης, που με τη σειρά της χρησιμοποιείται για τη σύνθεση του δισακχαρίτη λακτόζης, που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της γαλακτοπαραγωγής (Ζέρβας, 2013).

Σημαντική αναφορά έγινε από τους Ipharraguerre *et al.* (2002), οι οποίοι είχαν ως στόχο, να εξετάσουν την επίδραση που προκαλεί η αντικατάσταση του καρπού αραβοσίτου από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, ως προς τη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση του γάλακτος των αγελάδων. Οι πρώτες ύλες στα σιτηρέσια ήταν πάντα σταθερές: 23% ενσίρωμα μηδικής, 23% ενσίρωμα χλόης βοσκής και 10,30% σογιάλευρο (49%ΟΑΟ). Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε την ταυτόχρονη αύξηση της συγκέντρωσης των περιβλημάτων σόγιας, από 0% στο μάρτυρα σε 40% στην τέταρτη επέμβαση, με παράλληλη μείωση της ποσότητας του αλεσμένου καρπού αραβοσίτου από 40% στο μάρτυρα σε 1% στην τέταρτη επέμβαση. Η αναλογία ΧΖ:ΣΖ ήταν 46:54 σε όλα τα σιτηρέσια, ενώ η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν στο μάρτυρα (0,75), στη 1^η (0,95), στη 2^η(2,4), στην 3^η (4,55) και στην 4^η (5,8). Η διορθωμένη γαλακτοπαραγωγή (3,5%) δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Συγκεκριμένα, στο σιτηρέσιο όπου δεν υπήρχαν καθόλου περιβλήματα σογιοσπόρου η ημερήσια γαλακτοπαραγωγή ήταν 28,8Kg, ενώ στην πέμπτη επέμβαση ήταν 27,7 Kg. Η μείωση ήταν αναμενόμενη, λόγω της φθίνουσας πορείας που ακολουθεί η καμπύλη γαλακτοπαραγωγής ($P=0.07$), παρατήρηση με την οποία συμφωνούν και οι Ipharraguerre *et al.* (2002). Σε αντίθεση με άλλες δοκιμές που έγιναν σε αγελάδες, διαπιστώθηκε αύξηση της γαλακτοπαραγωγής, όταν ο καρπός αραβοσίτου αντικαταστάθηκε από περιβλήματα σογιοσπόρου (Mansfield and Stern, 1994). Ακόμα, η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος δεν παρουσίασε καμία σημαντική μεταβολή. Ομοίως, δε μεταβλήθηκαν σημαντικά η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα και η συγκέντρωση των ολικών στερεών. Καμιά μεταβολή στη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση δεν παρατήρησαν, επίσης, ούτε οι Hristov και Ropp (2003), που εξέτασαν την επίδραση της διαφορετικής αναλογίας, ανάμεσα στους δομικούς και μη υδατάνθρακες, στη γαλακτοπαραγωγή και τη σύσταση του γάλακτος. Η τιμή του λόγου NDF:αμύλου, ανάμεσα στις δύο δοκιμές ήταν 0,98 και 1,92.

Συναφείς αναφορές, παρουσιάζονται και στη μελέτη των Salter *et al.* (1999) σκοπός της οποίας ήταν ο προσδιορισμός της επιδράσης που προκαλεί η αντικατάσταση του NDF των ΧΖ από το NDF των ΣΖ και συγκεκριμένα, από NDF που προέρχεται από το βαμβακόσπορο και από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, καθώς και οι επιδράσεις που προκαλεί το άμυλο διαφορετικής προέλευσης (αραβόσιτον ή μείγμα του αραβοσίτου και καρπού σίτου). Το ενσίρωμα μηδικής και το ενσίρωμα αραβοσίτου αποτελούσαν τις ΧΖ ενώ οι ΣΖ αποτελούνταν από καρπό αραβοσίτου, καρπό σίτου, σογιάλευρο (ΟΑΟ 44%), βαμβακόσπορο και περιβλήματα σογιοσπόρου. Εν συντομία, υπήρξε μείωση της

ποσότητας χορήγησης των ΧΖ με παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης των περιβλημάτων σογιοσπόρου και του βαμβακοσπόρου. Η τιμή του κλάσματος NDF:άμυλο για το κάθε σιτηρέσιο ήταν: για το μάρτυρα (0,76), για την 1^η επέμβαση (1,78), για τη 2^η (2,6) και για την 3^η (1,75). Οι αγελάδες που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο της επέμβασης 3, δηλ. με 11% NDF(XZ), είχαν μεγαλύτερη γαλακτοπαραγωγή έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων, με πιθανή εξήγηση την κατανάλωση μεγαλύτερης ποσότητας ΞΟ από τα ζώα της εν λόγω επέμβασης, σε σχέση με τα άλλα. Ακόμα, μεταξύ των επεμβάσεων 1 και 2, πέραν του ότι και τα δύο σιτηρέσια είχαν 16%NDF(XZ) είχαν διαφορετική περιεκτικότητα σε άμυλο (στο ένα ήταν 14% και στο άλλο 8,3%), αυτή η διαφορά στην τιμή της συγκέντρωσης του αμύλου δεν επηρέασε τη γαλακτοπαραγωγή, ανάμεσα στις δύο επεμβάσεις. Αντιθέτως, οι Oliver *et al.* (1993) και Poore *et al.*(1993) παρατήρησαν αύξηση στην ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του αμύλου στο σιτηρέσιο. Η λιποπεριεκτικότητα ήταν υψηλότερη στο γάλα των αγελάδων στις οποίες χορηγήθηκε το σιτηρέσιο του μάρτυρα και της επέμβασης 1, σε σύγκριση με τα ζώα που κατανάλωσαν τα σιτηρέσια των δύο άλλων επεμβάσεων. Η διαφορά, ωστόσο, ήταν στατιστικώς, μη σημαντική ($P=0.07$). Η ίδια διαπίστωση έγινε και από Sarwar *et al.* (1992). Σε άλλες μελέτες, όπου χορηγήθηκαν περιβλήματα σογιοσπόρου, μαζί με καρπό αραβοσίτου, η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος αυξήθηκε σημαντικά (Smith *et al.*,1981; DePeters and Taylor, 1985). Η εξήγηση που δίνεται στην προκειμένη περίπτωση της μη αύξησης της εκατοστιαίας συγκέντρωσης του λίπους του γάλακτος, ειδικά για την τρίτη επέμβαση, είναι ότι οφείλεται πρωτίστως, στην αύξηση της κατανάλωσης της ημερήσιας ποσότητας ΞΟ, κατά δεύτερο στην αύξηση της γαλακτοπαραγωγής και κατά τρίτο στη χαμηλότερη συγκέντρωση του NDF που προέρχεται από τις ΧΖ. Περαιτέρω, δεν υπήρξε καμία σημαντική αλλαγή στην πρωτεϊνοπεριεκτικότητα μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων, με τη διαφορά ότι η υψηλότερη συγκέντρωση της πρωτεΐνης παρατηρήθηκε στο γάλα των ζώων που διατράφηκαν με 16% NDF(XZ) με αλεσμένο καρπό αραβοσίτου (επέμβαση 1) σε συνάρτηση με το γεγονός ότι τα συγκεκριμένα ζώα έδωσαν και το πιο χαμηλό ποσοστό λίπους. Αυτό εξηγείται, από την αντίστροφη σχέση, μεταξύ λιποπεριεκτικότητας (%) και πρωτεϊνοπεριεκτικότητας (%), που σημαίνει ότι όσο υψηλότερη ή χαμηλότερη λιποπεριεκτικότητα παρουσιάζεται, τόσο χαμηλότερη και υψηλότερη είναι η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα υπάρχει, αντίστοιχα.

Οι Beckman και Weiss (2005) εξέτασαν τις επιδράσεις που προκαλεί η αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο στη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση του γάλακτος. Η τιμή του λόγου ήταν: για το μάρτυρα ίση με (0,74), για την πρώτη επέμβαση (0,95) και για την δεύτερη επέμβαση (1,27). Στην παρούσα μελέτη, παρουσιάστηκε αύξηση στην κατανάλωση της ποσότητας της ημερήσιας ΞΟ, όσο αυξανόταν η τιμή του λόγου σε αντίθεση με άλλες όπου παρατηρήθηκε ότι όσο αυξανόταν η τιμή του λόγου τόσο μειωνόταν η καταναλωθείσα ΞΟ (Beauchemin and Buchanan-Smith, 1989; Canala *et al.*,1990). Η γαλακτοπαραγωγή και η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα δεν επηρεάστηκαν, ενώ η λιποπεριεκτικότητα είχε αυξητική τάση, στατιστικώς σημαντική ($P<0.05$). Στο μάρτυρα,

συγκεκριμένα, ήταν 3,63% ενώ στην επέμβαση 2 ήταν 4,12%, μια αύξηση της τάξης του 12,65%. Η παρατήρηση αυτή βρίσκει σύμφωνους τόσο τους Beauchemin and Buchanas-Smith (1989) όσο και τους Batajoo and Shaver (1994).

Στην περίπτωση των μικρών μηρυκαστικών, οι αναφορές που εντοπίζονται στις επιδράσεις του λόγου του NDF:άμυλο στα ζυμωτικά φαινόμενα, στη γαλακτοπαραγωγή και στη χημική σύσταση του γάλακτος είναι πολύ λίγες. Μια από τις μελέτες αυτές ήταν των Gomez-Cortes *et al.* (2011) όπου στόχος ήταν ο εντοπισμός μεταβολών στη χημική σύσταση και την παραγωγή του γάλακτος που προκαλούνται λόγω διαφορετικών τιμών του λόγου NDF:άμυλο στα πρόβατα. Χορηγήθηκαν στα ζώα, τρία σιτηρέσια με διαφορετικές αναλογίες XZ:ΣΖ. Συγκεκριμένα, (30:50, 50:50, 70:30). Οι χονδροειδείς ζωοτροφές αποτελούνταν μόνο από σανό μηδικής, ενώ οι ΣΖ στο σιτηρέσιο αυτό συμπεριελάμβαναν τις εξής ζωοτροφές: καρπό αραβοσίτου, καρπό κριθής, σογιάλευρο, στέμφυλα σακχαροτευτλων και μελάσσα σακχαροτεύτλων. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν: στο 1^ο (0,92), στο 2^ο (1,76) και στο 3^ο (3,47). Εδώ, παρατηρήθηκε ότι, στο τρίτο σιτηρέσιο, η γαλακτοπαραγωγή αυξήθηκε και αυτό, κατά πάσα πιθανότητα, οφείλεται στην αύξηση της ημερήσιας κατανάλωσης τροφής (DMI), αλλά και στην αύξηση της συγκέντρωσης του προπιονικού οξέος στη μεγάλη κοιλία, μια αναφορά που ταυτίζεται με τα αποτελέσματα των Milan *et al.* (2011). Οι εκατοστιαίες συγκεντρώσεις της πρωτεΐνης, της λακτόζης και του λίπους δεν παρουσίασαν καμία σημαντική διαφορά ($P>0.05$), μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Παραπλήσια αποτελέσματα, διατύπωσαν οι Zervas *et al.* (1998), οι οποίοι εξέτασαν την επίδραση που προκαλεί η αντικατάσταση του καρπού αραβοσίτου από τα περιβλήματα σογιοσπόρου, όπου, βάσει της σύστασης του σιτηρεσίου, η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, στη μια δοκιμή ήταν 0,34 και στην άλλη 10. Γαλακτοπαραγωγή και λιποπεριεκτικότητα, αυξήθηκαν στη δοκιμή με την υψηλή συγκέντρωση σε NDF, κατά 3% και 13,97%, αντίστοιχα. Μικρή αύξηση παρουσιάστηκε και στην πρωτεΐνοπεριεκτικότητα, ενώ καμία μεταβολή δεν υπήρξε στην εκατοστιαία συγκέντρωση της λακτόζης.

Τέλος, οι Ollier *et al.* (2009) μελέτησαν την επίδραση που είχαν οι διαφορετικές αναλογίες XZ:ΣΖ (64:34 και 43:57), ως προς τη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση του γάλακτος των αιγών. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο στο μάρτυρα ήταν ίσο με 2 και στην επέμβαση 0,91. Ενώ η σύνθεση του σιτηρεσίου ήταν: στο μάρτυρα (64% σανό μηδικής, 24,8% καρπό σίτου, 11% στέμφυλα σακχαρότευτλων, 4% σογιάλευρο και στο δεύτερο 6,2% άλευρο ελαιοκράμβης), στην επέμβαση απαρτιζόταν από (42,8% σανό μηδικής, 45% καρπό καλαμποκιού, 2,7% στέμφυλα σακχαρότευτλων, 3,2 σογιάλευρο και 6,3% άλευρο ελαιοκράμβης). Η μείωση της ποσότητας των XZ είχε σαν αποτέλεσμα μια οριακή επίδραση, ως προς την γαλακτοπαραγωγή. Ακόμα, μείωση παρουσιάστηκε στην εκατοστιαία ποσότητα του λίπους, σε αντιδιαστολή με τις συγκεντρώσεις της πρωτεΐνης και της λακτόζης που αυξήθηκαν, αλλά χωρίς σημαντική διαφορά. Συνοπτικά, εδώ παρατηρείται ότι η μείωση του λόγου XZ:ΣΖ δεν είχε καμία σημαντική επίδραση, ως προς

την γαλακτοπαραγωγή, αλλά ούτε και στη χημική σύσταση, μια άποψη που υποστηρίζουν και οι Chilliard *et al.* (2007).

1.7.3 Η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος

Ο λόγος NDF:αμύλου είναι ένας παράγοντας, ο οποίος με τη σειρά του επηρεάζει τη σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος. Οι διαθέσιμες έρευνες που έχουν σαν αποκλειστικό σκοπό τον έλεγχο της επίδρασης του λόγου αυτού επί της σύνθεσης των ΛΟ του γάλακτος είναι ελάχιστες. Παρ' όλα αυτά, θα επιχειρηθεί να γίνει, όσο το δυνατό εκτενέστερη αναφορά για την επίδραση του λόγου αυτού, από σχετικά κομμάτια διαφόρων παραπλήσιων ερευνητικών εργασιών.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η έρευνα των Cabrita *et al.* (2007), που εξέτασαν την επίδραση διαφορετικών επιπέδων ΟΑΟ και αμύλου στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος, στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες. Η σύσταση των σιτηρεσιών, στο σύνολο της ΞΟ, αποτελείται από 45% ενσίρωμα αραβοσίτου, 5% άχυρο σίτου και 50% ΣΖ. Οι τέσσερις επεμβάσεις ήταν ισοενεργειακές, με διαφορετικές τιμές σιτηρεσιών σε ΟΑΟ (14% και 16%, ΞΟ) και με διαφορετικά επίπεδα αμύλου (15% και 25%, ΞΟ). Συνοπτικά, η περιεκτικότητα σε ΟΑΟ και σε άμυλο ήταν: για την 1^η (14% ΟΑΟ και 15% άμυλο), για τη 2^η (14% ΟΑΟ και 25% άμυλο), για την 3^η (16% ΟΑΟ και 15% άμυλο) και για την 4^η (16% ΟΑΟ και 25% άμυλο). Τα διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης ΟΑΟ και αμύλου οφείλονταν, κυρίως, στην αυξομείωση της ποσότητας του σογιάλευρου και της προσθήκης του καρπού αραβοσίτου. Δηλαδή, για την αύξηση της συγκέντρωσης των ΟΑΟ, ρυθμιστικός παράγοντας ήταν η συγκέντρωση της ποσότητας του σογιάλευρου, ενώ για την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου, «υπεύθυνη» ήταν η προσθήκη του καρπού αραβοσίτου. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν για την πρώτη επέμβαση ίση με (1,8), για τη δεύτερη, ίση με (0,8), για την τρίτη (2,1) και τέλος για την τέταρτη (0,75). Όμως, σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μόνο κατά την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου. Ειδικότερα, με την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου, αυξήθηκε και η συγκέντρωση των εξής ΛΟ: C_{10:0}-C_{15:0}, *trans*-9 C_{16:1}, C_{17:0}, *trans*-11 C_{18:1}, *trans*-16 C_{18:1}, *cis*-15 C_{18:1}, C_{18:2} (ω-6), και *cis*-9, *trans*-11 ΣΛΟ και παρατηρήθηκε μείωση στη συγκέντρωση των *anteiso* C_{15:0}, C_{15:1}, C_{16:0}, *cis*-9 C_{16:1}, *anteiso* C_{17:0}, *cis*-8 C_{17:1}, *cis*-13 C_{18:1}, και C_{18:3} (ω-3). Η αύξηση της συγκέντρωσης των μεσαίας αλύσου ΛΟ, με την παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης σε άμυλο, οφείλεται στις αλλαγές που προκάλεσαν στα ζυμωτικά φαινόμενα και στην παραγωγή της γλυκόζης, η αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής της γλυκόζης η οποία συμβάλλει ενεργά στην αύξηση της *de novo* σύνθεσης των μεσαίας αλύσου ΛΟ (Haurtaud *et al.*, 1998). Η υψηλότερη συγκέντρωση του C_{16:0}, στο λίπος του γάλακτος των αγελάδων που κατανάλωσαν τα σιτηρέσια με χαμηλότερη συγκέντρωση σε άμυλο, οφείλεται στο μεγαλύτερο βαθμό υδρογόνωσης του λίπους στη μεγάλη κοιλία, που παρατηρείται στα

σιτηρέσια με χαμηλότερο ποσοστό αμύλου. Ακόμα, η εμφάνιση μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε C18:2 (ω -6) στις δύο επεμβάσεις με υψηλή συγκέντρωση σε άμυλο, είναι αποτέλεσμα της μεγάλης συγκέντρωσης του συγκεκριμένου ΛΟ, στο καρπό αραβοσίτου. Επιπλέον, η αυξημένη συγκέντρωση των *cis*-9 C18:1 και C18:2 (ω -6), όταν ήταν υψηλή η συγκέντρωση σε άμυλο, σύμφωνα με τους Bessa *et al.* (2000), είναι αποτέλεσμα του επιπέδου συγκέντρωσης των ΠΑΚΛΟ που παρέχονται στα ζώα μέσω της τροφής, όντας η σημαντικότερη παράμετρος που επηρεάζει την βιουδρογόνωση των C18. Περαιτέρω, αυτό μπορεί να οφείλεται στη χαμηλή δραστηριότητα της Δ^9 αφυδρογονάσης, που πιθανό να επηρεάζετε αρνητικά από την μεγάλη συγκέντρωση του αμύλου (Bessa *et al.*, 2000). Η μείωση της συγκέντρωσης των C18:2 (ω -3) και C18:3(ω -6), όταν αυξάνεται η συγκέντρωση του αμύλου, αναφέρεται και από άλλες μελέτες, καθ' όσον η αύξηση του αμύλου δρα σαν ανασταλτικός παράγοντας, στο φαινόμενο βιουδρογόνωσης, των C18 ΑΚΛΟ, που λαμβάνουν χώρα εντός της μεγάλης κοιλίας (Doreau and Felay, 1994). Επίσης, η αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης των ΑΚΛΟ, στο λίπος του γάλακτος και την ταυτόχρονη αύξηση της συγκέντρωσης των C15:0 και C17:0, δύο ΛΟ που, σύμφωνα με τους Dewhurst *et al.* (2007), παράγονται *de novo*. Η αύξηση αυτή, των δύο ΛΟ, είναι πιθανόν, αποτέλεσμα της αύξησης της δράσης και της ποσότητας των αμυλολυτικών βακτηρίων, ελέω της μεγάλης συγκέντρωσης του αμύλου, αλλά και της υψηλής συγκέντρωσης των συγκεκριμένων ΛΟ, στα αμυλολυτικά βακτήρια (Minato *et al.*, 1988). Ακόμα, σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η αρνητική συσχέτιση της υψηλής συγκέντρωσης των ΣΖ με τη βιουδρογόνωση των ΑΚΛΟ, οφείλεται στην πτώση της τιμής του pH στη μεγάλη κοιλία (Kucuket *et al.*, 2001) αλλά και στην αυξημένη συγκέντρωση του αμύλου (Loor *et al.*, 2004).

