Αξιολόγηση της αντικατάστασης του σογιάλευρου με καρπούς κτηνοτροφικών ψυχανθών στη διατροφή εντατικά εκτρεφόμενων γαλακτοπαραγωγών προβατίνων

Σ. Βουράκη[1*], Β. Παπανικολοπούλου[1], Μ. Ηρακλή[2], Ζ.Μ. Παρίση[3], Ε.Μ. Αβραάμ[3], Γ. Αρσένος[1]

[1]Εργαστήριο Ζωοτεχνίας, Τμήμα Κτηνιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

[2]Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ, 57001 Θέρμη, Θεσσαλονίκη

[3]Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

[*]Email: svouraki@vet.auth.gr

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας ήταν η αξιολόγηση της γαλακτοπαραγωγής και του δείκτη θρεπτικής κατάστασης (ΔΘΚ) εντατικά εκτρεφόμενων γαλακτοπαραγωγών προβατίνων ύστερα από αντικατάσταση του σογιάλευρου με καρπούς κτηνοτροφικών ψυχανθών (λούπινο, κουκί, βίκος, μπιζέλι) στη διατροφή τους. Επιλέχθηκαν τυχαία 40 προβατίνες φυλής Χίου οι οποίες διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες (n=20, μαρτύρων Μ και ελέγχου Ε). Το σιτηρέσιο των δύο ομάδων περιλάμβανε την ίδια ποσότητα σανού μηδικής, άχυρου σίτου και μείγματος συμπυκνωμένων ζωοτροφών. Στην ομάδα Μ χορηγήθηκε μείγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών με σογιάλευρο, ενώ στην ομάδα Ε, ένα ισοενεργειακό και ισοπρωτεϊνικό μείγμα όπου το σογιάλευρο είχε αντικατασταθεί με τα εξεταζόμενα ψυχανθή. Ανά 15 ημέρες (συνολικά 5 μετρήσεις) γινόταν ζύγιση των υπολειμμάτων των ζωοτροφών και υπολογισμός της κατανάλωσης τροφής, εκτίμηση του ΔΘΚ των προβατίνων, γαλακτομέτρηση και λήψη ατομικών δειγμάτων γάλακτος για προσδιορισμό της χημικής σύστασης. Επιπλέον, υπολογίστηκαν η διορθωμένη για την ενέργεια γαλακτοπαραγωγή και η ποσότητα λίπους, πρωτεϊνών, λακτόζης και στερεού υπολείμματος άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) στο γάλα. Η μέση ατομική κατανάλωση τροφής ήταν χαμηλότερη στην ομάδα Ε σε σχέση με την ομάδα Μ. Τα χαρακτηριστικά της γαλακτοπαραγωγής και ο ΔΘΚ δε διέφεραν σημαντικά (P>0,05) μεταξύ των δύο ομάδων. Εξαίρεση αποτελεί η τελευταία μέτρηση όπου οι προβατίνες της ομάδας Ε είχαν σημαντικά (P<0,05) υψηλότερη ποσότητα πρωτεϊνών, λακτόζης και ΣΥΑΛ στο γάλα (αύξηση κατά 16,3, 15,1 και 30,0 g, αντίστοιχα).

***Λέξεις κλειδιά*:** πρόβατα, κτηνοτροφικά φυτά, γαλακτοπαραγωγή, δείκτης θρεπτικής κατάστασης

Εισαγωγή

Η διατροφική διαχείριση των γαλακτοπαραγωγών προβατίνων κατά την αρμεκτική περίοδο χαρακτηρίζεται από αυξημένες ενεργειακές και πρωτεϊνικές απαιτήσεις. Η κάλυψη αυτών των απαιτήσεων προϋποθέτει τη χρήση ζωοτροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες όπως η σόγια και το σογιάλευρο. Ωστόσο, η χρήση της σόγιας στη διατροφή των ζώων σχετίζεται με υψηλό κόστος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (European Parliamentary Research Service 2018).

Τα κτηνοτροφικά ψυχανθή όπως το λούπινο, το κουκί, το μπιζέλι και ο βίκος αποτελούν υψηλής θρεπτικής και κυρίως πρωτεϊνικής αξίας ζωοτροφές οι οποίες σύμφωνα με τη διεθνή

βιβλιογραφία θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν το σογιάλευρο στη διατροφή των προβάτων (González and Andrés 2003, Zagorakis et al. 2015). Η χρήση των ψυχανθών ως βασική πηγή πρωτεϊνών στα σιτηρέσια γαλακτοπαραγωγών προβατίνων μπορεί να προσφέρει σημαντικό περιβαλλοντικό και οικονομικό πλεονέκτημα στη συμβατική και βιολογική κτηνοτροφία και να αυξήσει γενικότερα τη βιωσιμότητα του κλάδου (Nemecek et al. 2008, Stagniari et al. 2017, Watson et al. 2017).