Οι Kalscheur *et al.* (1997) σε πείραμα τους, οι αναλογίες ΧΖ:ΣΖ, ήταν διαφορετικές και συγκεκριμένα, (60:40) και (25:75). Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν 2,87 και 0,71 για τις δύο περιπτώσεις, αντίστοιχα. Οι ΧΖ αποτελούνταν από ενσίρωμα αραβοσίτου και σανό μηδικής, ενώ οι ΣΖ απαρτίζονταν από καρπό αραβοσίτου, σογιάλευρο και σόγια. Όσον αφορά το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος, επηρεάστηκε ελάχιστα ως προς τη συγκέντρωση των εξής ΛΟ: του C15:0, του C16:0, του C18:0, του C18:2(ω -6) και του C18:3, στο λίπος του γάλακτος. Σημαντικές αλλαγές σημειώθηκαν ωστόσο στη συγκέντρωση του *trans*-C18:1, με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση να παρατηρείται στο σιτηρέσιο με χαμηλή περιεκτικότητα σε ΧΖ. Επίσης, υπήρξαν και άλλες αναφορές οι οποίες κατέδειξαν ότι όταν υπήρχε υψηλή συγκέντρωση σε ΔΚ, παρομοίως, αυξανόταν η συγκέντρωση του *trans*-C18:1. Τα ζώα που κατανάλωσαν χαμηλή ποσότητα NDF είχαν αυξημένη συγκέντρωση σε C16:0, *cis* C18:1, C18:2, στο σύνολο των C18 και στο σύνολο όλων των ΛΟ. Εντούτοις παρατηρήθηκε μείωση στη συγκέντρωση των C16:1 και C18:3. Στα σιτηρέσια με τη χαμηλότερη τιμή NDF:άμυλο (0,71), αυξήθηκε η συγκέντρωση επί του συνόλου των ΛΟ. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ζώα που κατανάλωσαν τα συγκεκριμένα σιτηρέσια, λάμβαναν μεγαλύτερες ποσότητες ΛΟ. Η αύξηση της ποσότητας των ΔΚ, πέραν του ότι προωθεί το σχηματισμό των *trans*-C18:1 ΛΟ, μεταβάλλει το μικροβιακό πληθυσμό, με αποτέλεσμα να μειώνεται η τιμή του pH. Ως εκ

τούτου, η πτώση της τιμής του pH, έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή του τελευταίου βήματος της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ, αυξάνοντας την συγκέντρωση του *trans*-C18:1.

Μια άλλη πειραματική μελέτη που έγινε από τους Neilson *et al.* (2006), είχε σαν στόχο να εξετάσει πως τα ενσίρωμα σίτου και αραβοσίτου με διαφορετικές περιεκτικότητες σε ΠΑΚΛΟ και άμυλο, επηρεάζουν, με τη σειρά τους, τη σύνθεση του παραγόμενου γάλακτος, την παραγωγή του ΣΛΟ και του *trans*-C18:1. Καταρτίστηκαν λοιπόν, τέσσερα διαφορετικά σιτηρέσια: τα δύο πρώτα είχαν ΧΖ το ενσίρωμα χλόης και τα υπόλοιπα, το ενσίρωμα αραβοσίτου. Σε αυτά, η αναλογία ΧΖ:ΣΖ ήταν [στο 1^ο (73:27), στο 2^ο (53:47), στο 3^ο (69:31) και στο 4^ο (52:48)]. Τα σιτηρέσια που στηρίζονταν στο ενσίρωμα αραβοσίτου παρουσίασαν, ως αναμενόμενο, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άμυλο. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο στις επεμβάσεις ήταν (88), (2,87), (1,61) και (1,2). Δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική στατιστικώς διαφορά, στη συγκέντρωση των *cis*9,*trans*11-ΣΛΟ, ανάμεσα στους δύο διαφορετικούς τύπους ΧΖ. Αριθμός δημοσιεύσεων έδειξε ότι όσο αυξάνεται η πεπτικότητα των ζωοτροφών, (δηλ. γενικώς, αυτό προκαλείται από την αύξηση της συγκέντρωσης των ΣΖ ή ορθότερα, από την αύξηση της συγκέντρωσης των μη δομικών υδατανθράκων), είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των *trans*10,*cis*12-ΣΛΟ και *trans*10 C18:1 στο λίπος του γάλακτος (Shingfield *et al.*, 2005). Και εδώ, το επίπεδο των ΣΖ επηρέασε τη συγκέντρωση των *trans*10,*cis*12 ΣΛΟ και *trans*10-C18:1, καθώς επίσης και τη συγκέντρωση των *cis*9,*trans*11-ΣΛΟ και *trans*11-C18:1. Παράλληλα, με την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου, παρουσιάστηκε αύξηση στη συγκέντρωση των *trans* C18:1. Αυτό είναι αποτέλεσμα της τροποποίησης που προήλθε στη μικροχλωρίδα της μεγάλης κοιλίας, λόγω της συγκέντρωσης του αμύλου (Kim *et al.*, 2002; Klieve *et al.*, 2003; Bauman *et al.*, 2001). Παρόλα αυτά, η αυξημένη συγκέντρωση των *trans*-C18:1 και του ΣΛΟ, πιθανώς να οφείλεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε C18 ΛΟ στο ενσίρωμα αραβοσίτου ή και στη διαφορετική συγκέντρωση των ΟΑΟ, ανάμεσα στα δύο ενσίρωμα. Η χαμηλότερη συγκέντρωση του C18:0, καθώς και η μεγαλύτερη ποσότητα, επί του συνόλου, των *trans*-C18:1, στο λίπος του γάλακτος των αγελάδων που τρέφονται με το ενσίρωμα αραβοσίτου, οφείλεται, είτε στον χαμηλότερο βαθμό βιοϋδρογόνωσης των ΠΑΚΛΟ, είτε στη μειωμένη δραστηριότητας της Δ⁹ αφυδρογονάσης. Όπου, σύμφωνα με τους Nielsen *et al.* (2006), τα διαφορετικά αυτά αποτελέσματα, προέκυψαν, λόγω της διαφορετικής χημικής σύστασης των ΧΖ και της διαφορετικής τιμής του λόγου NDF:άμυλο, με τον επικρατέστερη αιτιολογία, να είναι η διαφορά ανάμεσα στην ποσότητα του αμύλου.

Επιπλέον, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η πηγή προέλευσης του αμύλου έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει, με διαφορετικό τρόπο, τη σύσταση του λίπους του γάλακτος. Για παράδειγμα, η αντικατάσταση του καρπού σίτου (υψηλός βαθμός ζυμωτικότητας), με πατάτα (χαμηλός βαθμός ζυμωτικότητας), προκαλεί αύξηση στην τιμή του pH, της μεγάλης κοιλίας, καθώς και στη συγκέντρωση του γάλακτος σε C4:0 και C16:0 ΛΟ, ενώ μειώνει τη συγκέντρωση του *cis*9-C18:1 και *trans*C18:1 ΛΟ (Jurjanz *et al.*, 2004). Άλλες

μελέτες, ωστόσο, υποστηρίζουν ότι ο καρπός αραβοσίτου (χαμηλός βαθμός ζυμωτικότητας), σε αντίθεση με το καρπό σίτου (υψηλός βαθμός ζυμωτικότητας), προκαλεί μείωση στη συγκέντρωση των C16:0, *cis*-9 C16:1, C13:0, C15:0, C17:0, *cis*-9 C17:1, όπως επίσης και αύξηση στη συγκέντρωση του συνόλου των C18 ΛΟ (Cabrita *et al.*, 2009).

Παρομοίως, σε μια άλλη μελέτη που έγινε από τους Looi *et al.* (2005), εξετάστηκε η επίδραση της διαφορετικής αναλογίας ΧΖ:ΣΖ (65:35 και 35:65) στο προφίλ το ΛΟ του γάλακτος των αγελάδων, με την τιμή του λόγου NDF:άμυλο να είναι ίση, στο ένα σιτηρέσιο με (4) και στο άλλο, όπου οι ΧΖ ήταν μειωμένες, με (1,41). Στην επέμβαση με υψηλό ποσοστό σε ΧΖ, η σύσταση, επί του συνόλου της ΞΟ ήταν η εξής: 65% σανό χόρτου, 7% σογιάλευρο, 14% αλεσμένο σιτάρι, 5% ελαιοκράμβη, 4% ηλιάλευρο και 2,9% πίτυρα σίτου. Ενώ η σύσταση του σιτηρεσίου με υψηλό ποσοστό σε ΣΖ, ήταν η ακόλουθη: 35% σανό χόρτου, 32,4% αλεσμένο σιτάρι, 11,6% ελαιοκράμβη, 11,7% ηλιάλευρο και 6,5% πίτυρα σίτου. Όσο αφορά την τροποποίηση των ΛΟ του γάλακτος, παρατηρήθηκε ότι, με την αύξηση της συγκέντρωσης των ΣΖ, παρουσιάστηκε μείωση της συγκέντρωσης των ΛΟ C8:0-C16:0 και του *cis*9-18:1, ίση με 69% και 17%, αντίστοιχα. Η συγκέντρωση του *trans*10-18:1 ήταν υψηλότερη στο σιτηρέσιο με υψηλή συγκέντρωση σε ΣΖ, με αύξηση της τάξης του 143%, ενώ η συγκέντρωση του *cis*9, *trans*11-18:2 (ΣΛΟ) παρουσίασε αύξηση, αντίστοιχη της αύξησης των ΣΖ, αλλά, στατιστικώς, μη σημαντική.

Όσον αφορά τα αιγοπρόβατα, οι σχετικές διαθέσιμες μελέτες είναι περιορισμένες. Μια από αυτές ήταν των Gomez-Cortes *et al.* (2011) η οποία αναφέρεται για την επίδραση που ασκεί η διαφορετική αναλογία μεταξύ ΧΖ:ΣΖ, με ή χωρίς την προσθήκη λίπους, στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος, εστιάζοντας στο *trans* C18:1 ΛΟ και στο ΣΛΟ. Επ' αυτού σχεδιάστηκαν έξι επεμβάσεις: οι τρεις πρώτες, χωρίς την προσθήκη λίπους, με αναλογίες ΧΖ:ΣΖ, 30:70 (1^η), 50:50 (2^η) και 70:30 (3^η). Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, στις τρεις πρώτες επεμβάσεις ήταν ίση με 0,92 (στην 1^η), 1,76 (στη 2^η) και 3,47 (στην 3^η). Συνολικά, η συγκέντρωση των ΚΛΟ, παρουσίασε μείωση, όσο αυξανόταν η τιμή του λόγου NDF:άμυλο, που δεν ήταν σημαντική ($P>0.05$). Επίσης, αύξηση της συγκέντρωσης των ΚΛΟ μέσης αλύσου, διατυπώθηκε για τις αγελάδες (Bargo *et al.*, 2008), για τις αίγες (Tsiplakou and Zervas, 2008) και τα πρόβατα (Mele *et al.*, 2006; Martini *et al.*, 2010), παράλληλα με την αύξηση της συγκέντρωσης των ΣΖ. Ακόμα, αναφορικά με τον αθηρωματικό δείκτη (ΑΔ), αυτός ήταν χαμηλότερος στην τρίτη επέμβαση ($P<0.10$).

Οι παραλλαγές στα επίπεδα ΧΖ και ΣΖ προκάλεσαν τις μεταβολές (στις αντίστοιχες ποσότητες των ΛΟ με περιττό αριθμό άνθρακα και στα ΛΟ με διακλάδωση στην ανθρακική αλυσίδα) στο λίπος του γάλακτος. Οι μεταβολές αυτές σημειώθηκαν, συνέπεια της αλλαγής του βακτηριακού πληθυσμού, στη μεγάλη κοιλία. Γενικώς, η αύξηση του επιπέδου του NDF μειώνει τη δράση των αμυλολυτικών βακτηρίων και αυξάνει τη δράση των κυτταρινολυτικών βακτηρίων, τα οποία είναι πλούσια σε ΛΟ (Vlaeminck *et al.*, 2006). Η υψηλότερη συγκέντρωση των ΧΖ (δηλ. μεγαλύτερη συγκέντρωση σε NDF) στο σιτηρέσιο είχε, σαν αποτέλεσμα, την υψηλότερη σύνθεση των *iso* ΛΟ στο πρόβειο γάλα

(κυρίως, των *iso* C14:0 και *iso* 15:0) ($P < 0.001$), όπως σημειώθηκε και σε προηγούμενες αναφορές, σχετικά με τις αγελάδες (Vlaeminck *et al.*, 2006). Επίσης, η ποσότητα των XZ επηρέασε τη συγκέντρωση των C18:0 ΛΟ, στο λίπος του γάλακτος. Όσο αυξανόταν, δηλαδή, η τιμή του NDF:άμυλο, αυξανόταν, παράλληλα και η συγκέντρωση του C18:0 ($P < 0.001$), με πιθανότερη εξήγηση, να είναι η υψηλή τιμή του pH. Επιπλέον, το βασσενικό οξύ (*trans*11 C18:1) παρουσιάζεται υψηλότερη συγκέντρωση στο σιτηρέσιο με μεγαλύτερο ποσοστό σε ΣΖ. Αυτό είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της βιοϋδρογόνωσης που λαμβάνει χώρα στη μεγάλη κοιλία, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης του αμύλου (Piperova *et al.*, 2002; Sackmann *et al.*, 2003). Ακόμα, η συγκέντρωση του *trans* C18:1 ισομερές, καθώς (6+7+8) και του *trans*9 C18:1 αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση της συγκέντρωσης των ΣΖ. Τέλος, η συνολική διακύμανση της συγκέντρωσης του ΣΛΟ, ήταν μη στατιστικώς σημαντική, με μόνη παρατήρηση το ότι παρουσιάστηκε μια μικρή πτώση όσο αυξανόταν η τιμή του λόγου NDF:άμυλο.

Σε άλλο πείραμα, που πραγματοποιήθηκε από τους Andrade και Schmidely (2006), εξετάστηκε η επίδραση του διαφορετικού επιπέδου XZ:ΣΖ, με ή χωρίς την παρουσία του καρπού ελαιοκράμβης, ως προς το προφίλ των ΛΟ των γαλακτοπαραγωγών αιγών. Οι επεμβάσεις ήταν τέσσερις, με αναλογίες XZ:ΣΖ (55:45, 45:55). Οι τιμές του λόγου NDF:άμυλο, στις δύο πρώτες επεμβάσεις, όπου η περιεκτικότητα σε άμυλο ήταν χαμηλή και το περιεχόμενο σε NDF ήταν υψηλό, ήταν ίσες με (3,13) και (3,46), ενώ στην τρίτη και την τέταρτη, όπου η ποσότητα των ΣΖ ήταν μεγάλη, οι τιμές του λόγου, ήταν ίσες με (1,52) και (1,98). Εδώ, θα σχολιαστούν οι διαφορές, ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη επέμβαση, εφόσον η αναφορά στις επιδράσεις του καρπού ελαιοκράμβης δεν είναι της παρούσης. Τα ζώα που κατανάλωσαν το τρίτο σιτηρέσιο (δηλ. με την τιμή του λόγου NDF:άμυλο, ίση με 1,52), παρουσίασαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε C4:0 και C6:0, σε όλα τα *trans* ΛΟ με 18 άτομα άνθρακα, σε όλα τα C18:0 και στα *cis*9, *trans*11 C18:2, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση των C11:0-C17:0, του *cis*9, *trans*14:1, του *cis*9 C16:1, του *cis*9, *cis*12 C18:2 και του *cis*9, *cis*12, *cis*15 C18:2, που ήταν μειωμένη στο λίπος του γάλακτος των αιγών που κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες σε άμυλο. Η διατύπωση αυτή βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των LeDoux *et al.* (2002) και των Chilliard και Ferlay (2004). Το ΛΟ *trans*10, *cis*12 C18:2 παρουσίασε αύξηση, στο σιτηρέσιο με τη χαμηλότερη τιμή του λόγου NDF:άμυλο. Αυτή η διατύπωση, σύμφωνα με τους Baumgard *et al.* (2002), είναι η αιτία που προκαλεί τη μειωμένη συγκέντρωση των μεσαίας αλύσου ΛΟ, καθ' ότι το *trans*10, *cis*12 C18:2 προκαλεί την μείωση της συγκέντρωσης δύο σημαντικών ενζύμων κλειδιών, που λαμβάνουν μέρος στην *de novo* των ΛΟ, στο μαστικό αδέν (η καρβοξυλάση CoA και η συνθετάση των ΛΟ). Ακόμα, τα σιτηρέσια με αυξημένη συγκέντρωση σε άμυλο, παρουσίασαν μειωμένη δραστηριότητας της Δ^9 αφυδρογονάσης, μέσω των τιμών των λόγων *cis*9-C14:1/C14:0, *cis*9-C16:1/C16:0, *cis*9-C18:1/C18:0 και *cis*-9, *trans*-11 CLA/VA.

Γενικά, οι Chilliard *et al.* (2007) έχουν τονίσει ότι η επίδραση της αύξησης (%) των ΣΖ στη διατροφή, εξαρτάται από την έκταση της αύξησης. Όταν οι ΣΖ δεν ξεπερνούν το 50-60% στο σιτηρέσιο, το λίπος του γάλακτος ή το περιεχόμενο του λίπους του γάλακτος, δεν αλλάζουν σε μεγάλο βαθμό, ενώ μεγάλη μείωση στην περιεκτικότητα του λίπους, παρατηρείται, όταν η συγκέντρωση των ΣΖ είναι πάνω από 60%. Οι επιδράσεις, ως προς το προφίλ των ΛΟ, είναι ανάλογες με το επίπεδο των ΣΖ:ΧΖ. Όταν σε ένα σιτηρέσιο αυξηθεί η ποσότητα των ΣΖ, από το 3%, στο 35%, αυτό έχει ως κυριότερο αποτελέσματα την αύξηση της συγκέντρωσης των C4:0-C16:0, *trans* 18:1 ισομερών (με εξαίρεση το *trans* 11-C18:1) και 18:2ω-6 και τη μείωση των *cis*9-18:1, *trans*11-18:1, *cis*9, *trans* 11 CLA και 18:3ω-3. Ακόμα, σύμφωνα με τους Vlaeminck *et al.* (2006), όταν αυξήθηκε η συγκέντρωση των ΣΖ από 20 σε 70%, μειώθηκαν τα ΛΟ με περιττό άτομο άνθρακα, καθώς και τα λιπαρά οξέα με διακλάδωση στην ανθρακική αλυσίδα. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση των ΣΖ αλλάζει τις συνθήκες βιοϋδρογόνωσης με αποτέλεσμα την αλλαγή στη σύνθεση του λίπους του γάλακτος και αύξηση των *trans*-ΛΟ και C18:2ω-6 και σε χαμηλότερο βαθμό τα C14:0-C18:0 (Piperova *et al.*, 2002; Looor *et al.*,2004)

Κεφάλαιο Β

2. Σκοπός του πειράματος

Υστερα από τη λεπτομερή βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχουν ελάχιστα διαθέσιμα στοιχεία για την επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος των αιγών.

Με αφορμή λοιπόν αυτή την παρατήρηση κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο πείραμα, όπου σκοπός του ήταν να εξεταστεί η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο προφίλ των λιπαρών οξέων των γαλακτοπαραγωγών αιγών.

Κεφάλαιο Γ

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Το πείραμα έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τη φροντίδα και τη χρήση των ζώων, με τις κατάλληλες συνθήκες διαχείρισης και υγιεινής για να αποφευχθεί κάθε περιττή ταλαιπωρία στα ζώα. Δώδεκα γαλακτοπαραγωγές αίγες ηλικίας μεταξύ τριών και πέντε ετών. Τρεις μήνες μετά τον τοκετό, σχηματίστηκαν δύο ομοιογενείς ομάδες αιγών με βάση την γαλακτοπαραγωγή και το ΣΒ του κάθε ζώου. Και στις δύο ομάδες οι ανάγκες των ζώων καλύπτονταν πλήρως (100%) σε ενέργεια και ΟΑΟ. Ενώ κάθε εβδομάδα η ποσότητα της τροφής που χορηγείτο στο κάθε ζώο ήταν ανάλογη με το βάρος και την γαλακτοπαραγωγή του ζώου. Η φυλή των ζώων ήταν Alpine×Εγχώριες.

Η διάρκεια του πειράματος ήταν επτά εβδομάδες. Πριν από την έναρξη του πειράματος η προπειραματική φάση διάρκειας πέντε ημερών για προσαρμογή των αιγών στις συνθήκες του πειράματος.

Και στις δύο ομάδες ζώων χρησιμοποιήθηκαν, ως ΧΖ σανός μηδικής και άχυρο σίτου. Όσον αφορά τις ΣΖ, για την ομάδα Α χρησιμοποιήθηκαν καρπός αραβοσίτου, πίτυρα σίτου και σογιάλευρο, ενώ για την ομάδα Β χρησιμοποιήθηκαν καρπός αραβοσίτου, πίτυρα σίτου, ηλιάλευρο, σογιάλευρο και στέμφυλα σακχαροτεύλων. Στους πίνακες 3.1 και 3.2 παρουσιάζεται η εκατοστιαία σύνθεση και η χημική σύσταση των σιτηρεσίων αντίστοιχα.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος τα ζώα διατρέφονταν ατομικά, σύμφωνα με τις ανάγκες γαλακτοπαραγωγής και συντήρησης (Ζέρβας, 2007). Ανάλογα με το ΣΒ, την παραγόμενη ποσότητα γάλακτος και τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος καταρτιζόταν το ανάλογο σιτηρέσιο. Οι ανάγκες των ζώων καλύπτονταν στο 100%, έτσι ώστε να αποτρέπονται μεταβολές που προκαλούνται, είτε λόγω υποσιτισμού, είτε υπερσιτισμού. Ακόμα, η ορθότητα κατάρτισης του σιτηρεσίου φαίνεται από το σταθερό ΣΒ των αιγών καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Η τιμή του λόγου NDF:άμυλο στην ομάδα Α είναι ίση με 1,37 και στην ομάδα Β ίση με 4,41.

Η παροχή της τροφής γινόταν καθημερινά στις ίδιες ακριβώς ώρες, σε δύο ίσα γεύματα, δύο φορές την ημέρα, στις 08:30 και στις 16:30, αμέσως μετά το πέρας της άμελξης των ζώων.

Πίνακας 3.1: Χημική σύσταση των ζωοτροφών (%) του δείγματος και η θρεπτική αξία (MJ/Kg)

Στοιχεία	Ζωοτροφές			
	ΜΓΑ*	ΜΓΒ**	ΑΣ***	ΣΜ****
Ξηρά Ουσία (%)	91,70	92,60	94,55	93,01
Οργανική Ουσία (%)	85,99	85,52	86,51	85,09
Τέφρα (%)	5,71	7,08	8,04	7,92
Ολικές Αζωτούχες Ουσίες(%)	17,04	17,43	4,05	16,58
Λιπαρές Ουσίες	4,42	3,04	1,55	2,32
Ινώδεις Ουσίες(%)	6,05	14,58	45,24	31,11
NDF(%)	25,04	37,08	75,00	45,56
ADF(%)	8,55	19,31	48,72	35,05
Άμυλο(%)	30,6	11	-	-
ΚΕΓ(MJ/Kg)	6,8	6,6	2,86	3,70

*ΜΓΑ= Μείγμα Γαλακτοπαραγωγής Α, **ΜΓΒ= Μείγμα Γαλακτοπαραγωγής Β, ***ΑΣ= Αχυρο Σίτου, ****ΣΜ= Σανός Μηδικής

Πίνακας 3.2: Εκατοστιαία σύνθεση μιγμάτων συμπυκνωμένων ζωοτροφών (%)

Ζωοτροφή	ΟΜΑΔΑ	
	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ
Αραβόσιτος	40	12,85
Πίτυρα σίτου	40	20
Σογιάλευρο	17,5	25
Ηλιάρευρο	-	10
Στέμφ. Σακχαρότευτλων	-	30
Μαρμαρόσκονη	1,2	1,2
Φωσφορικό Διασβέστιο	0,73	0,72
NaCl	0,29	0,28
Ιχνοστοιχεία-Βιταμίνες	0,23	0,22

3.2 Δειγματοληψία

Συνολικά, κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν επτά γαλακτομετρήσεις ανά εβδομάδα για κάθε ζώο με σκοπό τον προσδιορισμό της ατομικής γαλακτοπαραγωγής (0, 7^η, 14^η, 21^η, 28^η, 35^η, 42^η). Επίσης, την ίδια ημέρα που γινόταν η γαλακτομέτρηση στα ζώα, λαμβάνονταν και ατομικά δείγματα γάλακτος, σύμφωνα πάντα με τους κανόνες δειγματοληψίας (παραλαμβάνοντας το 5% της πρωινής και το 5% της απογευματινής αμελχείσας ποσότητας) για προσδιορισμό της χημικής σύστασης του γάλακτος.

Ακόμα, πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες αίματος για έλεγχο των ΛΟ του αίματος. Επιπρόσθετα, τα ζώα ζυγίζονταν μια φορά την εβδομάδα μετά την άμελξη και πριν από τη χορήγηση της τροφής.

3.3 Προσδιορισμοί

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορίστηκαν:

- i. Το σωματικό βάρος της κάθε αίγας ανά εβδομάδα με ζυγό ακριβείας 0,1Kg
- ii. Η χημική σύσταση του γάλακτος (λίπος, πρωτεΐνες, λακτόζη, ολικά στερεά άνευ λίπους και ολικά στερεά) στο Milko Scan 133 (Foss Electric, Hillerod, Demark), στο Εργαστήριο Γαλακτοκομίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών
- iii. Η χημική σύσταση των ζωοτροφών (ΞΟ, Τ, ΟΑΟ, ΛΟ, ΙΟ) με τη μέθοδο Weende, η περιεκτικότητα σε NDF με τη μέθοδο ANKOM (Technology Method 6) με προσθήκη της θερμοανθεκτικής α-αμυλάσης και τέλος η περιεκτικότητα σε άμυλο με τη μέθοδο AACC (Method 76-II) και
- iv. Τα λιπαρά οξέα του γάλακτος, του πλάσματος του αίματος και των ζωοτροφών με αέριο χρωματογράφο (GC), Agilent, Technology, 2850, Centerville Road, Wilmington, USA.

3.3.1 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ του γάλακτος

3.3.1.1 Παραλαβή του λίπους του γάλακτος

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την παραλαβή του λίπους του γάλακτος είναι των Jiang *et al.* (1996). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, σε δοκιμαστικό σωλήνα τύπου falcon τοποθετούνται 8,5ml γάλακτος, 15ml ισοπροπανόλης και 11,25 ml εξανίου, τα οποία αναδεύονται σε αναδευτήρα (vortex) για χρόνο τριών λεπτών. Μετά, τοποθετούνται για φυγοκέντρηση στις 4000rpm (2520g) για πέντε λεπτά, στους 5° C. Μετέπειτα, παρατηρείται διαχωρισμός των δύο φάσεων. Στην συνέχεια παραλαμβάνονται 10ml από το υπερκείμενο και μεταφέρεται σε νέο δοκιμαστικό σωλήνα. Στο υποκείμενο, προστίθενται και πάλι 11,25ml εξανίου και μετά από ανάδευση στο vortex φυγοκεντρείται εκ νέου στις ίδιες συνθήκες. Ακολούθως, συλλέγονται εκ νέου 10 ml από την υπερκείμενη φάση, όπου ακολουθεί και νέα έκπλυση με 11,25ml εξανίου. Στη συνέχεια, στις συλλεχθείσες υπερκείμενες φάσεις προστίθενται 7,5ml διαλύματος θειικού νατρίου (Na₂SO₄) 0,47M και επέρχεται και πάλι ο διαχωρισμός φάσεων. Έπειτα, συλλέγονται 20ml από το υπερκείμενο και τοποθετούνται σε ποτήρι ζέσεως. Το ποτήρι ζέσεως μεταφέρεται σε κλίβανο στους 30° C για την παραλαβή του λίπους μετά την εξάτμιση του εξανίου (~17 ώρες).

3.3.1.2 Μεθυλεστεροποίηση του λίπους του γάλακτος

Για τη μεθυλεστεροποίηση του λίπους, εφαρμόστηκε η μέθοδος των Kelly *et al.* (1998), όπου σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 40mg λίπους, 2ml εξανίου και 40μl οξικού μεθυλίου. Ακολουθεί καλή ανάδευση με vortex. Μετά, προστίθενται 40μl αντιδραστηρίου, που παρασκευάζεται με την εξής αναλογία: 1,75ml μεθανόλης και 0,4ml μεθυλικού νατρίου (sodium methylate) 5,4M. Αφού αναμειχθούν, αφήνονται για επώαση για χρόνο 10 λεπτά. Ακολούθως, προστίθεται 60μl διαλύματος, που παρασκευάζεται διαλύοντας 1g οξαλικού οξέος σε 30ml διαιθυλαιθέρα. Κατόπιν γίνεται

φυγοκέντρωση για 5 λεπτά, στις 5000 στροφές. Παραλαμβάνονται 90μl από την υγρή φάση και μαζί με 10μl εσωτερικού προτύπου διαλύματος (standard) σφραγίζοντας κατάλληλα ώστε να μην υπάρξουν τυχόν απώλειες λόγω εξάτμισης, όπου στην συνέχεια οδηγούνται για ανάλυση στο αέριο χρωματογράφο (GC).

3.3.2 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ στο πλάσμα του αίματος

Για τον προσδιορισμό των ΛΟ του πλάσματος του αίματος χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο της μεθόδου των Bondia-Pons *et al.* (2004). Όπου σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, σε πυρίμαχο δοκιμαστικό σωλήνα, τοποθετούνται 1ml πλάσματος αίματος, 10μl εσωτερικού προτύπου διαλύματος (standard) και 2ml μεθυλικού νατρίου (0,5% w/v), τα οποία και θερμούνται στους 100° C για 15 λεπτά. Στη συνέχεια, αφού κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, προστίθενται 20ml τριφθορικού βαρίου και θερμαίνονται εκ νέου στους 100°C, για 15 λεπτά. Μετέπειτα, αφού κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, προστίθεται 1ml εξανίου και ακολουθεί ανάμειξη για 15 λεπτά. Ακολούθως, προστίθενται 2ml κορεσμένου διαλύματος χλωριούχου νατρίου και ακολουθεί φυγοκέντρωση για 8 λεπτά στις 5000 στροφές. Μετά τη φυγοκέντρωση, ακολουθεί προσθήκη άνυδρου θειικού νατρίου και η υπερκείμενη στρώση συλλέγεται και χρησιμοποιείται για ανάλυση σε αέριο χρωματογράφο.

3.3.3 Μέθοδος προσδιορισμού των ΛΟ στις ζωοτροφές

3.3.3.1 Παραλαβή του λίπους των ζωοτροφών

Για την παραλαβή του λίπους των ζωοτροφών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Sanchez-Machodo (2002). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, αρχικά παρασκευάζεται διάλυμα πυροκατεχόλης, διαλύοντας 1g σε 5ml μεθανόλης. Το διάλυμα της πυροκατεχόλης διατηρείται στους 4°C στο σκοτάδι και παρασκευάζεται εκ νέου κάθε φορά που διενεργείται προσδιορισμός. Στη συνέχεια, σε σωλήνα Falcon τοποθετούνται 1g αλεσμένου δείγματος ζωοτροφής, 800μl διαλύματος πυροκατεχόλης και 20ml KOH (0.5 M σε μεθανόλη). Ο σωλήνας αναδεύεται για 20 λεπτά και τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 80°C για χρόνο 15 λεπτών. Κατά την παραμονή στο υδατόλουτρο ο σωλήνας ανακινείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Έπειτα, ψύχεται σε πάγο και το περιεχόμενο για λόγους ασφαλείας, μεταφέρεται σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα στον οποίο προστίθεται 4ml απεσταγμένου νερού και 20ml εξανίου. Ο σωλήνας ανακινείται και μετά φυγοκεντρείται στα 1500g για πέντε λεπτά, όπου στην συνέχεια συλλέγεται η πάνω φάση και σφραγίζεται κατάλληλα για ανάλυση στο αέριο χρωματογράφο.

3.3.4 Ομαδοποίηση των ΛΟ του λίπους του γάλακτος, αθηρωματικός δείκτης και έμμεσος προσδιορισμός της Δ-9 αφυδρογονάσης.

Οι ομαδοποιήσεις των λιπαρών οξέων του λίπους του γάλακτος έγιναν ως εξής:

- Μικρής αλύσου λιπαρά οξέα (**ΜΙΑ**): $C_{4:0}+C_{6:0}+C_{8:0}+C_{10:0}+C_{11:0}$,
- Μεσαίας αλύσου λιπαρά οξέα (**ΜΕΑ**): $C_{12:0}+C_{14:0}+C_{15:0}$, $C_{16:0}$
- Μακράς αλύσου λιπαρά οξέα (**ΜΑ**): $C_{18:0}+C_{20:0}+C_{21:0} +C_{22:0}+C_{23:0}+C_{24:0}$,
- Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (**ΠΑΚΛΟ**): $CLA+C_{18:2n6c}+C_{18:2n6t}+C_{18:3n3c} +C_{18:3n6c}+C_{20:2}+C_{20:3n3c}+C_{20:3n6c}+C_{20:4}+C_{20:5}+C_{22:2}$
- Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (**ΜΑΚΛΟ**): $C_{14:1}+ C_{15:1}+ C_{16:1}+ C_{17:1}+ C_{18:1}+ VA+ C_{20:1}$
- Ακόρεστα λιπαρά οξέα (**ΑΚΛΟ**): ΠΑΚΛΟ+ ΜΑΚΛΟ
- Κορεσμένα/Ακόρεστα (**Κ/Α**): $(ΜΙΑ+ΜΕΑ+ΜΑ)/(ΠΑΚΛΟ+ΜΟΚΛΑ)$
- **CLA**: $CLA_{1\text{και}}$
- **VA**: *trans*-11 $C_{18:1}$

Ο αθηρωματικός δείκτης (ΑΔ) υπολογίστηκε ως $(C_{12:0}+4\times C_{14:0}+C_{16:0})/ (ΠΑΚΛΟ+ΜΟΚΛΑ)$ όπως περιγράφεται από τους Ulbrich και Southgate (1991), ενώ ο προσδιορισμός της Δ-9 αφυδρογονάσης γίνεται έμμεσα, μέσω των λόγων των λιπαρών οξέων: $C_{14:1}/C_{14:0}$, $C_{16:1}/C_{16:0}$, $C_{18:1}/C_{18:0}$ και *cis*-9, *trans*-11 CLA/VA.

3.4 Στατιστική ανάλυση

Όλα τα αποτελέσματα που ακολουθούν, παρουσιάζονται ως μέσοι όροι (\pm SEM), για τις διάφορες παραμέτρους των αίων. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS version 17.0. Το ΣΒ, η χημική σύσταση του γάλακτος, η ημερήσια καταναλισκόμενη ΞΟ, τα ΛΟ του γάλακτος και πλάσματος του αίματος, αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το General Linear Model (GLM), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, στο γραμμικό μοντέλο (ANOVA), με τις διατροφικές επεμβάσεις (Μάρτυρα και Επέμβαση), το χρόνο των δειγματοληψιών (T), όπως και την αλληλεπίδραση ($\Delta \times T$) σύμφωνα με το μοντέλο:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + T_j + (D \times T)_{ij} + e_{ijk},$$

όπου Y_{ijk} η εξαρτημένη μεταβλητή, μ οι συνολικοί μέσοι όροι, D_i η επίδραση της διατροφής στην επέμβαση, T_j η επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας ($j=7$ για τη χημική σύσταση του γάλακτος, τη μέτρηση του ΣΒ, την καταναλισκόμενη ποσότητα της ΞΟ και $j=3$ για το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος και του αίματος των αιγών), $(D \times T)_{ij}$ η αλληλεπίδραση ανάμεσα στη διατροφή της επέμβασης και του χρόνου δειγματοληψίας ενώ το e_{ijk} αποτελεί, το σφάλμα απόκλισης.

Τέλος, το επίπεδο σημαντικότητας ήταν στο 5% (0.05).

Κεφάλαιο Δ

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Σωματικό βάρος αιγών

Στο πίνακα 4.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη του σωματικού βάρους των αιγών. Το μέσο σωματικό βάρος των αιγών καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος παρέμενε σχετικά σταθερό, με εξαίρεση μια μικρή σταδιακή αύξηση μη στατιστικώς σημαντική ($P>0.05$) στα ζώα της ομάδας Β.