Ωστόσο, τα ψυχανθή χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε αντιδιατροφικούς παράγοντες γεγονός το οποίο θα μπορούσε να έχει αρνητική επίδραση στην παραγωγικότητα των ζώων. Έρευνες στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες έδειξαν ότι το λούπινο, το κουκί ή/και το μπιζέλι θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν τη σόγια χωρίς ανεπιθύμητες επιδράσεις στη γαλακτοπαραγωγή και το δείκτη θρεπτικής κατάστασης (ΔΘΚ, Froidmont et al., 2004, Volpelli et al., 2010). Αντίστοιχα, σύμφωνα με μελέτες σε κρεοπαραγωγά πρόβατα η υποκατάσταση ή αντικατάσταση της σόγιας και του σογιάλευρου από κτηνοτροφικά ψυχανθή δεν επηρεάζει τη μέση ημερήσια αύξηση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος (Antongiovanni et al. 2002, Lanza et al. 2003, 2011, Loe et al. 2004, Bonanno et al. 2012). Ωστόσο, η διαθέσιμη βιβλιογραφία στα γαλακτοπαραγωγά πρόβατα είναι περιορισμένη (Masucci et al. 2006, Liponi et al. 2007, Renna et al. 2012, Bonanno et al. 2015).

Συνεπώς, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η αξιολόγηση της γαλακτοπαραγωγής και του ΔΘΚ εντατικά εκτρεφόμενων γαλακτοπαραγωγών προβατίνων ύστερα από αντικατάσταση του σογιάλευρου με καρπούς κτηνοτροφικών ψυχανθών (λούπινο, κουκί, βίκος, μπιζέλι) στη διατροφή τους.

Υλικά και μέθοδοι

Εγκαταστάσεις, επιλογή ζώων και πειραματικός σχεδιασμός

Ο πειραματισμός πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Ποιμνιοστασίου του Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ. στο Κολχικό Λαγκαδά από τις 15 Ιανουαρίου 2021 έως τις 29 Μαρτίου 2021. Πριν την έναρξη της μελέτης κατατέθηκε το σχετικό πρωτόκολλο στη Διεύθυνση Κτηνιατρικής της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και εκδόθηκε βεβαίωση απαλλαγής άδειας πειραματισμού.

Το ελάχιστο απαιτούμενου μέγεθος δείγματος για την ανάλυση επαναλαμβανόμενων μετρήσεων της ημερήσιας γαλακτοπαραγωγής με υπόθεση διαφοράς κατά 10% και συντελεστή παραλλακτικότητας 20% σε κάθε ομάδα, πιθανότητα σφάλματος τύπου I<5% και σφάλματος τύπου II<30% υπολογίστηκε με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού (G*Powerv.3.1.9.7). Σύμφωνα με τον παραπάνω υπολογισμό, επιλέχθηκαν 40 γαλακτοπαραγωγές προβατίνες της φυλής Χίου οι οποίες βρίσκονταν στον τρίτο μήνα της πρώτης – πέμπτης γαλακτικής περιόδου.

Οι προβατίνες που επιλέχθηκαν διαχωρίστηκαν σε δύο ίσες πειραματικές ομάδες (ομάδα μαρτύρων Μ και ομάδα ελέγχου Ε, n=20 ανά ομάδα) με βάση τη γαλακτομέτρηση την ημέρα του διαχωρισμού και τον αριθμό της γαλακτικής περιόδου. Τα ζώα κάθε ομάδας σημάνθηκαν με κολάρο διακριτού χρώματος και σταβλίστηκαν ομαδικά.