Πίνακας 4.1: Μέσο σωματικό βάρος (\pm SEM) των αιγών (σε Kg) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος

Ομάδα αιγών	Ημέρα πειράματος						
	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ	42 ⁿ
A	43,8 \pm 8,90	43,8 \pm 5,62	45,4 \pm 5,73	45,5 \pm 6,19	44,7 \pm 6,14	44,6 \pm 6,04	44,3 \pm 6,20
B	44,0 \pm 9,52	46,5 \pm 9,61	48,8 \pm 9,27	48,8 \pm 9,53	49,0 \pm 9,61	48,5 \pm 10,44	47,8 \pm 10,05

Στη συνέχεια, στον πίνακα 4.2 απεικονίζεται η μέση ημερήσια διορθωμένη γαλακτοπαραγωγή σε λιποπεριεκτικότητα 4%, όπου παρατηρείται μια εμφανής και αναμενόμενη πτώση της γαλακτοπαραγωγής κατά τη διεξαγωγή του πειράματος η οποία δεν παρουσιάζει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων

Πίνακας 4.2: Μέση ημερήσια παραγόμενη ποσότητα γάλακτος των αιγών (Kg/ημέρα/ζώο) (\pm SEM) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η γαλακτοπαραγωγή αναφέρεται σε διορθωμένη λιποπεριεκτικότητα (4%) [$\Delta 4\%=(0,4+0,15\lambda)\times\Gamma$, όπου λ =λιποπεριεκτικότητα γάλακτος και Γ =γαλακτοπαραγωγή].

Ομάδα αιγών	Ημέρα πειράματος						
	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ	42 ⁿ
A	1,72 \pm 0,95	1,74 \pm 1,74	1,61 \pm 1,16	1,42 \pm 0,85	1,40 \pm 0,84	1,39 \pm 0,82	1,16 \pm 0,63
B	1,74 \pm 0,39	1,69 \pm 0,40	1,57 \pm 0,39	1,45 \pm 0,35	1,43 \pm 0,47	1,39 \pm 0,45	1,25 \pm 0,46

Το πίνακα 4.3 παρουσιάζεται η εξέλιξη της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος των αιγών. Εδώ παρατηρήθηκε μια αύξηση στο ποσοστό του λίπους του γάλακτος στα ζώα της ομάδας Β μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης της τάξεως του 18%, η οποία δεν

ήταν στατιστικώς σημαντική. Στη συνέχεια οι δύο ομάδες είχαν παραπλήσιες μέσες τιμές, χωρίς να υπάρξει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες.

Πίνακας 4.3: Μέση λιποπεριεκτικότητα (%) (\pm SEM) του γάλακτος των αιγών στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ομάδα αιγών	Ημερομηνία						
	0	7 ^η	14 ^η	21 ^η	28 ^η	35 ^η	42 ^η
A	4,38 \pm 1,09	4,55 \pm 0,89	3,91 \pm 0,72	3,65 \pm 0,48	4,03 \pm 0,58	3,95 \pm 0,73	3,64 \pm 0,66
B	3,73 \pm 0,23	4,28 \pm 0,45	3,74 \pm 0,39	3,37 \pm 0,25	3,67 \pm 0,40	3,61 \pm 0,46	3,56 \pm 0,36

Στο πίνακα 3.4 παρουσιάζεται η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του γάλακτος των αιγών, όπου παρατηρείται μια σταδιακή μείωση στην ομάδα A ίση με 9%, από την πρώτη στην τελευταία εβδομάδα, ενώ στην ομάδα B παρέμεινε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Πίνακας 4.4: Μέση πρωτεϊνοπεριεκτικότητα% (\pm SEM) του γάλακτος των αιγών στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ομάδα αιγών	Ημέρα Πειράματος						
	0	7 ^η	14 ^η	21 ^η	28 ^η	35 ^η	45 ^η
A	3,45 \pm 0,73	3,46 \pm 1,08	3,33 \pm 1,05	3,33 \pm 1,00	3,34 \pm 0,95	3,26 \pm 0,98	3,16 \pm 0,80
B	2,86 \pm 0,25	3,00 \pm 0,17	2,89 \pm 0,15	2,87 \pm 0,15	2,87 \pm 0,19	2,84 \pm 0,18	2,81 \pm 0,20

Όσον αφορά τη διακύμανση της συγκέντρωσης της λακτόζης, παρουσιάζεται στον πίνακα 4.5, όπου παρατηρείται μια ελαφρά μικρή πτώση, στη συγκέντρωση της και στις δύο ομάδες κατά τη διάρκεια του πειράματος καμία σημαντική μεταβολή ($P>0.05$) και χωρίς καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Πίνακας 4.5: Μέση περιεκτικότητα του γάλακτος σε λακτόζη (%) (\pm SEM) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ομάδα αιγών	Ημέρα Πειράματος						
	0	7 ^η	14 ^η	21 ^η	28 ^η	35 ^η	42 ^η
A	4,76 \pm 0,27	4,78 \pm 0,45	4,70 \pm 0,53	4,59 \pm 0,42	4,68 \pm 0,41	4,57 \pm 0,39	4,72 \pm 0,34
B	4,73 \pm 0,16	4,81 \pm 0,21	4,73 \pm 0,20	4,56 \pm 0,12	4,68 \pm 0,19	4,60 \pm 0,18	4,76 \pm 0,15

Στον πίνακα 4.6 παρουσιάζεται η μέση περιεκτικότητα σε στερεό υπόλειμμα του γάλακτος των αγών, όπου παρατηρείται μια μικρή μείωση, μη στατιστικώς σημαντική και στις δύο ομάδες του πειράματος.

Πίνακας 4.6: Μέση περιεκτικότητα του γάλακτος των αγών σε στερεό υπόλειμμα (ΣΥ) (%) (\pm SEM) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις.

Ομάδες αγών	Ημέρα Πειράματος						
	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ	42 ⁿ
A	8,79 \pm 0,41	8,94 \pm 0,67	8,36 \pm 0,52	8,10 \pm 0,46	8,46 \pm 0,61	8,25 \pm 0,62	8,06 \pm 0,50
B	8,02 \pm 0,07	8,35 \pm 0,28	7,95 \pm 0,34	7,56 \pm 0,25	7,86 \pm 0,36	7,74 \pm 0,44	7,80 \pm 0,41

Ενώ στο πίνακα 4.7 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα του γάλακτος σε στερεά υπολείματα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ), όπου και εδώ παρατηρείται μια μικρή μείωση της συγκέντρωσης τους χωρίς να είναι στατιστικώς σημαντική.

Πίνακας 4.7: Μέση περιεκτικότητα του γάλακτος των αγών σε ΣΥΑΛ (%) (\pm SEM) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις

Ομάδες αγών	Ημέρα Πειράματος						
	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ	42 ⁿ
A	5,59 \pm 0,48	5,76 \pm 0,46	5,45 \pm 0,65	5,55 \pm 0,44	5,61 \pm 0,43	5,49 \pm 0,44	5,51 \pm 0,39
B	5,43 \pm 0,27	5,47 \pm 0,14	5,33 \pm 0,19	5,11 \pm 0,25	5,28 \pm 0,17	5,21 \pm 0,20	5,31 \pm 0,19

Στη συνέχεια, στον πίνακα 4.8 παρουσιάζεται η μέση ημερήσια καταναλισκόμενη ολική ποσότητα ξηράς ουσίας, κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, όπου παρατηρείται μικρή αύξηση της ολικής ημερήσιας κατανάλωσης τροφής, στα ζώα της ομάδας B, όμως, μη στατιστικώς σημαντική ($P>0.05$).

Πίνακας 4.8: Μέση ημερήσια καταναλισκόμενη ολική ποσότητα ξηράς ουσίας (Kg/ημέρα/ζώο) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά την διάρκεια του πειράματος

Ομάδα Αγών	Ημέρα Πειράματος					
	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ
A	2,03 \pm 0,154	2,08 \pm 0,199	1,98 \pm 0,159	1,90 \pm 0,144	1,85 \pm 0,133	1,84 \pm 0,128
B	2,15 \pm 0,147	2,16 \pm 0,149	2,02 \pm 0,142	2,01 \pm 0,134	1,95 \pm 0,132	1,94 \pm 0,132

Στο πίνακα 4.9 παρουσιάζεται το προφίλ των ΛΟ των μειγμάτων A και B, του σανού μηδικής και του άχρου σίτου.

Πίνακας 4.9: Προφίλ των ΛΟ στις ζωοτροφές (%ΛΟ)

ΛΟ Ζωοτροφή	%ΛΟ							
	C14:0	C16:0	C18:0	<i>trans</i> C18:1	<i>cis</i> C18:1	<i>trans</i> C18:2	<i>cis</i> C18:2	C18:3n3
Μείγμα Α	-	16,26	5,55	2,86	25,87	0,76	46,17	2,17
Μείγμα Β	-	16,95	5,91	3,72	27,31	0,79	43,14	2,18
Σανός Μηδικής	1,64	36,87	7,96	2,15	5,32	0,00	15,24	22,31
Άχυρο σίτου	7,55	40,88	10,41	0	13,46	0,00	19,07	8,61

Η μέση καταναλωθείσα ποσότητα λιπαρών οξέων μέσω της τροφής, (ΣΖ+ΧΖ) από τις αίγες παρουσιάζεται στον πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10: Μέση καταναλωθείσα ποσότητα ΛΟ μέσω της τροφής από τις αίγες (g/ημέρα/ζώο)

ΛΟ Ομάδα	(g/ημέρα/ζώο)							
	C14:0	C16:0	C18:0	<i>trans</i> C18:1	<i>Cis</i> ⁹ C18:1	<i>t</i> C18:2	<i>Cis</i> C 18:2	C18:3n3
A	0,77	15,31	4,41	1,61	13,84	0,36	25,06	4,58
B	0,81	13,78	3,86	1,54	10,97	0,27	17,97	4,34

Στο πίνακα 4.11 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές της χημικής σύστασης του γάλακτος (%) του σωματικού βάρους των αιγών (Kg), της διορθωμένης γαλακτοπαραγωγής (4%) (Kg/ημέρα) και η ημερήσια καταναλωθείσα ποσότητα ΞΟ (Kg/day).

Πίνακας 4.11: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μέσω των τιμών, χημικής σύστασης του γάλακτος (%), σωματικού βάρους (Kg) και καταναλισκόμενης ποσότητας ΞΟ (Kg/day).

	ΟΜΑΔΑ			ΗΜΕΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ (T)								ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ		
	A	B	SEM	0	7 ⁿ	14 ⁿ	21 ⁿ	28 ⁿ	35 ⁿ	42 ⁿ	SEM	Δ	T	Δ*T
ποσοτήτ α ΞΟ. (Kg/ημέ.)	1,96	2,04	0,138	2,09	2,16	1,99	1,95	1,90	1,90	-	0,128	0,702	0,029	0,307
ΣΒ (Kg)	44,6	47,6	4,459	43,9	45,1	47,1	47,2	46,9	46,6	46,1	0,562	0,507	0,000	0,097
Διορθομ. Γαλ.(4%) (Kg/ημέ.)	1,50	1,51	0,979	1,74	1,72	1,60	1,44	1,42	1,40	1,21	0,670	0,979	0,000	0,981
Λίπος (%)	4,03	3,72	0,259	4,06	4,42	3,83	3,52	3,86	3,79	3,61	0,149	0,263	0,000	0,679
Πρωτεΐνη (%)	3,34	2,89	0,249	3,17	3,24	3,12	3,11	3,11	3,06	2,99	0,056	0,249	0,008	0,603
Λακτόζη (%)	4,69	4,70	0,163	4,75	4,80	4,72	4,59	4,69	4,60	4,75	0,043	0,953	0,000	0,973
ΣΥΑΛ (%)	5,58	5,31	0,179	5,52	5,62	5,40	5,34	5,46	5,36	5,42	0,069	0,173	0,005	0,424
ΣΥ (%)	8,43 ^a	7,91 ^b	0,030	8,42	8,66	8,16	7,84	8,17	8,00	7,94	0,101	0,030	0,000	0,373

Ακολούθως, στον πίνακα 4.12 παρουσιάζεται η μέση περιεκτικότητα του γάλακτος των αιγών σε ΛΟ. Τα αποτελέσματα εδώ δείχνουν ότι το λίπος του γάλακτος των αιγών στην ομάδα Β εμφάνισε στατιστικώς χαμηλότερες συγκεντρώσεις μόνο στη συγκέντρωση του C18:0 και υψηλότερες τιμές στα ΛΟ: C14:0, C14:1, C15:0, C16:1 και C17:1 σε σχέση με το λίπος του γάλακτος των αιγών της ομάδα Α

Πίνακας 4.12: Προφίλ ΛΟ (\pm SEM) του γάλακτος των αγών (g/100g ολικών λιπαρών οξέων) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις και στις τρεις δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του πειράματος.

ΛΟ	ΟΜΑΔΑ			ΗΜΕΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ (Τ)				ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ		
	A	B	SEM	14 ⁿ	28 ⁿ	42 ⁿ	SEM	Δ	Τ	Δ*Τ
C4:0	2,769	2,261	0,253	2,568	2,542	2,435	0,231	0,072 NS	0,835 NS	0,041 *
C6:0	3,223	2,744	0,234	2,927	3,017	3,005	0,183	0,068 NS	0,715 NS	0,524 NS
C8:0	3,694	3,325	0,294	3,677	3,402	3,450	0,062	0,001 ***	0,003 **	0,238 NS
C10:0	10,126	11,253	0,552	11,953	10,668	10,908	0,156	0,000 ***	0,823 NS	0,001 ***
C11:0	0,172	0,284	0,082	0,227	0,262	0,196	0,027	0,200 NS	0,069 NS	0,143 NS
C12:0	4,246	4,824	0,335	4,916	4,309	4,379	0,124	0,115 NS	0,000 ***	0,016 NS
C14:0	9,286	10,706	0,657	10,240	9,733	10,014	0,161	0,056 NS	0,021 *	0,062 NS
C14:1	0,420	0,586	0,053	0,508	0,518	0,483	0,031	0,011 **	0,517 NS	0,111 NS
C15:0	1,021	1,426	0,070	1,217	1,231	1,223	0,015	0,000 ***	0,644 NS	0,678 NS
C15:1	0,223	0,454	0,088	0,306	0,421	0,289	0,082	0,025 *	0,634 NS	0,811 NS
C16:0	27,453	29,427	1,844	28,365	27,818	29,136	0,570	0,310 NS	0,097 NS	0,149 NS
C16:1	0,904	1,127	0,073	0,985	1,001	1,060	0,039	0,012 *	0,157 NS	0,126 NS
C17:1	0,188	0,303	0,034	0,261	0,260	0,216	0,051	0,006 **	0,612 NS	0,212 NS
C18:0	10,397	7,931	0,978	9,375	9,422	8,694	0,392	0,030 *	0,150 NS	0,008 NS
<i>trans</i> 10 C18:1	0,514	0,483	0,073	0,566	0,493	0,436	0,065	0,678 NS	0,320 NS	0,897 NS
VA	1,114	1,009	0,308	0,932	1,105	1,148	0,121	0,739 NS	0,202 NS	0,623 NS
<i>trans</i> C18:1	0,387	0,454	0,093	0,488	0,463	0,312	0,077	0,490 NS	0,078 NS	0,629 NS
<i>cis</i> 9 C18:1	19,089	17,925	1,441	17,005	19,789	18,728	0,362	0,438 NS	0,000 ***	0,511 NS
C18:2n6t	0,577	0,531	0,062	0,527	0,438	0,697	0,082	0,470 NS	0,017 *	0,005 **
C18:2n6c	2,049	1,803	0,348	1,893	1,974	1,911	0,052	0,496 NS	0,287 NS	0,334 NS
C18:3n6	0,119	0,062	0,051	0,271	0,000	0,000	0,077	0,292 NS	0,000 ***	0,312 NS
C20:0	0,020	0,032	0,015	0,067	0,000	0,010	0,013	0,460 NS	0,000 ***	0,033 *
C18:3n3	0,262	0,211	0,047	0,148	0,177	0,384	0,067	0,299 NS	0,005 **	0,005 **
C20:3n3+ C22:1	0,179	0,235	0,038	0,143	0,260	0,218	0,065	0,171 NS	0,214 NS	0,283 NS
CLA	0,568	0,610	0,140	0,398	0,702	0,688	0,087	0,772 NS	0,001 ***	0,960 NS

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι σχέσεις των ΛΟ του γάλακτος των αιγών (πιν. 4.13), όπου παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων μόνο στα ΜΕΑ.

Πίνακας 4.13: Σχέσεις ΛΟ (\pm SEM) (g/100g ολικών λιπαρών οξέων) στο γάλα αιγών στις δύο διατροφικές επεμβάσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Σχέσεις ΛΟ	ΟΜΑΔΑ			ΗΜΕΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ (Τ)				ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ		
	A	B	SEM	14 ⁿ	28 ⁿ	42 ⁿ	SEM	Δ	Τ	Δ*Τ
ΜΙΑ	20,986	19,867	1,008	21,394	19,889	19,996	0,520	0,293 NS	0,016 *	0,010 **
ΜΕΑ	14,552	16,954	0,908	16,372	15,272	15,615	0,239	0,025 *	0,001 ***	0,012 *
ΜΑ	37,871	37,389	1,804	37,809	37,239	37,841	0,701	0,795 NS	0,634 NS	0,009 **
ΠΑΚΛΟ	3,755	3,415	0,522	3,380	3,548	3,880	0,173	0,573 NS	0,030 *	0,149 NS
ΜΑΚΛΟ	22,323	21,857	1,574	20,480	23,555	22,236	0,450	0,773 NS	0,000 **	0,962 NS
Κ/Α	2,899	2,981	0,274	3,233	2,723	2,863	0,078	0,772 NS	0,000 ***	0,762 NS
ΑΔ	2,738	3,092	0,318	3,178	2,683	2,884	0,087	0,292 NS	0,000 **	0,854 NS
C14:1/C14:0	0,048	0,056	0,009	0,051	0,055	0,049	0,004	0,414 NS	0,283 NS	0,251 NS
C16:1/C16:0	0,033	0,038	0,004	0,035	0,036	0,037	0,002	0,220 NS	0,641 NS	0,001 ***
C18:1/C18:0	1,916	2,448	0,282	1,919	2,309	2,318	0,094	0,088 NS	0,001 ***	0,009 NS
CLA1/VA	0,551	0,643	0,121	0,485	0,708	0,598	0,075	0,465 NS	0,040 *	0,061 NS
ΚΛΟ	73,406	74,211	1,921	75,574	72,402	73,449	1,428	0,684 NS	0,000 ***	0,830 NS

ΜΙΑ=Μικρής Αλύσου Λιπαρά Οξέα, ΜΕΑ=Μεσαίας Αλύσου Λιπαρά οξέα, ΜΑ=Μακράς Αλύσου Λιπαρά Οξέα, ΠΑΚΛΟ=Πολυακορεστα Λιπαρά Οξέα, ΜΑΚΛΟ=Μονοακορεστα ΛΟ, ΚΛΟ=Κορεσμένα Λιπαρά Οξέα, ΑΔ=Αθρωματικός Δείκτης

Ενώ τέλος, στο πίνακα 4.14 παρουσιάζεται η μέση περιεκτικότητα του πλάσματος του αίματος των αιγών σε ΛΟ. Επιγραμματικά, τα αποτελέσματα εδώ δείχνουν ότι το λίπος του πλάσματος του αίματος των αιγών, στην ομάδα της επέμβασης εμφάνισε στατιστικώς υψηλότερες συγκεντρώσεις στα εξής ΛΟ: C14:1, C15:0, C17:0 και στο C18:2n6t ενώ χαμηλότερες τιμές δεν παρατηρήθηκαν σε σχέση με το λίπος του γάλακτος των αιγών της ομάδας του μάρτυρα.