Οι προβατίνες στην ομάδα (Μ) διατράφηκαν με συμβατικό σιτηρέσιο, το οποίο περιελάμβανε μείγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών (σε μορφή πέλλετ) με σογιάλευρο, ενώ οι προβατίνες στην ομάδα (Ε) λάμβαναν ένα ισοενεργειακό και ισοπρωτεϊνικό σιτηρέσιο στο οποίο το σογιάλευρο είχε αντικατασταθεί με 500 g μείγματος από λούπινο, μπιζέλι, βίκο και κουκί σε ίσες ποσότητες(ποικιλίες Multi Italia, Dodoni, Evinos, και Tanagra, αντίστοιχα). Οι προβατίνες και των δύο ομάδων είχαν στη διάθεσή τους σανό μηδικής και άχυρο σίτου. Η φυσική και χημική σύνθεση των δύο σιτηρεσίων παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2, αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Φυσική σύνθεση του συμβατικού (ομάδα Μ) και πειραματικού (ομάδα Ε) σιτηρεσίου που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Ζωοτροφές (kg/ζώο/ημέρα)	**Ομάδα Μ**	**Ομάδα Ε**
Σανός μηδικής	1,50	1,50
Άχυρο σίτου	0,30	0,30
Καλαμπόκι	0,90	0,63
Πίτυρα	0,35	0,37
Σογιάλευρο (46%)	0,25	-
Λούπινο	-	0,125
Κουκί	-	0,125
Βίκος	-	0,125
Μπιζέλι	-	0,125

Πίνακας 2. Χημική σύνθεση των σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Παράμετρος	**Σανός μηδικής**	**Άχυρο σίτου**	**Μίγμα συμπυκνωμένων**
ΞΟ[1] (g/kg)	850	880	870
UFL[2] (/kgΞΟ[1])	0,57	0,37	1
Ολικές αζωτούχες ουσίες (g/kg ΞΟ[1])	148	35	158,6

[1]ΞΟ = ξηρή ουσία, UFL = νομευτικές μονάδες γαλακτοπαραγωγής

Αναλύσεις κτηνοτροφικών ψυχανθών

Η περιεκτικότητα των εξεταζόμενων ψυχανθών σε ξηρή ουσία, άμυλο, ολικές λιπαρές ουσίες, ολική κυτταρίνη και ολικές αζωτούχες ουσίες, καθώς και η καθαρή ενέργεια γαλακτοπαραγωγήςκαι τα κλάσματα πεπτής πρωτεΐνης (πεπτή πρωτεΐνη με βάση την ενέργεια και με βάση το άζωτο, Πίνακας 3) προσδιορίστηκαν από ειδικό εργαστήριο (UPSCIENCE Lab Solutions, SaintNolff, France). Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε κλάσματα ινωδών ουσιών(NDF και ADF, Πίνακας 3) προσδιορίστηκε με τη χρήση του αναλυτή ANKOMfiber220 analyzer (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, USA).

Πίνακας 3. Χημική σύνθεση των εξεταζόμενων ψυχανθών.

Παράμετρος	**Λούπινο**	**Μπιζέλι**	**Βίκος**	**Κουκί**
ΞΟ (g/kg)	920	900	900	900
Άμυλο (g/kg ΞΟ)	-	410	379	428
Λίπος (g/kg ΞΟ)	87	15	10	11
Ολική κυτταρίνη (g/kg ΞΟ)	128	93	43	64
Τέφρα (g/kg ΞΟ)	35	41	36	36
Ολικές αζωτούχες ουσίες (g/kg ΞΟ)	392	271	315	276
UFL[1] (/kg ΞΟ)	1,31	1,16	1,19	1,19
ΠΠΝ[2] (g/kg ΞΟ)	250	173	203	173
ΠΠΕ[3] (g/kg ΞΟ)	136	108	122	99
NDF[4] (g/kg ΞΟ)	199,90	149,35	149,84	140,74
ADF[5] (g/kg ΞΟ)	133,46	75,97	60,93	97,52

[1]UFL = νομευτικές μονάδες γαλακτοπαραγωγής,[2]ΠΠΝ = πεπτή πρωτεΐνη στο λεπτό έντερο με βάση το άζωτο, [3]ΠΠΕ = πεπτή πρωτεΐνη στο λεπτό έντερο με βάση την ενέργεια, [4]NDF[5]ADF= κλάσματα ινωδών ουσιών.

Επίσης, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αντιδιατροφικούς παράγοντες (Πίνακας 4). Ειδικότερα, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες (Singleton et al. 1998), ολικές ταννίνες (Makkar et al. 1993) και συμπυκνωμένες ταννίνες (Porter et al. 1980) σε

υδατικά εκχυλίσματα ακετόνης 70% (v/v) κάθε ψυχανθούς, ενώ η συγκέντρωση των ολικών αλκαλοειδών προσδιορίστηκε κατά Fadhil et al. (2007) και εκφράστηκε σε ισοδύναμα ατροπίνης.