Πίνακα 4.14: Μέση περιεκτικότητα (\pm SEM) του αίματος των αγών σε ΛΟ (g/100g ολικών λιπαρών οξέων) στις δύο διατροφικές επεμβάσεις και στις τρεις δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του πειράματος

ΛΟ	ΟΜΑΔΑ			ΗΜΕΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ (Τ)				ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ		
	A	B	SEM	14 ⁿ	28 ⁿ	42 ⁿ	SEM	Δ	T	Δ*T
C14:0	0,465	0,498	0,021	0,465	0,450	0,529	0,033	0,154 NS	0,067 NS	0,275 NS
C14:1	0,357	0,455	0,028	0,387	0,411	0,421	0,049	0,07 NS	0,799 NS	0,944 NS
C15:0	0,713	0,977	0,020	0,827	0,864	0,844	0,045	0,000 ***	0,738 NS	0,574 NS
C15:1	0,294	0,336	0,035	0,317	0,315	0,314	0,039	0,260 NS	0,971 NS	0,574 NS
C16:0	16,699	16,388	0,313	16,304	16,392	16,935	0,345	0,347 NS	0,173 NS	0,783 NS
C16:1	0,540	0,498	0,034	0,481	0,524	0,553	0,049	0,251 NS	0,312 NS	0,783 NS
C17:0	1,118	1,467	0,051	1,250	1,276	1,372	0,060	0,000 ***	0,663 NS	0,789 NS
C17:1	0,496	0,639	0,044	0,493	0,596	0,613	0,040	0,01 **	0,059 NS	0,463 NS
C18:0	25,777	26,738	0,497	26,202	25,554	27,018	1,007	0,085 NS	0,492 NS	0,707 NS
<i>trans</i> C18:1	0,614	0,686	0,142	0,402	0,956	0,592	0,131	0,625 NS	0,006 ***	0,868 NS
<i>cis</i> ⁹ C18:1	16,853	16,673	1,014	15,766	16,878	17,650	0,736	0,862 NS	0,235 NS	0,829 NS
C18:2n6t	0,197	0,431	0,027	0,294	0,311	0,338	0,044	0,000 ***	0,759 NS	0,608 NS
C18:2n6c	23,668	23,297	1,509	24,099	23,972	22,376	0,996	0,812 NS	0,900 NS	0,767 NS
C18:3n6	0,461	0,557	0,050	0,499	0,530	0,483	0,066	0,115 NS	0,902 NS	0,722 NS
C20:2	0,012	0,013	0,011	0,009	0,000	0,021	0,014	0,514 NS	0,297 NS	0,297 NS
C18:3n3	1,199	1,246	0,046	1,153	1,186	1,328	0,048	0,334 NS	0,464 NS	0,198 NS
C20:1	0,032	0,026	0,019	0,022	0,016	0,05	0,025	0,754 NS	0,726 NS	0,231 NS
C20:3n6	0,534	0,516	0,063	0,500	0,514	0,562	0,056	0,777 NS	0,727 NS	0,239 NS
C20:3n3+ C22:1	5,971	5,768	0,314	6,085	5,991	5,531	0,299	0,535 NS	0,704 NS	0,735 NS
C22:2	0,577	0,645	0,058	0,657	0,610	0,568	0,058	0,271 NS	0,333 NS	0,417 NS
C24:0	3,402	2,182	0,585	3,789	2,665	1,922	0,837	0,067 NS	0,066 NS	0,522 NS
C23:0	0,014	0,006	0,012	0,009	0,000	0,021	0,014	0,514 NS	0,297 NS	0,297 NS

Κεφάλαιο Ε

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

5.1 Η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο σωματικό βάρος, στην κατανάλωση τροφής, στη γαλακτοπαραγωγή και τη χημική σύσταση του γάλακτος

Η διατροφή αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που δύναται να τροποποιήσει, προς την επιθυμητή κατεύθυνση, τόσο την ποσότητα, όσο και τη χημική σύσταση του γάλακτος. Ένας από τους διατροφικούς χειρισμούς που έχει την ικανότητα να μεταβάλλει τις προαναφερθείσες παραμέτρους είναι η τιμή του λόγου NDF:άμυλο όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 1.7.2

Όπως σχολιάστηκε σε προηγούμενα κεφάλαια (1.7.2) η τιμή της σχέσης αυτής επιδρά, κατά κύριο λόγο, στη γαλακτοπαραγωγή και στην εκατοστιαία αναλογία του λίπους του γάλακτος. Μέσω του συγκεκριμένου λόγου καθορίζεται η ποσοστιαία αναλογία των ΠΛΟ, και ειδικότερα του οξικού και προπιονικού οξέος, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τη λιποπεριεκτικότητα και τη γαλακτοπαραγωγή, αντίστοιχα.

Παρόλο που άμεση σύγκριση διαφόρων ερευνών με την παρούσα εργασία δε δύναται να πραγματοποιηθεί, καθ' ότι καμία άλλη ερευνητική μελέτη δεν είχε αυτό καθ' αυτό το σκοπό, τα αποτελέσματα της πειραματικής αυτής εργασίας σχετικά με τη γαλακτοπαραγωγή, τη χημική σύσταση αλλά και τη συνολική καταναλισκόμενη ποσότητα ΞΟ, βρίσκονται σε συμφωνία με τα επιμέρους αποτελέσματα αρκετών μελετών (Oliveria *et al.*, 1998; Zervas *et al.*, 1998; Salter *et al.*, 1999; Ipharraguerre *et al.*, 2002; Beckamn and Weiss, 2005).

Συνοπτικά, στο πείραμα αυτό δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά, αναφορικά με τη γαλακτοπαραγωγή, τη χημική σύσταση του γάλακτος, το ΣΒ και τη συνολική ημερήσια καταναλωθείσα ποσότητα ΞΟ που να οφείλεται στον παράγοντα διατροφή, σε αντίθεση με το χρόνο, ο οποίος επιδρά σημαντικά.

Κατά την εξέλιξη της πειραματικής διαδικασίας, το μέσο βάρος των ζώων δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά, ανάμεσα στις δύο ομάδες αιγών. Συγκεκριμένα, το σωματικό βάρος των ζώων της ομάδας Α δεν παρουσίασε καμία διαφορά καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, παρατήρηση που καταδεικνύει την ορθότητα της κατάρτισης και παροχής του σιτηρεσίου, ενώ στην ομάδα Β παρατηρήθηκε μια μικρή και σταθερή αύξηση του σωματικού βάρους των αιγών κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του πειράματος. Ειδικότερα, κατά την ημέρα μηδέν του πειράματος, το μέσο βάρος των ζώων της ομάδας Β ήταν 44 Kg, ενώ την τελευταία ημέρα ήταν ίσο με 47,8 Kg, μια αύξηση της τάξης του 8,3% η οποία όμως δεν ήταν στατιστικώς σημαντική (πίν. 4.1). Η αύξηση αυτή του σωματικού βάρους εξηγείται από τη μεγαλύτερη ποσότητα ΞΟ που καταναλώθηκε από τις αίγες της ομάδα Β έναντι των αιγών της ομάδας Α (πινκ. 4.8). Αυτό ήταν αναμενόμενο

καθ' ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε NDF συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση ΞΟ τελικώς από τα ζώα. Ομοίως, οι Beckman και Weiss (2005) διατύπωσαν την ίδια παρατήρηση, αναφορικά με την καταναλισκόμενη ποσότητα της ΞΟ στις αγελάδες, δηλαδή με την αύξηση της τιμής του κλάσματος NDF:άμυλο, παρατηρήθηκε μικρή αύξηση της ημερήσιας καταναλισκόμενης ποσότητας ΞΟ. Αντιθέτως, οι Salter *et al.* (1999), καθώς και ο Allen (2000), αναφέρουν ότι, αυξάνοντας την τιμή του λόγου NDF:άμυλο, παρατηρήθηκε μείωση της ημερήσιας καταναλισκόμενης ποσότητας της ΞΟ, στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες. Επιπρόσθετα, οι Oliveria *et al.* (1998) διαπίστωσαν ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του αμύλου στο σιτηρέσιο των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων, τόσο μειώνεται από τα ζώα η καταναλισκόμενη ποσότητα της ΞΟ. Ακόμα, σύμφωνα με τους Zervas *et al.* (1998) στα γαλακτοπαραγωγά πρόβατα δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά, όσο αφορά τη μέση κατανάλωση ΞΟ, μεταξύ δύο ομάδων προβάτων, όπου στην ομάδα του μάρτυρα η τιμή του λόγου NDF:άμυλο ήταν (0,33) και στην ομάδα της επέμβασης ίση με 10.

Επίσης, στη γαλακτοπαραγωγή δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες αιγών. Και στις δύο ομάδες παρουσιάστηκε μείωση της διορθωμένης γαλακτοπαραγωγής (4%) η οποία συνάδει με την πορεία που ακολουθείται από την καμπύλη της γαλακτοπαραγωγής (πινκ 4.2). Ομοίως, η γενική άποψη που επικρατεί, σχετικά με την επίδραση του συγκεκριμένου λόγου στη γαλακτοπαραγωγή είναι ότι με αύξηση της ποσότητας του αμύλου στο σιτηρέσιο παρατηρείται ταυτόχρονα, αύξηση της παραγωγής γάλακτος, σε αντίθεση με την αύξηση της συγκέντρωσης του NDF πιθανόν αυτό αποδίδεται στο ότι ο λόγος NDF:άμυλο μεταξύ των δύο ομάδων δεν είχε μεγάλη διαφορά. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Beckman και Weiss (2005), όταν χρησιμοποίησαν σιτηρέσια με τρεις διαφορετικές τιμές NDF:άμυλο, σε αγελάδες. Ομοίως, οι Ipharraguerre *et al.* (2002) διατύπωσαν τα ίδια αποτελέσματα, όσον αφορά τη διορθωμένη γαλακτοπαραγωγή σε αγελάδες και οι Salter *et al.* (1999) όπου τα δύο υπό εξέταση σιτηρέσια είχαν μεταξύ τους, ίση συγκέντρωση σε NDF, αλλά διαφορετική περιεκτικότητα σε άμυλο. Η αναφορά των Oliver *et al.* (1993) έρχεται σε αντίθεση με τα παραπάνω αποτελέσματα, αφού παρατήρησαν αύξηση της γαλακτοπαραγωγής στις αγελάδες, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του αμύλου. Σύμφωνα όμως με την μελέτη των Gomez-Cortes *et al.* (2011) αυξάνοντας την τιμή του λόγου NDF:άμυλο στα γαλακτοπαραγωγά πρόβατα, αυξάνεται και η γαλακτοπαραγωγή. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους βρίσκεται σε πλήρη ταύτιση με αυτή των Milan *et al.* (2011), αλλά και των Zervas *et al.* (1998) που αιτιολογούν την αύξηση της γαλακτοπαραγωγής, ως απόρροια της αυξημένης κατανάλωσης ΞΟ από τα ζώα που λαμβάνουν το σιτηρέσιο με υψηλή περιεκτικότητα σε NDF. Στην περίπτωση των αιγών, οι Ollier *et al.* (2009), σε μια σχετικά πρόσφατη μελέτη, βρήκαν μια οριακή αύξηση της γαλακτοπαραγωγής με την αύξηση της συγκέντρωσης του αμύλου στο σιτηρέσιο.

Δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά στην λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, ανάμεσα στις δύο ομάδες ζώων του εν λόγω πειράματος. Συγκεκριμένα, στην ομάδα Α παρατηρήθηκε μια οριακή και σταδιακή μείωση της λιποπεριεκτικότητας, στις επτά μετρήσεις, ενώ στην ομάδα Β υπήρξε μια αύξηση της τάξεως του 14%, ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση, όμως μη σημαντική ($P > 0.05$) (πινακ 4.3). Η μείωση της λιποπεριεκτικότητας που παρατηρήθηκε στην ομάδα Α ήταν αποτέλεσμα της χαμηλής τιμής του λόγου NDF:άμυλο, ή ορθότερα της αυξημένης συγκέντρωσης του αμύλου στο μείγμα, η οποία αύξηση συμβάλλει ενεργά στην τροποποίηση της ποσοστιαίας αναλογίας των ΠΛΟ, αυξάνοντας τη συγκέντρωση του προπιονικού. Το αποτέλεσμα αυτό δεν αποκλίνει από τα αποτελέσματα των Beckman και Weiss (2005), που παρουσίασαν σημαντική διαφορά, μεταξύ σιτηρεσίων με διαφορετικές τιμές NDF:άμυλο. Συγκεκριμένα, τα σιτηρέσια με μεγαλύτερη ποσότητα αμύλου είχαν χαμηλότερη λιποπεριεκτικότητα έναντι των υπολοίπων, στις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Παρομοίως, ίδια αποτελέσματα με το εν λόγω πείραμα, όσον αφορά στη λιποπεριεκτικότητα, στο γάλα των προβάτων, εντοπίστηκαν και από τους Gomez-Cortes *et al.* (2011). Πιθανές εξηγήσεις, για την πορεία που ακολουθεί η εκατοστιαία ποσότητα του λίπους του γάλακτος, στην ομάδα Β, είναι ότι οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στη σχετικά χαμηλή τιμή του λόγου NDF:αμύλου και, κατά δεύτερον, στην χαμηλή συγκέντρωση του NDF, που προέρχεται από τις ΧΖ, άποψη που ενστερνίζονται και στην οποία στηρίζουν τις αιτιολογήσεις που δίνουν, οι Beckman και Weiss (2005). Αντιθέτως, οι Zervas *et al.* (1998), παρατήρησαν αύξηση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος των προβάτων, ανάμεσα σε δύο ομάδες επεμβάσεων, όπου στην μια η τιμή του λόγου ήταν 0,33 και στην άλλη 10. Στο εν λόγω πείραμα η διαφορά του λόγου NDF:άμυλο μεταξύ των δύο ομάδων ήταν μικρή και έτσι, ίσως, εξηγείται η μη σημαντική διαφορά στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος μεταξύ των ομάδων Α και Β.

Σχετικά με την πρωτεϊνοπεριεκτικότητα του γάλακτος δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (πινακ 4.4). Στην ομάδα Β, η μέση εκατοστιαία αναλογία της πρωτεΐνης παρέμεινε σταθερή, ενώ όσον αφορά αυτής της ομάδας Α παρουσίασε σταδιακή μικρή μείωση όσο εξελισσόταν το πείραμα. Όμοια αποτελέσματα διατυπώθηκαν και για τις αγελάδες από τους Beckman and Weiss (2005), όπου, υπό διαφορετικές τιμές του λόγου NDF:άμυλο, η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα του γάλακτος παρέμεινε σταθερή. Επιπλέον, η ίδια παραδοχή έγινε και για τα πρόβατα από τους Gomez-Cortes *et al.* (2011), καθώς, επίσης, και για τις γαλακτοπαραγωγές αίγες από τους Ollier *et al.* (2009).

Τέλος, η εκατοστιαία ποσότητα της λακτόζης (%) (πινκ 4.5) δεν παρουσίασε καμία μεταβολή μεταξύ των δύο ομάδων, παρατήρηση η οποία έχει αναφερθεί τόσο στην περίπτωση των αιγών (Ollier *et al.* 2009) όσο και σε αυτήν των προβάτων (Zervas *et al.*, 1999; Gomez-Cortes *et al.*, 2011). Η συγκέντρωση των ΣΥΑΛ, επίσης, δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά κατά τη διάρκεια του πειράματος (πινκ 4.7), ενώ αναφορικά με τη μέση περιεκτικότητα του γάλακτος των αιγών σε ΣΥ, υπήρξε σημαντική διαφορά

($P < 0.05$), ανάμεσα στις δύο ομάδες, η οποία και οφείλεται στο παράγοντα διατροφή (πινκ 3.6).

5.2 Η επίδραση του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο προφίλ των ΛΟ του γάλακτος

Ο λόγος NDF:άμυλο είναι, επίσης, ένας παράγοντας που επηρεάζει με την σειρά του τη σύνθεση των ΛΟ του γάλακτος των μηρυκαστικών. Τα αποτελέσματα της παρούσας πειραματικής εργασίας, που σχετίζονται με το προφίλ των ΛΟ του γάλακτος, βρίσκονται σε συμφωνία με τα επιμέρους αποτελέσματα παρομοίων ερευνητικών μελετών (Bessa *et al.*, 2000; Bauman *et al.*, 2001; Baumgard *et al.*, 2002; Kalscheure *et al.*, 2003; Andrade and Schmidere, 2006; Cabrita *et al.*, 2007; Gomez-Cortes *et al.*, 2007).

Τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος, στο λίπος του γάλακτος των αιγών της ομάδας Β εμφάνισαν στατιστικώς χαμηλότερες συγκεντρώσεις για τα C18:0 και C8:0, ενώ υψηλότερες στατιστικώς σημαντικές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στα ακόλουθα ΛΟ: C10:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:1 και C17:1 έναντι της ομάδας Α. Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα που αναφέρονται στη διακύμανση της συγκέντρωσης των ΛΟ του γάλακτος παρουσιάζονται στο πίνακα 4.12.

Ακόμα, στις συγκεντρώσεις των ομαδοποιημένων ΛΟ, παρουσιάστηκαν ορισμένες διαφορές μεταξύ των ομάδων Α και Β, που μόνο για την ομάδα των μεσαίας αλύσου ΛΟ (ΜΕΑ) ήταν στατιστικώς σημαντική η διαφορά ($P > 0.05$). Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις των ομαδοποιημένων ΛΟ που παρουσίασαν αύξηση, στην ομάδα Β ήταν αυτές των: ΜΕΑ, Κ/Α, C14:1/ C14:0, C16:1/ C16:0, C18:1/ C18:0, CLA1/VA και στα ΚΛΟ, ενώ χαμηλότερες συγκεντρώσεις εντοπίστηκαν στις ομάδες των: ΜΙΑ, ΜΑ, ΠΑΚΛΟ και ΜΑΚΛΟ (πιν. 4.13).

Η γενική αύξηση που παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση των μικρής και, κυρίως, μεσαίας αλύσου ΛΟ, εξηγείται, πιθανότατα, από την τιμή του pH που επικρατεί στη μεγάλη κοιλία, παράμετρο που διαδραματίζει καίριο ρόλο στην *de novo* σύνθεση των μεσαίας αλύσου ΛΟ. Αναλυτικότερα, η αυξημένη τιμή του pH, παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη *de novo* σύνθεση των μεσαίας αλύσου ΛΟ. Λόγω της αυξημένης τιμής του λόγου NDF:άμυλο στο σιτηρέσιο της ομάδας Β, έναντι του σιτηρεσίου της ομάδας Α θα υπήρξε, προφανώς, διαφορά στην τιμή του pH ανάμεσα στις δύο ομάδες, με τη μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζεται στα ζώα της ομάδας Β. Επίσης, η αύξηση της τιμής του pH έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης δύο σημαντικότερων ενζύμων-κλειδιών που διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στη διαδικασία της *de novo* σύνθεσης των ΛΟ [η καρβοξυλάση του ακέτυλο συνενζύμου Α (ACC) και η συνθετάση των ΛΟ (FAS)]. Αδρά, τα αποτελέσματα αυτά, έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητικών εργασιών με αίγες (Andrade and Schmidere, 2006), αλλά και με πρόβατα (Gomez-Cortes *et al.*, 2007).

Η συγκέντρωση του *cis*9 C18:1 παρουσιάστηκε μειωμένη στο λίπος του γάλακτος των αιγών της ομάδας Β, με τη διαφορά να μην είναι όμως σημαντική. Την παρατήρηση αυτή έχουν διατυπώσει για τις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες και οι Bessa *et al.* (2000) κατά την έρευνα των οποίων, με την αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο, προέκυψε σημαντική μείωση στη συγκέντρωση του *cis*9 C18:1. Η μεταβολή αυτή είναι αποτέλεσμα του επιπέδου συγκέντρωσης του αμύλου, το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο βαθμό βιοϋδρογόνωσης των C18.

Σχετικά με την συγκέντρωση του C18:3n6 παρατηρήθηκε αύξηση στο λίπος του γάλακτος της ομάδας Α διαφορά που δεν ήταν ωστόσο, στατιστικώς σημαντική. Η πιθανότερη ερμηνεία αυτής της διαφοράς είναι η υψηλή συγκέντρωση του αμύλου στο σιτηρέσιο της ομάδας Α, παράμετρος που δρα αρνητικά στη βιοϋδρογόνωση του C18 ΑΚΛΟ. Στην εν λόγω αναφορά παραπέμπουν για τις αγελάδες και οι Cabrita *et al.* (2007), ενώ για τα γαλακτοπαραγωγά πρόβατα οι Gomez-Cortes *et al.* (2011) οι οποίοι δεν παρατήρησαν κάποια διαφορά στη συγκέντρωση του C18:3n6 στο λίπος του γάλακτος προβάτων που διατρέφονταν με σιτηρέσια που είχαν διαφορετικές τιμές στο λόγο NDF:άμυλο.

Η συγκέντρωση του *trans* C18:1 στο λίπος του γάλακτος της ομάδας Β ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με την Α αλλά μη στατιστικώς σημαντική ($P>0.05$). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί για αγελάδες (Kalscheur *et al.*, 1997) αλλά και για πρόβατα (Gomez-Cortes *et al.*, 2011). Πιθανή εξήγηση των αποτελεσμάτων αποτελεί η μειωμένη συγκέντρωση του αμύλου, η οποία ενεργεί θετικά ως προς την διεκπεραίωση του τελευταίου σταδίου της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ αυξάνοντας έτσι την παραγωγή του *trans* C18:1 (Kalscheure *et al.*, 2003; Bauman *et al.*, 2001).

Επιπρόσθετα, η συγκέντρωση του βασσενικού οξέος ήταν μεγαλύτερη στο λίπος του γάλακτος των αιγών της ομάδας Α, όπου και αυτό είναι αποτέλεσμα των διαφόρων μεταβολών της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ στην μεγάλη κοιλία λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης του αμύλου, η οποία δρα ανασταλτικά στη διεκπεραίωση του τελευταίου βήμα της βιοϋδρογόνωσης των ΛΟ στη μεγάλη κοιλία (Piperova *et al.* 2002; Sacjamann *et al.*, 2003). Γενικά, αυτό που προκύπτει, τόσο σ' αυτή την εργασία αλλά και σε παλαιότερες έρευνες, είναι ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αμύλου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της σύνθεσης των *trans* ΛΟ.

Επίσης, η αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των ΚΛΟ και την ταυτόχρονη μείωση της συγκέντρωσης των ΑΚΛΟ στο λίπος του γάλακτος. Παρατήρηση που είναι αποτέλεσμα της συγκέντρωσης του αμύλου, διότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση της συγκέντρωσης του αμύλου με τη βιοϋδρογόνωση των ΑΚΛΟ (Loor *et al.*, 2004), με αποτέλεσμα να σχηματίζονται λιγότερα ΚΛΟ και περισσότερα ΑΚΛΟ, ενώ σύμφωνα με τους Kucuket *et al.* (2001), αυτό είναι αποτέλεσμα της χαμηλής τιμής του pH η οποία απορρέει από τη μεγάλη συγκέντρωση του αμύλου.

Ομοίως, τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν τόσο στις αγελάδες (Cabrita *et al.*, 2007), όσο και στα πρόβατα (Gomez-Cortes *et al.*, 2011).

Τέλος, αναφορικά με τη δραστικότητα της Δ^9 αφυδρογονάσης, αυτή φαίνεται από τις τιμές των λόγων C14:1/C14:0, C16:1/C16:0, C18:1/C18:0 και *cis9,trans11* CLA/VA (πινκ. 4.13) οι οποίοι προσδιορίζουν έμμεσα την δραστικότητα της Δ^9 αφυδρογονάσης στο λίπος του γάλακτος. Συνολικά, οι τιμές των λόγων παρουσιάστηκαν αυξημένες στην ομάδα Β, αλλά μη στατιστικώς σημαντικές. Καλύτερο δείκτη εκτίμησης της δραστικότητας της Δ^9 αφυδρογονάσης αποτελεί ο λόγος C14:1/C14:0, διότι το C14:0 παράγεται εξ ολοκλήρου στο μαστικό αδέννα.

Κεφάλαιο ΣΤ

6. ΣΥΠΜΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αύξηση της τιμής του λόγου NDF:άμυλο του σιτηρεσίου στο των γαλακτοπαραγωγών αιγών, δεν επηρέασε σημαντικά τη χημική σύσταση του γάλακτος και τη γαλακτοπαραγωγή. Παρά το γεγονός όμως ότι δεν υπήρξε σημαντική διαφορά, παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος ανάμεσα στις δύο ομάδες. Ακόμα μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση του C18:0 ενώ αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση των C14:0, C14:1, C15:0, C16:1 και C17:1.

Κεφάλαιο Z

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 Ξένη βιβλιογραφία

A.R.J. Cabrita, R.J.B. Bessa, S.P. Alves, R.J. Dewhurst, & A.J.M. Fonseca (2007). Effects of Dietary Protein and Starch in Intake, Milk Production, and Milk Fatty Acid Profiles of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets. *American Dairy Science Association*, 90, 1429-1439.

Akerlind, M., Holtenius, K., Bertilsson, J., & Enabuelson, M. (1999). Milk composition and feed intake in dairy cows selected for high and low milk fat percentage. *Livest. Prod. Sci*, 59, 1-11.

Aldrich, J. M., Muller, L. D., Varga, G. A., & Griel, L. C. (1993). Non-structural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 76, 1091-1105.

Allen, M. S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 83, 1598-1624.

Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci*, 80, 1447-1462.

Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M. J., & Juarez, M. (1999). Fatty acid composition of caprina milk: Major, branched-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Res*, 48, 247-252.

Andrade, P. V., & Schmidely, P. (2006). Influence of percentage of concentrate in combination with rolled canola seeds on compositions in dairy goats. *Livest. Sci*, 104, 77-90.

Antongiovanni, M., Mele, M., Buccioni, A., Petacchi, F., Serra, A., Melis, M. P., & Secchiari, P. (2004). Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C18:1 and CLA isomers in milk fat from Sarda ewes. *J. Anim. Feed Sci*, 13, 669-672.

AOAC (1997). Official Methods of Analysis 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem. *Gaithersburg, MD*.

Arab, L. (2003). Biomarkers of fat and fatty acid intake. *American Society of Nutritional Sciences*, 133, 925S-932S.

Archimede, H., Sauvant, D., Hervieu, J., Ternois, F., & Poncet, C. (1996). Effects of the nature of roughage and concentrate and their proportion on ruminal characteristics of non lactating goats, consequences on digestive interactions. *Animal Feed Sci. Techn*, 58, 267-282.

Auldish, M. J., Walsh, B. J., & Thomson, N. A. (1998). Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *J Dairy Res*, 65, 401-411.

Bal, M. A., Shaver, R. D., Jirover, A. G., Shinnors, K. J., & Coors, J. G. (2000). Crop processing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci*, 83, 1264-1273.

- Barber, M. C., Clegg, R. A., Travers, M. T., & Vernon, R. G. (1997). Lipid metabolism in the lactating mammary gland. *Biochim. Biophys. Acta*, *1347*, 101-126.
- Barbosa, E., Oliveira, C., Casal, S., Soares, L., Vale, A. P., Lopes, J. C., & Brito, N. V. (2003). Quantification and variability of conjugated linoleic acids levels in sheep milk of two Portuguese breeds. *EJEAFICHE 2(4)*, 493-497.
- Bargo, F., Delahoy, J. E., Schroeder, G. F., Baumgard, L. H., & Muller, L. D. (2006). Supplementing total mixed rations with pasture increase the content of conjugated linoleic acid in milk. *An. Feed Sci. and Techn*, *131*, 226-240.
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci*, *85*, 1777-1792.
- Barlowska, J., Litwinczuk, Z., & Topyla, B. (2005). Physical-chemical parameters of milk from different cow breeds in spring-summer feeding period. *Med. Weter*, *61*, 937-939.
- Bartocci, S., Terzano, G. M., Omero, A., & Borghese, A. (1988). Utilizzazione del seme integrale di cotone nella dieta die capre in lattazione: Nota 1. *Ann Ist. Sper Zootech*, *36*, 135-146.
- Batajoo, K. K., & Shaver, R. D. (1994). Impact of Nonfiber Carbohydrate on intake, Digestion, and Milk Priduction by Dairy Cows. *J Dairy Sci*, *77*, 1580-1588.
- Bauchart, D., Verite, R., & Remond, B. (1984). Long-Chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Can J Anim Sci*, *64*, 330-331.
- Bauchemin, K. A., & Buchanan-Smith, J. G. (1989). Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and production of dairy cows. *J Dairy Sci*, *72*, 2288-2300.
- Bauchemin, K. A. (1994). Effects of Dietary Neutral Detergent Fiber Concentration and Alfalfa Hay Quality on Chewing, Rumen Function, and Milk Production by Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, *74*, 3140-3151.
- Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (n.d.). Regulations and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci*, *70*, 15-29.
- Bauman, D. E., Baumgard, L. H., Corl, B. A., & Griinari, J. M. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *American Society of Animal Science*.
- Bauman, D. E., Corl, B. A., & Peterson, D. G. (2003). The Biology of Conjugated Linoleic Acids in Ruminants. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, *2*, 146-173.
- Bauman, D. E., Mather, I. H., Wall, R. J., & Lock, A. L. (2006). Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J. Dairy Sci*, *89*, 1235-1243.
- Bauchemin, K. A., & McGinn, S. M. (2006). Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *J. Anim. Sci*, *84*, 1489-1496.

Beauchemin, K. A., & Yang, W. Z. (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *American Dairy Science Association*, 88, 2117-2129.

Beckmant, J. L., & Weiss, W. P. (2005). Nutrient Digestibility of Diets with different fiber to starch ratios when fed to lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 88, 1015-1023.

Beever, D. E. (1996). Rumen function. *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion Metabolism*, 515.

Bernal-Santos, G., Perfield II, J. W., Barbano, D. M., Bauman, D. E., & Overton, T. R. (2003). Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. *J. Dairy Sci*, 86, 3218-3227.

Bernard, L., Bonnet, M., Leroux, C., Shingfield, K. J., & Chilliard, Y. (2009). Effect of sunflower-seed oil and linseed oil in tissue lipid metabolism, gene expression, and milk fatty acid secretion in Alpine goats fed maize silage-based diets. *American Dairy Science Association*, 92, 6083-6094.

Bernes, G., Turner, T., & Pickova, J. (2012). Sheep fed only silage or silage supplemented with concentrates 2. Effects on lamb performance and fatty acid profile of ewe milk and lamb meat. *Small Ruminant Research*, 102, 114-124.

Bickerstaffe, R., Annison, E. F., & Linzell, J. (1974). The metabolism of glucose, acetate, lipids and amino acids in lactating dairy cows. *J Agric Sci Camb*, (82), 71-85.

Boken, S. L., Staples, C. R., Sollenberger, L. E., Jenkins, T. C., & Tratcher, W. W. (2005). Effect of grazing and fat supplementation on production and reproduction of Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 88, 4258-4272.

Bonnet, M., Delavaud, C., Bernad, L., Rouel, J., & Chilliard, Y. (2009). Sunflower-seed oil, rapidly-degradable starch, and adiposity up-regulate leptin gene expression in lactating goats. *Domestic Animal Endocrinology*, 37, 93-103.

Brasca, M., Morandi, S., Lodi, R., & Tamburini, A. (2007). Redox potential to discriminate among species of lactic acid bacteria. *J. of Applied Microbiology*, 103, 1516-1524.

Buccioni, A., Decandia, M., Minieri, S., Molle, G., & Cabiddu, A. (2012). Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biogudrogenation with an emphasis in the role endogenous plant factors. *Animal Feed Science and Technology*, 174, 1-25.

Cabiddu, A., Decandia, M., Addis, M., Piredda, G., Pirisi, A., & Molle, G. (2005). Managing Mediterranean pastures in order to enhance the level of beneficial fatty acids in sheep milk. *Small Ruminant Research*, 59, 169-180.

Cabrera, A., Vale, M. P., Bessa, R. J., Dewhurst, R. J., & Fonseca, A. J. (2009). Effects of Dietary Starch Source and Buffers on Milk Responses and Rumen Fatty Acid Biohydrogenation in Dairy

Cows Fed Maize Silage-Based Diets. *Anim. Feed Sci Technol*, 152, 828-855.

Cantalapiedra-Hijar, G., Yanez-Ruiz, D. R., Martin-Garcia, A. I., & Molina-Alcaide, E. (2009). Effects of forage:concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. *American Society of Animal Science*, 87, 622-631.

Casper, D. P., & Schingoethe, D. J. (1989). Lactational response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrates and crude protein. *J. Dairy Sci*, 72, 928-941.

Casper, D. P., Schingoethe, D. J., & Eisenbeisz, W. A. (1990). Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci*, 73, 1039-1050.

Chilliard, Y., Rouel, J., Chabosseau, J. M., Capitan, P., Caborit, P., & Ferlay, A. (2003, August 31). Interactions between raygras preservation and linseed oil supplementation on goat milk yield and composition, including trans and conjugated fatty acids. *Book of Abstracts of the 54th Annual Meeting of European Association for Animal Production*, 2003.

Chilliard, Y., & Ferlay, A. (2004). Dietary lipids and forage interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod. Nutr. Dev*, 44, 467-492.

Chilliard, Y., & Ferlay, A. (2004). Dietary lipids and forage interactions on cow and goats milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod. Nutri. Dev.*, 44, 467-492.

Chilliard, Y., Ferlay, A., & Doreau, M. (2001). Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Lives. Prod. Sci*, 70, 31-48.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Mansbringe, R., & Doreau, M. (2000). Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polynsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech*, 49, 181-205.

Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., & Doreau, N. (2007). Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 109, 828-855.

Chilliard, Y., Chabosseau, J. M., Rouel, J., Capitna, P., Cominard, G., & Ferlay, A. (2002, May 22). Interactions between forage nature and sunfloewr or linseed oil supplementation on goat milk fatty acids of interest for human nutrition. *Grassl. Fed. La Rochelle*, 7, 548-549.

Chilliard, Y., Rouel, J., Ferlay, A., Bernard, L., Gaboriti, P., Raynal-Ljutovac, K., & Leroux, C. (2006). Optimising goat milk and cheese fatty acid composition: effect of genotype, feeding factors and dairy technology. In: Williams C., Buttriss J., (Eds), *Improving the fat content of foods'* Woodhead Publishing Ltd.

Chilliard, Y., Ferlay, A., & Doreau, M. (2001). Effect of difeerent types of forage, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid

(CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science*, 70, 31-48.

Chilliard, Y. A., Ferlay, J. R., & Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci*, 86, 1751-1770.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Loor, J., Rouel, J., & Martin, B. (2002). Trans and conjugated fatty acid in milk from cows and goats consuming pasture or receiving vegetable oils or seeds. *Ital. J. Anim. Sci*, 1, 243-254.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J Dairy Sci*, (86), 1751-1770.

Chilliard, Y., Rouel, J., & Leroux, C. (2006). Goat's alpha-s1 casein genotype influences its milk fatty acid composition and delta-9 desaturation ratios. *Animal Feed Science and Technology*, 131, 474-487.

Chilliard, Y. (1993). Dietary fat adipose tissue metabolism in ruminants, pigs and rodents: A review. *J Dairy Sci*, 76, 3897-3931.

Chin, S. F., Storkow, J. M., Liu, W., & Pariza, M. W. (1991). Dietary sources of the anticarcinogens CLA. *J. Faseb*, 5, A1444.

Chouinard, P. Y., Corneau, L., Kelly, M. L., Griinari, J. M., & Bauman, D. E. (1986). Effect of dietary manipulation on milk conjugated linoleic acid concentrations. *J. Anim. Sci*, 76, 233.

Cone, J. W., & Becker, P. M. (2012). Fermentation kinetics and production of volatile fatty acids and microbial protein by starchy feedstuffs. *An. Feed Sc. and Technol*, 172, 34-41.

Conte, G., Mele, M., Chessa, S., Gastiglioni, B., Serra, A., & Secchiar, P. (2010). Diacylglycerol acyltransferase 1, stearoyl-CoA desaturase 1, and sterol regulatory element binding protein 1 gene polymorphisms and milk fatty acid composition in Italian Brown cattle. *J. Dairy Sci*, 93, 753-763.

Corrilo, M. A., Russell, J. R., & Crump, M. H. (1999). The effects of the hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. *Small Ruminants Res*, 32, 51-60.

Couvreur, S., Hurtaud, C., Marnet, P. G., Faverdin, P., & Peyraud, J. L. (2007). Composition of milk fat from cows selected for milk fat globule size and offered either fresh pasture or a corn silage-based diet. *J. Dairy Sci*, 90, 4026-4041.