Πίνακας 4. Περιεκτικότητα των εξεταζόμενων ψυχανθών σε αντιδιατροφικούς παράγοντες.

Παράμετρος	**Λούπινο**	**Μπιζέλι**	**Βίκος**	**Κουκί**
Ολικές φαινόλες (gGAE[1]/kg)	3,77	4,33	3,81	5,21
Ολικές ταννίνες (gGAE[1]/kg)	2,98	2,84	2,91	3,28
Συμπυκνωμένες ταννίνες (gPCBE[2]/kg)	0,18	4,26	1,71	9,00
Ολικά αλκαλοειδή (%)	1,70	-	-	-

[1]GAE = ισοδύναμα γαλλικού οξέος, [2]PCBE = ισοδύναμα προκυανιδίνης B2.

Συλλογή δεδομένων

Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 75 ημέρες. Οι πρώτες 15 ημέρες αντιστοιχούσαν στην προσαρμογή στο σιτηρέσιο και οι υπόλοιπες 60 ημέρες στο κυρίως πείραμα και τη συλλογή δεδομένων, η οποία πραγματοποιήθηκε ανά 15 ημέρες.

Πριν το άρμεγμα, γινόταν εκτίμηση του δείκτη θρεπτικής κατάστασης (ΔΘΚ) με ψηλάφηση στη ραχιαία επιφάνεια της οσφυϊκής χώρας. Η κατάταξη στις διάφορες βαθμίδες της θρεπτικής κατάστασης βασίστηκε στην πενταβάθμια κλίμακα (με ενδιάμεσες υποδιαιρέσεις των 0,25 βαθμίδων) των Russel et al. (1969), όπου η χαμηλότερη βαθμίδα (1) αντιπροσωπεύει τα πολύ αδύνατα ζώα, ενώ η υψηλότερη βαθμίδα (5) αντιπροσωπεύει τα παχύσαρκα ζώα. Σε όλες τις περιπτώσεις, η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε από το ίδιο άτομο.

Ακολουθούσε ατομική γαλακτομέτρηση με τη χρήση ηλεκτρονικών γαλακτομετρητών και συλλογή ατομικών δειγμάτων γάλακτος σε πλαστικά φιαλίδια των 50 ml για τον έλεγχο της χημικής του σύστασης (περιεκτικότητα σε λίπος, πρωτεΐνες, λακτόζη και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ)). Τα δείγματα γάλακτος μεταφέρονταν στο εργαστήριο του Τμήματος Κτηνιατρικής ΑΠΘ σε θερμοκρασία 0-4^{o}C και ο προσδιορισμός της χημικής τους σύστασης γινόταν μέσω υπέρυθρης φασματοσκοπίας με τη χρήση του αναλυτή DA 7250 NIR (PerkinElmer, Waltham, Massachusetts, USA).

Τέλος, τα υπολείμματα των συμπυκνωμένων ζωοτροφών και του σανού μηδικής από κάθε ομάδα συλλέγονταν, διαχωρίζονταν, ζυγίζονταν και καταγράφονταν σε ειδικά έντυπα. Βάσει των παραπάνω πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός της αντίστοιχης ομαδικής κατανάλωσης τροφής.

Διαχείριση και ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Η ημερήσια γαλακτοπαραγωγή υπολογίστηκε σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο Α4 της International Committee for Animal Recording (ICAR 2016). Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε η ποσότητα λίπους, πρωτεϊνών, λακτόζης και ΣΥΑΛ στο γάλα. Επιπλέον, υπολογίστηκε η διορθωμένη ως προς την ενέργεια γαλακτοπαραγωγή (ΔΕΓ) σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση (Tsiplakou et al. 2017):

$$\Delta\text{ΕΓ} = [0{,}28 + 0{,}12 + \text{Λίπος (\%)}] \times \text{Γαλακτοπαραγωγή (kg)}$$

Βάσει της ομαδικής κατανάλωσης των συμπυκνωμένων ζωοτροφών και του σανού μηδικής υπολογίστηκε η αντίστοιχη κατά μέσο όρο ατομική κατανάλωση.