Craninx, M., Steen, A., Van Laar, H., Martin-Tereso, J., De Baets, B., & Fievez, V. (2008). Effect of lactation stage on the odd-and branched -chain milk fatty acids of dairy cattle under grazing and indoor conditions. *J. Dairy Sci*, 84, 1231-1237.

Cunningham, K. D., Cecava, M. J., & Johnson, T. R. (1993). Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybeans hulls in place of forage or concentrate. *J. Dairy Sci*, 76, 3523-3535.

Dabadie, H., Peuchant, E., Bernard, M., LeRuyet, P., & Mendy, F. (2005). Moderate intake of myristic acid in sn-2 position has beneficial lipidic effects and enhances DHA of cholesteryl esters in

an interventional study. *J. Nutr. Biochem*, 16, 375-382.

Dariusz Mozaffarian (2006). Trans fatty acids-Effects on systemic inflammation and endothelial function. *Atherosclerosis Supplements*, 7, 29-36.

De Peters, E. J., & Taylor, S. J. (1985). Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. *J. Dairy Sci*, 68, 2027-2032.

De Visser, H. (1993). Characterization of carbohydrates in concentrates for dairy cows. *University Press, Nottingham, UK*, 19.

DePeters, E. J., & Taylor, S. J. (1985). Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. *J. Dairy Sci*, 68, 2027-2032.

Dewhurst, R. J., Scollan, N. D., Lee, M. R., Ougham, H. J., & Humphreys, M. O. (2003). Forage Breeding and Management to Increase the Beneficial Fatty acid Content of Ruminant Products. *Proc. Nutr. Soc*, 62, 329-336.

Dewhurst, R. J., Moorby, J. M., Vlaeminck, B., & Fievez, V. (2007). Apparent recovery of duodenal odd- and branched-chain fatty acids in milk in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol*, 90.

Dijkstra, J., Ellis, J. L., Kebreab, E., Strathe, A. B., Lopez, S., France, J., & Bannink, A. (2012). Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 22-33.

Doreau, M., & Ferlay, A. (1994). Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol*, 45, 379-396.

Elgersma, A., Tamminga, S., & Ellen, G. (2006). Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol*, 131, 207-225.

Enjalbert, F., Nicot, E. F., Bayourthe, C., & Moncoulon, R. (1998). Duodenal infusions of palmitic, stearic or oleic acids differently affect mammary gland metabolism of fatty acids in lactating dairy cows. *J Nutr*, (128), 1525-1532.

Erasmus, L. J., Bester, Z., Fourie, T., Coertze, R. J., & Hall, L. (2004). Effect of level of rumen protected CLA supplementation on milk yield and composition in Saanen goats. *J. Anim. Sci*, 34, 42-45.

Fearon, A. M., Mayne, C. S., Beattie, J. A., & Bruce, D. W. (2004). Effect of level of oil inclusion in the diet of dairy cows at pasture on animal performance and milk composition and properties. *J. Sci. Food Agric*, 84, 497-504.

Firnkins, J. L., Eastridge, M. L., St-Pierre, N. R., & Noftsker, S. M. (2001). Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cows. *J Anim. Sci*, 79, 218-238.

French, P., Stanton, C., Lawless, E., O'Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., & Moloney, A. P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J Anim Sci*, 78, 2849-

2855.

Fuentes, M. C., Calsamiglia, S., Cardozo, W., & Vlamincx, B. (2009). Effect of pH and level of concentrate in the diet on the production of biohydrogenation intermediates in a dual-flow continuous culture. *J. Dairy Sci*, 92, 4456-4466.

Fujita, T., Kajita, M., & Sano, H. (2006). Responses of whole body protein synthesis, nitrogen retention and glucose kinetics to supplemental starch in goats. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Chem*, 144, 180-187.

Garnsworthy, P. C., Masson, L. L., Lock, A. L., & Mottran, T. T. (2006). Variation of milk citrate with stage of lactation and de novo fatty acid synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 89, 1604-1612.

Getachew, G., Robinson, P. H., DePeters, E. J., & Taylor, S. J. (2004). Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed and Technology*, 111, 57-71.

Ginnari, J. M., & Bauman, D. E. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Am Oil Chem Soc Press, Champaign, Illinois, 1*, 180-200.

Givens, D. I., & Shingfield, K. J. (2006). Optimizing dairy milk fatty acid composition. *Cambridge*, 252-280.

Glasser, F., Schmidely, P., Sauvant, D., & Doreau, M. (2008). Digestion of fatty acids in ruminants: A meta-analysis of flows and variation factors: 2 C18 fatty acids. *Animal*, 2, 691-704.

Gomez-Cortes, P., De la Fuente, M. A., Toral, P. G., Frutos, P., Juarez, M., & Hervast, G. (2011). Effects of different forage:concentrate ratios in dairy ewe diets supplemented with sunflower oil on animal performance and milk fatty acid profile. *American Dairy Science Association*, 94, 2011.

Griinari, J. M., & Bauman, D. E. (2006). Milk fat depression: concepts, mechanisms and management. *Wageningen Acad. Publ*, 389-417.

Griinari, J. M., Dwyer, D. A., McGuire, M. A., Bauman, D. E., Palmquist, D. L., & Nurmela, K. V. (1998). Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 81, 1251-1261.

Gulati, S. K., Kitesa, S. M., Ashes, J. R., Fleck, E., Byers, E. B., & Scott, T. W. (2000). Protection of conjugated linoleic acids from ruminal hydrogenation and their incorporation into milk fat. *Anim. Feed Sci. Technol*, 86, 139-148.

Gulati, S. K., Byers, S. M., Byers, Y. G., Ashes, J. R., & Scott, T. W. (1997). Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. *Anim. Feed Sci. Technol*, 66, 159-164.

Hansen, W. P., Ottery, D. E., Linn, J. G., & Donker, J. D. (1991). Influence of Forage Type, Ratio of Forage to Concentrate, and Methionine Hydroxy Analog on Performance of Dairy Cows. *J Dairy*

Sci, 74, 1361-1369.

Harfoot, C. G., & Hanlewood, G. P. (1988). Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson, P.N. (ed). The rumen microbial ecosystem. Elsevier Applied Science, London, New York.

Harmison, B., Eastridge, M. L., & Firkins, J. L. (1997). Effect of percentage of dietary forage neutral detergent fiber and source of starch on performance of lactating Jersey cows. *J. Dairy Sci*, 80, 905-911.

Harvatine, K. J., Boisclar, Y. R., & Bauman, D. E. (2009). Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Animal*, 3, 40-54.

Haug, A., Hostmark, A., & Harstad, O. D. (2007, September 25). Bovine milk in human nutrition-a review. *Lipids in Health and Disease*, 25, 1-16.

Havemose, M. S., Weibjerg, M. R., Bredie, W. L., & Nielson, J. H. (2004). Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *Int. Dairy J*, 14, 563-570.

Herrera-Saldana, R. E., Huber, J. T., & Poore, M. H. (1990). Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci*, 73, 2386-2393.

Hoffman, P. V., Shaver, R. D., Combs, D. K., Underander, D. J., Bauman, L. M., & Seeger, T. K. (2001). Understading NDF Digestibility of Forage. *Focus on Forage*, 3, 10.

Hoover, W. H., & Stokes, S. R. (1991). Balancing carbohydrates and proteins for optimun rumen microbial yield. *J. Dairy Sci*, 74, 3630-3644.

Hristov, A. N., & Ropp, J. K. (2003). Effect of Dietary Carbohydrate Composition and Availability on Utilization of Ruminal Ammonia Nitrogen for Milk Protein Synthesis in Dairy Cows. *American Dairy Science Association*, 86, 2416-2447.

Ipharraguerre, I. R., & Clark, J. H. (2003). Soyhulls as an a alternative feed for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 86, 1052-1073.

Ipharraguerre, I. R., Shabi, Z., Clark, J. H., & Freemant, D. E. (2002). Ruminal Fermentation and Nutrient Digestion by Dairy Cows Fed Varying Amounts of Soyhulls as a Replacement for Corn Grain. *J. Dairy Sci*, 85, 2890-2904.

Jacobs, A. A., Van Baal, J., Smits, M. A., Taweel, H. Z., Hendriks, W. H., & Van Vuuren, A. M. (2011). Effect of feeding rapeseed oil, soybean oil, or linseed oil on straroyl-CoA desaturase expression in the mammary gland of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 94, 874-887.

Jacobs, A. A., Van Baal, J., Smits, M. A., Taweel, H. Z., Hendriks, W. H., Van Vuuren, A. M., & Dijkstra, J. (2011). Effects of feeding rapeseed oil, soybeen oil, or linseed oil on stearoyl-CoA desaturase expression in the mammary gland of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 94, 874-887.

Jenkins, T. C., & Fotouhi, N. (1990). Effects of lecithin and corn oil on the site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein sunthesis in sheep. *J. Anim. Sci.*, 68, 460-466.

Jenkins, T. C., & McGuire, M. A. (2006). Major advances in nutrition: Impact on milk

composition. *J. Dairy Sci*, 89, 1302-1310.

Jensen, R. G. (2002). Invited Review: The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *J Dairy Sci*, 85, 295-350.

Jensen, R. G. (n.d.). The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J Dairy Sci*, 85, 295-350.

Jose Eduardo Portela Santos (2002). Feeding for milk composition. *Spanish Association of Specialists in Bovine Medicine*, 163-172.

Julien, C., Marden, J. P., Bonnefont, C., Moncoulon, R., Auclair, E., Monteils, V., & Bayourthe, C. (2010). Effects of varying proportions of concentrate on ruminal-fermentation power and bacterial community structure in dry dairy cows fed hay-based diets. *Animal*, 4, 1641-1664.

Jurjanz, S., Colin-Schoellen, O., Gardeur, J. N., & Laurent, F. (1998). Alteration of Milk Fat by Variation in the Source and Amount of Starch in a Total Mixed Diet Fed to Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 81, 2924-2933.

Jurjanz, S., Monteils, V., Juaneda, P., & Laurent, F. (2004). Variations of trans octadecenoic acid in milk fat induced by feeding different starch-based diets to cows. *Lipids*, 39, 19-24.

Kalscheur, K. F., Teter, B. B., Piperova, L. S., & Erdman, R. A. (1997). Effect of dietary Forage Concentration and Buffer Addition on Duodenal Flow of Trans-C18:1 Fatty Acids and Milk Fat Production in Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, 80, 2104-2114.

Kay, J. K., Weber, W. J., Moore, C. E., Bauman, D. E., Hansen, L. B., & Baumgard, L. H. (n.d.). Effects of week of lactation and genetic selection for milk yield on milk fatty acid composition in Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 86, 2588-2897.

Kay, J. K., Roche, J. R., Kolver, E. S., Thomson, N. A., & Baumgard, L. H. (2005). A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profile in dairy cows. *J. Dairy Res*, 72, 322-332.

Keeney, M. (1970). Lipid metabolism in the ruminant. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant, Oriel Press, Newcastle Upon Tyne, 489-503.

Kelly, M. L., Kolver, E. S., Bauman, D. E., Van Amburgh, M. E., & Muller, L. D. (1998). Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci*, 81, 1630-1636.

Kemp, P., & Lander, D. J. (1984). Hydrogenation in vitro of α -linolenic acid to stearic by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. *J. Gen. Microbiol*, 130, 527-533.

Kennelly, J. J. (1996). The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Anim. Feed Sci. Technol*, 60, 137-152.

Khan, N. A., Cone, J. W., Pellikaan, W. F., Khan, M. A., Struik, P. C., & Hendriks, W. H. (2011). Changes in fatty acid content and composition in silage maize during grain filling. *J. Sci. Food Agric*,

91, 1041-1049.

Khan, N. A., Tewoldebrham, T. A., Zom, R. L., Cone, J. W., & Hendricks, W. H. (2012). Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows. *American Dairy Science Association*, 95, 1472-1483.

Khorasani, G. R., De Boer, G., Robinson, B., & Kennelly, J. J. (1994). Influence of dietary protein and starch on production and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 77, 813-824.

Khorasani, G. R., Okine, E. K., & Kennelly, J. J. (2001). Effects of Substituting Barley Grain with Corn on Ruminant Fermentation Characteristics, Milk Yield, and Milk Composition of Holstein Cows. *J. Dairy Sci*, 84, 2760-2769.

Kim, Y. J., Liu, R. H., Rychlik, J. L., & Russell, J. B. (2002). The enrichment of a ruminal bacterium that produces the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid. *J. Appl. Microbiol*, 92, 976-982.

Kitessa, S. M., Gulati, S. K., Ashes, J. R., Fleck, E., Scott, T. W., & Nichols, P. D. (2001). Utilisation of fish oil in ruminants. II. Transfer of fish oil fatty acids into goats milk. *Anim. Feed Sci Technol*, 89, 201-208.

Klieve, A. V., Hennessy, D., Ouwerkerk, D., Forster, R. J., Mackie, R. I., & Attwood, G. T. (2003). Estimating populations of *Megasphaeta elsdenii* YE32 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE44 in the rumen of cattle fed high grain diets. *J. Appl. Microbiol*, 95, 621-630.

Knopp, R. H., & Retzlaff, B. M. (2004). Saturated fat prevents coronary artery disease? An American paradox. *Am. J. Clin. Nutr*, 80, 1102-1103.

Komprda, T., Dvorak, R., Fialova, M., Sustova, K., & Pechova, A. (2005). Fatty acid content in milk of dairy cows on a diet with high fat content derived from rapeseed. *Crech J. Anim. Sci*, 50, 311-319.

Kouba, M., & Mourout, J. (2011). A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie*, 93, 13-17.

Kucuk, O., Hess, B. W., Ludden, P. A., & Rule, D. C. (2001). Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci*, 79, 2233-2240.

Kumar, R., Bhatia, A., & Arora, D. (2009). Health benefits of conjugated linoleic acids: A review. *Journal of clinical and diagnostic research*, 3, 1953-1967.

Lake, S. L., Weston, T. R., Scholljegerdes, E. J., Murrietta, C. M., Yurawecz, M. P., & Hess, B. W. (2007). Effects of prepartum dietary fat and body condition score at parturition on plasma, adipose tissue, and milk fatty acid composition of lactating beef cows. *J. Anim. Sci.*, 85, 717-730.

Lal, D., & Narayanan, K. M. (1984). Effect of lactation number on the polyunsaturated fatty acids and oxidative stability of milk fats. *Indian J. Dairy Sci*, 37, 225-229.

Lawless, F., Murphy, J. J., Harrington, D., Devery, R., & Stanton, C. (1998). Elevation of conjugated cis-9, trans-11 octadecadienoic acid in bovine milk because of dietary supplementation. *J. Dietary Sci*, 81, 3259-3267.

Ledoux, M., Rouzeau, A., Bas, P., & Sauvant, D. (2002). Occurrence of trans C18:1 fatty acids isomers in goat milk: Effect of two dietary regimens. *J Dairy Sci*, 85, 190-197.

Lock, A. D., & Bauman, D. E. (2004). Modifying Milk Fat Composition of Dietary Cows to Enhance Fatty Acids Beneficial to Human Health. *Lipids*, 39, 1197-1206.

Lock, A. L., & Garnsworthy, P. C. (2002). Independent effects of dietary linoleic and linolenic acids on the conjugated linoleic acid content of cow's milk. *Animl. Scien*, 74, 163-176.

Loor, J. J., Ferlay, A., Ollier, A., & Chilliard, Y. (2005). Relationship Among Trans and Conjugated Fatty Acids and Bovine Milk Fat Yield Due to Dietary Concentrate and Linseed oil. *American Dairy Science Association*, 88, 726-740.

Loor, J. J., Ferlay, A., Ollier, A., Doreau, M., & Chilliard, Y. (2002, July). Conjugated linoleic acid (CLA), trans fatty acids, and lipid content in milk from Holstein cows fed a high or low fiber diet with two levels of linseed oil. *J Dairy Sci*, 85, 22-24.

Loor, J. J., Ferlay, A., Ollier, A., Doreau, M., & Chilliard, Y. (2005). Relationship among trans and conjugated fatty acids and bovine milk fat yield due to dietary concentrate and linseed oil. *J. Dairy Sci*, 2005, 726-740.

Loor, J. J., Hoover, W. H., Miller-Webster, T. K., Herbein, J. H., & Polan, C. E. (2003). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids in continuous culture fermenters during digestion of orchardgrass or red clover with three levels of ground corn supplementation. *J. Anim. Sci*, 81, 1611-1627.

Loor, J. J., Ueda, K., Ferlay, A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acid in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 87, 2472-2485.

Loor, J. J., Ueda, K., Ferlay, A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 87, 2472-2485.

Loor, J. J., Ueda, K., Ferlay, A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J. Dairy Sci*, 87, 2472-2485.

Lopez-Miranda, J., Perez-Martinez, P., & Perez-Jimez, F. (n.d.). Health benefits of monounsaturated fatty acids. *Improving the Fat Content of Food*, 71-106.

Lovett, D., Lovell, S., Callan, J., Finlay, M., Conolly, L., & Mara, F. P. (2003). Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing

beef heifers. *Lives. Prod. Sci.*, *84*, 135-146.

Lucas, A., Agabriel, C., Martin, B., Ferlay, A., Verdier-Metz, I., Coulon, J. B., & Rock, E. (2006). Relationships between the conditions of cow's milk production and the contents of composition of nutritional interest in raw milk farmhouse cheese. *Lait*, *86*, 177-202.

Lucas, A., Rock, E., Agabriel, C., Chilliard, Y., & Coulon, J. B. (2008). Relationships between animal species (cow versus goat) and some nutritional constituents in raw milk farmhouse cheeses. *Small Ruminant Research*, *74*, 243-248.

M. van Knegsel, A. T., Van den Brand, H., Dijkstra, J., Van Straalen, W. M., W. Heetkamp, M. J., Tamminga, S., & Kemp, B. (2007). Dietary Energy Source in Dairy Cows in Early Lactation: Energy Partitioning and Milk Composition. *J. Dairy Science Association*, *90*, 1467-1476.

Mackle, T. R., Bryant, A. M., Petch, S. F., Hill, J. P., & Auldist, M. J. (1999). Nutritional influences on the composition of milk from cows of different protein phenotypes in New Zealand. *J. Dairy Sci.*, *82*, 172-180.

Manuela, R., Carola, L., Paolo, C., Riccardo, F., & Antonio, M. (2012). Changes in goat milk fatty acids during abrupt transition from indoor to pasture diet. *Small Ruminant Research*, *108*, 12-21.

Martin, L., Rodriguez, P., Rota, A., Rojas, A., Pascual, M. R., & Tovar, J. (1999). Effect of protected fat supplementation to lactating goats on growth and fatty acid composition of peripartal fat in goat kids. *Anim. Sci.*, *68*, 195-200.

Martinez, M. E., Ranilla, M. J., Tejido, M. L., Saro, C., & Carro, M. D. (2010). The effect of the diet fed to donor sheep on in vitro methane production and ruminal fermentation of diets of variable composition. *Animal Feed Science and Technology*, *158*, 126-135.

Martini, M., Liponi, G. B., & Salari, F. (2010). Effect of forage:concentrate ratio on the quality of ewe's milk, especially on milk fat globules characteristics and fatty acids composition. *J. Dairy Res.*, *77*, 239-244.

Massart-Leen, A. M., Roets, E., Verbeke, R., & Peeters, G. (1974). Incorporation of [1-¹⁴C] myristic acid in milk components by the isolated perfused udder. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, *14*, 144-207.

McCarthy, R. D., Klusmeyer, T. H., Vicini, J. L., Clark, J. H., & Nelson, D. R. (1989). Effects of sources of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, *74*, 3598-3629.

McGinn, S. M., Bauchemin, K. A., Coates, T., & Colombatto, D. (2004). Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. *J. Animal Sci.*, *82*, 3346-3356.

McGuire, M., & McGuire, M. K. (1999). Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.*

Mele, M., Conte, G., Castiglioni, B., Chessa, S., Macciota, N. P., & Secchiari, P. (2007). Steroyl-coenzyme A desaturase gene polymorphism and milk fatty acid composition in Italian Holsteins. *J. Dairy Sci*, *90*, 4458-4465.

Mele, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., Conte, G., Serra, A., & Secchiari, P. (2009). Genetic parameters for conjugated linoleic acid, selected milk fatty acids, and milk fatty acid unsaturation of Italian Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci*, *92*, 392-400.

Michalet-Doreau, B. C., Philippeau, C., & Doreau, M. (1997). In situ and in vitro ruminal starch degradation of untreated and formaldehyde-treated wheat and maize. *Reprod. Nutr. Dev*, *37*, 305-312.

Mills, J. A., France, J., & Dijkstra, J. (1999). A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model: 2. Postruminal starch digestion and small intestinal glucose absorption. *J. Anim. Feed Sci*, *8*, 451-481.

Mishra, S., & Sangwan, R. S. (2008). Changes in fatty acid composition of polar lipids associated with growth and senescence on leaves of *Catharanthus roseus*. *Afr. J. Plant Sci*, *2*, 34-37.

Mohede, I., Albers, R., Van der Wielen, R., Brink, L., & Dorovska-Taran, V. (2001). Immunomodulation: CLA stimulates antigen specific antibody production in humans. 1st International Conference on Conjugated Linoleic Acid (CLA), Alesund (Norway).

Molina-Alcaide, E., Martin-Garcia, A. I., & Aguilera, J. F. (2000). A comparative study of nutrient digestibility, kinetics of degradation and passage and rumen fermentation pattern in goats and sheep offered good quality diets. *Livest. Prod. Sci*, *64*, 215-223.

Montelis, V., Jurjanz, S., Colin-Scohen, Blanchart, G., & Laurent, F. (2002). Kinetics of Ruminal Degradation of Wheat and Potato Starches in Total Mix Rations. *J. Anim. Sci*, *80*, 235-241.

Moore, J. H., & Chistie, W. W. (1981). Lipid metabolism in mammary gland of ruminant animal, in Christie W.W. (Ed), Lipid metabolism in ruminant animals. *Pergamon Press*, 227-277.

Moore, C. E., Kay, J. K., Collier, R. J., VanBaale, M. J., & Baumgard, L. H. (2005). Effect of supplemental conjugated linoleic acids on heat-stressed Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci*, *88*, 1732-1740.

Morales, M. S., Palmquist, D. L., & Weiss, W. P. (2000). Milk fat composition of Holstein and Jersey cows with control or depleted copper status and fed whole soybeans or tallow. *J Dairy Sci*, *83*, 2112-2119.

Moss, A. R., Givens, D. I., & Garnsworthy, P. C. (1995). The effect of supplementing grass silage with barley on digestibility, in sacco degradability, rumen fermentation and methane production in sheep at two levels of intake. *Anim. Feed Sci*, *55*, 9-33.

Nafikov, R. A., & Beitz, D. C. (2007). Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. *J. Nutr*, *137*, 702-705.

Nagadi, S., Herrero, M., & Jessop, N. S. (2000). The influence of diet of the donor animal on the

initial bacterial concentration of ruminal fluid and in vitro gas production degradability parameters. *Animal Feed Technol*, 87, 231-239.

Nocek, J. E., & Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci*, 74, 3598-3629.

OBA, M., & ALLEN, M. S. (1998). Evaluation of the importance of the Digestibility of Neutral Detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 82, 589-596.

Oliveria, J. S., Huber, J. T., Ben-Ghedalia, D., Swingle, R. S., Theurer, C. B., & Pessaraki, M. (1993). Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 76, 575-581.

Ollier, S., Leroux, C., De lan Foye, A., Bernwrd, L., & ChilliardY (2009). Whole intact rapeseeds or sunflower oil in high-forage or high-concentrate diets affects milk yield, milk composition, and mammary gene expression profile in goats. *American Dairy Science Association*, 92, 5544-5560.

Overton, T. R., Cameron, M. R., Elliot, J. P., Clark, J. H., & Nelson, D. R. (1995). Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. *J. Dairy Sci*, 78, 1981-1998.

P.V.D. Andrade, & Ph. Schmidely (2006). Influence of percentage of concentrate in combination with rolled canola seeds on performance, rumen fermentation and milk fatty acid composition in dairy goats. *Livestock Science*, 104, 77-90.

Palmquist, D. L., Beaulieu, A. D., & Barbano, D. M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci*, 76, 1753-1771.

Palmquist, D. L., Lock, A. L., Shingfield, A. L., & Bauman, D. E. (2004). Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid in Ruminants and Humans. *Advances in Food and Nutrition Research*.

Parodi, P. W. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J Dairy Sci*, 82, 330-335.

Parodi, P. W. (2004). Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Technol*, 59, 3-59.

Particia Vilhema Dias de ANDRADE, & Philippe SCHMIDELY (2006). Effect of duodenal infusion of trans10, cis12-CLA on milk performance and milk fatty acid profile in dairy goats fed high or low concentrate diet in combination with rolled canola seed. *Reprod. Nutr. Dev*, 46, 31-48.

Phipps, R. H., Sutton, J. D., Beever, D. E., & Jones, A. K. (2000). The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows 3. Food intake and milk production. *Anim. Sci*, 71, 401-409.

Piperova, L. S., Sampugna, J., Teter, B. B., Kalscheur, K. F., Yurawecz, M. P., Ku, Y., & Erdman, R. A. (2002). Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabrorpive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in

lactating dairy cows. *J. Nutr.*, 132, 1235-1241.

Poore, M. H., Moore, J. A., Swingle, R. S., Eck, T. P., & Brown, W. H. (1993). Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.*, 76, 2235-2243.

R.J.B. Bessa, J. Santos-Silva, J.M.R. Rebeiro, & A.V. Portugal (2000). Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Lives. Prod. Sci.*, 63, 201-211.

Rapetti, L., Crovetto, G. M., Galassi, G., Sandrucci, A., Succi, G., & Battelli, G. (2002). Effect of maize, rumen-protected fat and whey permeate on energy utilisation and milk fat composition in lactating goats. *Ital. J. Anim. Sci.*, 1, 43-53.

Rego, O. A., Portugal, P. V., Sousa, M. B., Rosa, H. J., Vouzela, C. M., & Bessa, R. J. (2004). Effect of diet on the fatty acid pattern of milk from dairy cows. *Anim. Res.*, 53, 213-220.

Robinson, P. H., Tamminga, S., & Van Vuuren, A. M. (1986). Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen fermentation in dairy cows. *Lives. Prod. Sci.*, 15, 173-189.

Roy, A., Ferlay, A., Shingfield, K. J., & Chilliard, Y. (2006). Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to plant oils in cows given different basal diet, with particular emphasis on trans C18:1 fatty acids and isomers of conjugated linoleic acid. *Anim. Sci.*, 82, 479-492.

Sackmann, J. R., Duckett, S. K., Gillis, M. H., Realini, C. E., Parks, A. H., & Egelston, R. B. (2003). Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.*, 81, 3174-3181.

Salter, A. L., Eastridge, M. L., Firkins, J. L., & Bidinger, L. J. (2000). Effect of Starch source and Level of Forage Neutral Detergent Fiber on Performance by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 83, 313-321.

Samkova, E., Spicka, J., Pesek, M., Pelikanova, T., & Hanus, O. (2012). Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. *South African Journal of Animal Science*, 42, 83-100.

Sanz Sampelayo, M. R., Chilliard, Y., Schmidely, P., & Boza, J. (2007). Influence of type of diet on the fat constituents of goats and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 42-63.

Sarwar, M. J., Firkins, J. L., & Eastridge, M. L. (1992). Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75, 1533-1542.

Sauvant, D., Chapoutot, P., & Archimede, H. (1994). La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *Prod. Anim.*, 7, 115-124.

Sauve, A. K., Huntington, G. B., & Burns, J. C. (2009). Effects of total nonstructural carbohydrate and nitrogen balance on voluntary intake of goats and digestibility of gamagrass hay harvested at

sunrise and sunset. *Anilam Feed and Technology*, 148, 93-106.

Schroeder, G. F., Couderc, J. J., Bargo, F., & Rearte, D. H. (2005). Milk production and fatty acid profile of milk fat by dairy cows fed a winter oats pasture only or a total mixed ration. *N Z J Agric.Res*, 48, 187-195.

Secchiari, P., Mele, M., Serra, A., Buccioni, A., Paoletti, F., & Antongiovanni, M. (2003). Effect of breed, parity and stage of lactation on milk conjugated linoleic acid content in Italian Friesian and Reggiana cows. *Itsl. J. Anim*, 2, 269-271.

Secchiary, P. M., Mele, A., Serra, A., Buccioni, M., Antongiovanni, G., Ferruzzi, F., & Paoletti, A. L. (2001). Conjugated linoleic acid content in milk of three dairy sheep breeds. *Progr. Nutr*, 3, 37-42.

Shaver, R. D., Satter, L. D., & Jorgensen, N. A. (1988). Impact of Forage Fiber Content on Digestion and Digesta Passage in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, 71, 1556-1565.

Shingfeld, K. J., Reynolds, C. K., Hervas, G., Griinari, J. M., Grandison, A. S., & Beever, D. E. (2006). Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflowers oil in the diet of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 89, 714-732.

Shingfield, K. J., Reynolds, C. K., Lupodi, B., Toivomen, V., Yuraweez, M. P., Delmonte, P., . . . Giinari, J. M. (2005). Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil. *Anim. Sci*, 80, 225-238.

Shingfield, K. J., Reynolds, C. K., Lupoli, B., Toivomen, V., Yurawecz, M. P., Delmonte, P., & Beever, D. E. (2005). Effect of forage type and propotion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil. *Anim. Sci*, 80, 225-238.

Sievert, S. J., & Shaver, R. D. (1993). Effect of Nonfiber Carbohydrate Level and Aspergillus Oryzae Fermentation Extract on Intake, Digestion, and Milk Production in Lactating Dairy Cows. *J. Anim. Sci*, 71, 1032-1040.

Signorelli, F., Contarini, G., Annicchiarico, G., Napolitano, F., Orru, L., Cattilo, G., & Moiola, B. (2008). Breed differences in sheep milk fatty acid profile: Opportunities for sustainable use of animal genetic resources. *Small ruminants research*, 78, 24-31.

Simopoulos, A. P., Leaf, A., & Salem, N. J. (1999). Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Ann Nutr Metan*, 43, 127-130.

Simopoulos, A. P. (1997). Omega-6/omega-3 fatty acid ratio and trans fatty acids in non isulin dependent diabates mellitus. *Ann NY Acad Sci*, 827, 327-338.

Simopoulos, A. P. (2002, May 25). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56, 365-379.

Simopoulos, A. P. (1995). Trans fatty acid. *Spiller GA*.

Simopoulos, A. S. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. *An J Nutr*, 70, 560S-

569S.

Slater, A. L., Eastridge, M. L., Firkins, J. L., & Bidinger, L. J. (1999). Effects of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance by dairy cows.

Sleiman, F. T., Bayoun, M. I., Uwayjan, M. G., Farran, M. T., Rubeiz, I. G., & Ashkarian, V. M. (1998). Influence of feeding calcium protected fat on goats milk production and composition. *J. Anim. Sci*, *76*, 302.

Smith, N. E., Collar, L. S., Bath, D. L., Dunkley, W. L., & Franke, A. A. (1981). Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *J. Dairy Sci*, *64*, 2209-2215.

Stoop, W. M., Van Arendonk, J. A., Heck, J. M., Van Valenberg, H. J., & Bovenhuis, H. (2008). Genetix parameters for major milk fatty acids and milk production traits of Dutch Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci*, *91*, 385-394.

Talpur, F. N., Bhangar, M. I., & Memon, N. N. (2009). Milk fatty acid composition of indigenous goat and ewe breeds from Sindh, Pakistan. *Journal of food composition and analysis*, *22*, 59-64.

Thomson, N. A., Van der Poel, W., & Peterson, S. W. (2000). Seasonal variation of the fatty acid composition of milk fat from Frisien cows grazing pasture. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod*, *60*, 314-317.

Tina S. Nielson, Ellen M. Straarup, Mogens Vestergaard, & Kris Sejrsen (2006). Effect of silage type and concentrate level on conjugated linoleic acids, trans C18:1 isomers and fat content in milk from dairy cows. *Reprod. Nutr. Dev*, *46*, 699-712.

Toral, P. G., Bernard, L., Chilliard, Y., & Glasser, F. (2013). Short communication: Diet-induced variations in milk fatty acids composition have minor effects on the estimates melting point of milk fat in cows, goats, and ewes: Insights from a meta-analysis. *American Dairy Science Association*, *96*, 1232-1236.

Troegeler-Meynadier, A., Nicot, M. C., Bayourthe, C., Moncoulon, R., & Enjalbert, F. (2003). Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. *J. Dairy Sci*, *86*, 4054-4063.

Tsiplakou, E., & Zervas, G. (2008a). Comparative study between sheep and goats on rumenic acid and vaccenic acid in milk fat under the same dietary treatments. *Livest. Sci*, *119*, 87-94.

Tsiplakou, E., & Zervas, G. (2008b). The effect of dietary inclusion of olive tree leaves and grape marc on the content of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in the milk of dairy sheep and goats. *Journal of Dairy Research*, *75*, 270-278.

Tsiplakou, E., Chadio, S., Papadomichelakis, G., & Zervas, G. (2012). The effect of long term under- and over- feeding on milk and plasma fatty acids profile and on insulin and leptin concentrations of goats. *International Dairy Journal*, *24*, 87-92.

Tsiplakou, E., Kominakis, A., & Zervas, G. (2008). The interaction between breed and diet on CLA and fatty acids content of milk fat of four sheep breeds kept indoors or at grass. *Small Ruminant*

Research, 74, 179-187.

Tsiplakou, E., Mountzouris, K. C., & Zervas, G. (2006a). Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fa. *Livestock Science*, 103, 74-84.

Tsiplakou, E., Mountzouris, K. C., & Zervas, G. (2006b). The effect of breed, stage of lactation and parity on sheep milk fat CLA content under the same feeding practices. *Livestock Science*, 105, 162-167.

Van Nevel, C. J., & Demeyer, D. I. (1996). Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. *Reprod. Nutr. Dev.*, 36, 53-63.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *International Conference on Goats*, 2, 3583-3597.

Vlaemick, B., Fievez, V., Demeyer, D., & Dewhursr, R. J. (2006). Effect of Forage:Concentrate Ratio on Fatty Acid Composition of Rumen Bacteria Isolated From Ruminal and Duodenal Digesta. *J. Dairy Sci*, 89, 2668-2678.

Weimer, P. J., Stevenson, D. M., & Mertens, D. R. (2010). Shifts in bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows under milk fat-depressing conditions. *J Dairy Sci*, 93, 265-278.

Weiss, W. P., & Schockey, W. L. (1991). Value of Orchardgrass and Alfalfa Silage Fed with Varying Amounts of Concentrates to Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, 74, 1933-1943.

White, S. L., Bertrand, J. A., Wade, M. R., Washburn, S. P., Green Jr., J. T., & Jenkins, T. C. (2001). Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. *J. Dairy Sci*, 84, 2295-2301.

Wigham, L. H., Cook, M. E., & Atkison, R. L. (2000, July 31). Conjugated Linoleic Acid: Implication for Human Health. *Parnavological Research*, 46(6), 503-510.

Williams, C. M. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech*, 49, 165-180.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., & Sheard, P. R. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32.

Yang, W. Z., & Beauchemin, K. A. (2007). Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: chewing and ruminal pH. *J. of Dairy Sci*, 90, 2826-2838.

Yang, W. Z., Beauchemin, K. A., Koenig, K. M., & Rode, L. M. (1997). Comparison of hull-less barley, barley or corn of lactating cows: Effects on extent of digestion and milk production. *J. Dairy Sci*, 80, 2475-2486.

Yang, A., Larsen, T. W., Smith, S. B., & Tume, R. K. (1999). Delta-9 desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. *Lipids*, 34, 971-978.

Yves Chilliard, & Anne Ferlay (2004). Dietary lipids and forage interactions on cow and goat

milk fatty acid composition and sensory properties. *INRA, EDP Science*, 44, 467-492.

Zened , A., Troegeler-Meynadier, A., Nicot, M. C., Combes, S., Cauquil, L., & Enjalbert, F. (2011). Starch and oil in the donor cow diet and starch in substrate differently affect the in vitro ruminal biohydrogenation of linoleic and linoleinic acids. *American Dairy Science Association*, 94, 5634-5645.

Zened, A., Enjalbert, F., Nicot, M. C., & Troegeler-Meynadier, A. (2013). Starch plus sunflower oil addition to the diet of dry dairy cows results in a trans-11 to trans-10 shift of biohydrogenation. *J Dairy Sci*, 96, 451-459.

Zervas, G., & Tsiplakou, E. (2012). An assessment of GHG emissions from small ruminants in comparison with GHG emissions from large ruminants and monogastric livestock. *Atmospheric Environment*, 49, 13-23.

Zervas, G., Feggeros, K., Koystotolis, K., Goulas, C., & Mantzios, A. (1998). Soy hulls as a replacement for maize in lactating dairy ewe diets with or without dietary fat supplements. *Anim. Feed Sci. and Technol*, 76, 65-75.

7.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Ζέρβας, Γ. (2013). Διατροφή Μηρυκαστικών Ζώων. Εκδ. Αθ. Σταμούλης

Ζέρβας, Γ. (2007). Κατάρτιση Σιτηρεσίων Παραγωγικών Ζώων. Εκδ. Αθ. Σταμούλης

Ζέρβας, Γ. (2005). Φυσιολογία Θρέψης Παραγωγικών Ζώων. Εκδ. Αθ. Σταμούλης

Ζέρβας, Γ., Καλαϊσάκης, Π., Φεγγερός, Κ. (2004). Διατροφή Αγροτικών Ζώων. Εκδ. Αθ. Σταμούλης