Για τον ποιοτικό έλεγχο των δεδομένων ορίστηκαν τιμές αποδεκτών ορίων που αντιπροσωπεύουν το εύρος της παραγωγικότητας της υπό μελέτη φυλής. Ο ποιοτικός έλεγχος

έθεσε 6, 4 και 9 μετρήσεις της περιεκτικότητας του γάλακτος σε πρωτεΐνες, λακτόζη και ΣΥΑΛ, αντίστοιχα ως ελλείπουσες τιμές. Επίσης ως ελλείπουσες τέθηκαν και 7 μετρήσεις της ημερήσιας γαλακτοπαραγωγής (< 0,2 kg σύμφωνα με την ICAR). Επιπρόσθετα, 9 μετρήσεις της χημικής σύστασης δεν ήταν δυνατό να εκτιμηθούν και τέθηκαν επίσης ως ελλείπουσες τιμές. Τέλος, κατά τη διάρκεια του πειραματισμού δύο προβατίνες από την ομάδα (M) πέθαναν και συνεπώς, ο συνολικός αριθμός των ζώων μειώθηκε στα 38.

Στατιστική ανάλυση

Αρχικά, με τη χρήση του στατιστικού πακέτου psych της R περιγράφηκαν στατιστικά τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ανά ομάδα διατροφικής διαχείρισης. Η ημερήσια γαλακτοπαραγωγή, η διορθωμένη ως προς την ενέργεια γαλακτοπαραγωγή, η ποσότητα λίπους, πρωτεϊνών, λακτόζης και ΣΥΑΛ στο γάλα, και η περιεκτικότητα σε λακτόζη λογαριθμήθηκαν με τη χρήση του φυσικού λογαρίθμου καθώς η κατανομή τους ήταν σημαντικά ασύμμετρη. Στη συνέχεια, η επίδραση της διατροφικής διαχείρισης στη γαλακτοπαραγωγή, την ποιότητα του γάλακτος και τον ΔΘΚ ελέγχθηκε με τη χρήση μικτών γραμμικών προτύπων Ειδικότερα, το γενικό πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το παρακάτω:

$$Y_{ijhmn} = \mu + L_i + b_1*M + G_j + S_h + G_jS_h + A_m + e_{ijhmn}$$

Όπου:
Y_{ijhmn} = η εξαρτημένη μεταβλητή (μέτρηση χαρακτηριστικού n στην προβατίνα m), μ = ο μέσος όρος του πληθυσμού, L_i = η σταθερή επίδραση του αριθμού της γαλακτικής περιόδου (πέντε επίπεδα), b1 = ο συντελεστής γραμμικής παλινδρόμησης της ημερήσιας γαλακτοπαραγωγής κατά τον διαχωρισμό (M), G_j = η σταθερή επίδραση της διατροφικής διαχείρισης (δύο επίπεδα), S_h = η σταθερή επίδραση του χρόνου (πέντε επίπεδα), G_jS_h = η σταθερή επίδρασης της αλληλεπίδρασης της διατροφικής διαχείρισης και του χρόνου, A_m = η τυχαία επίδραση του ζώου (m = 1-38 προβατίνες), e_{ijhmn} = η τυχαία επίδραση του στατιστικού σφάλματος

Σε όλες τις περιπτώσεις η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου της R «lme4» (Bates και συν., 2015) και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας τέθηκε στο P=0,05

Αποτελέσματα και Συζήτηση

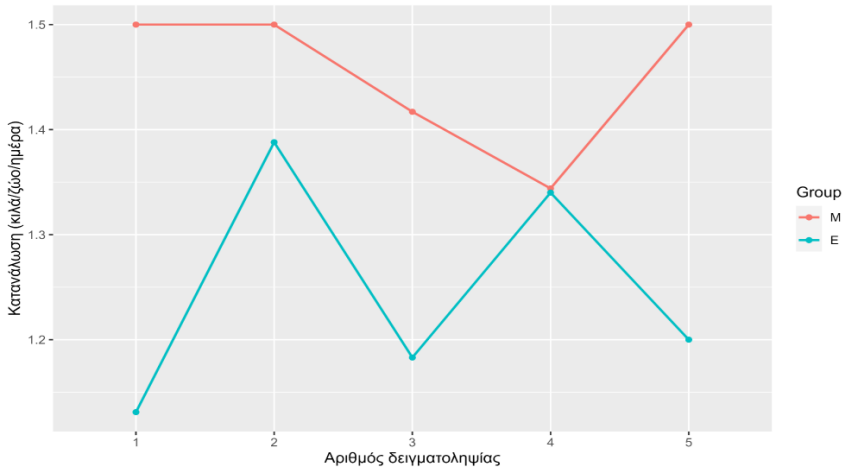
Περιγραφική στατιστική

Η στατιστική περιγραφή των χαρακτηριστικών της γαλακτοπαραγωγής και του ΔΘΚ βάσει των στοιχείων που παρέμειναν μετά τον ποιοτικό έλεγχο παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Η κατανάλωση του μίγματος συμπυκνωμένων ζωοτροφών ανά ομάδα διατροφικής διαχείρισης παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση στην ομάδα Ε που λάμβανε το μείγμα με τα ψυχανθή ήταν σε όλες τις μετρήσεις μικρότερη από την αντίστοιχη στην ομάδα Μ που λάμβανε το συμβατικό μείγμα με σογιάλευρο. Η μειωμένη κατανάλωση θα μπορούσε να οφείλεται στους αντιδιατροφικούς παράγοντες των ψυχανθών οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν τόσο βραχυπρόθεσμη όσο και μακροπρόθεσμη μείωση της όρεξης (Aganra and Tshwenyane 2003). Για τη μείωση των πιθανών επιπτώσεων των αντιδιατροφικών παραγόντων θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί επεξεργασία των ψυχανθών πριν τη χρήση τους στη διατροφή των ζώων (Soetan and Oywole 2009, Samtiya et al. 2020).

Πίνακας 5. Στατιστική περιγραφή (μέσος όρος και τυπική απόκλιση στην παρένθεση) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών, μετά τον ποιοτικό έλεγχο, ανά ομάδα διατροφικής διαχείρισης (ομάδα μαρτύρων Μ, ομάδα ελέγχου Ε).

Χαρακτηριστικό	**Ομάδα Μ**	**Ομάδα Ε**
Ημερήσια γαλακτοπαραγωγή (kg)	1,16 (0,60)	1,23 (0,45)
Διορθωμένη για την ενέργεια γαλακτοπαραγωγή (kg)	1,21 (0,54)	1,35 (0,56)
Περιεκτικότητα σε λίπος (%)	6,47 (1,16)	6,49 (1,56)
Ποσότητα σε λίπος (g)	73,29 (32,05)	83,34 (37,08)
Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (%)	5,33 (0,84)	5,37 (0,80)
Ποσότητα σε πρωτεΐνη (g)	64,61 (35,78)	67,52 (25,33)
Περιεκτικότητα σε λακτόζη (%)	4,65 (0,34)	4,70 (0,32)
Ποσότητα σε λακτόζη (g)	55,25 (29,82)	59,69 (21,78)
Περιεκτικότητα σε ΣΥΑΛ[1] (%)	11,73 (0,73)	11,71 (0,80)
Ποσότητα σε ΣΥΑΛ[1] (g)	140,31 (73,13)	146,87 (50,47)
ΔΘΚ[2] (1-5)	2,89 (0,23)	2,88 (0,21)

[1]ΣΥΑΛ = στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους, [2]ΔΘΚ = δείκτης θρεπτικής κατάστασης



Εικόνα 2.Μέση ημερήσια ατομική κατανάλωση μίγματος συμπυκνωμένων ζωοτροφών ανά ομάδα διατροφικής διαχείρισης (GroupM = ομάδα μαρτύρων Μ, GroupE = ομάδα ελέγχου Ε) και δειγματοληψία (μία δειγματοληψία κάθε 15 ημέρες).

Επίδραση στη γαλακτοπαραγωγή και την ποιότητα του γάλακτος

Όπως περιγράφεται στον Πίνακα 6, η επίδραση της διατροφικής διαχείρισης στα χαρακτηριστικά της γαλακτοπαραγωγής και το ΔΘΚ βρέθηκε σε όλες τις περιπτώσεις μη στατιστικά σημαντική (P>0,05). Αντίστοιχα, δε βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις της αλληλεπίδρασης της διατροφικής διαχείρισης με τα χρονικά σημεία των δειγματοληψιών (P>0,05). Εξαίρεση αποτελεί η πέμπτη δειγματοληψία (60^{η} ημέρα του πειραματισμού) όπου η ομάδα (Μ) είχε σημαντικά υψηλότερη ποσότητα πρωτεϊνών, λακτόζης και ΣΥΑΛ στο γάλα καθώς και περιεκτικότητα σε λακτόζη (αύξηση κατά 16,3g, 15,1g, 30,0 g και 0.3%, αντίστοιχα, Εικόνα 3).

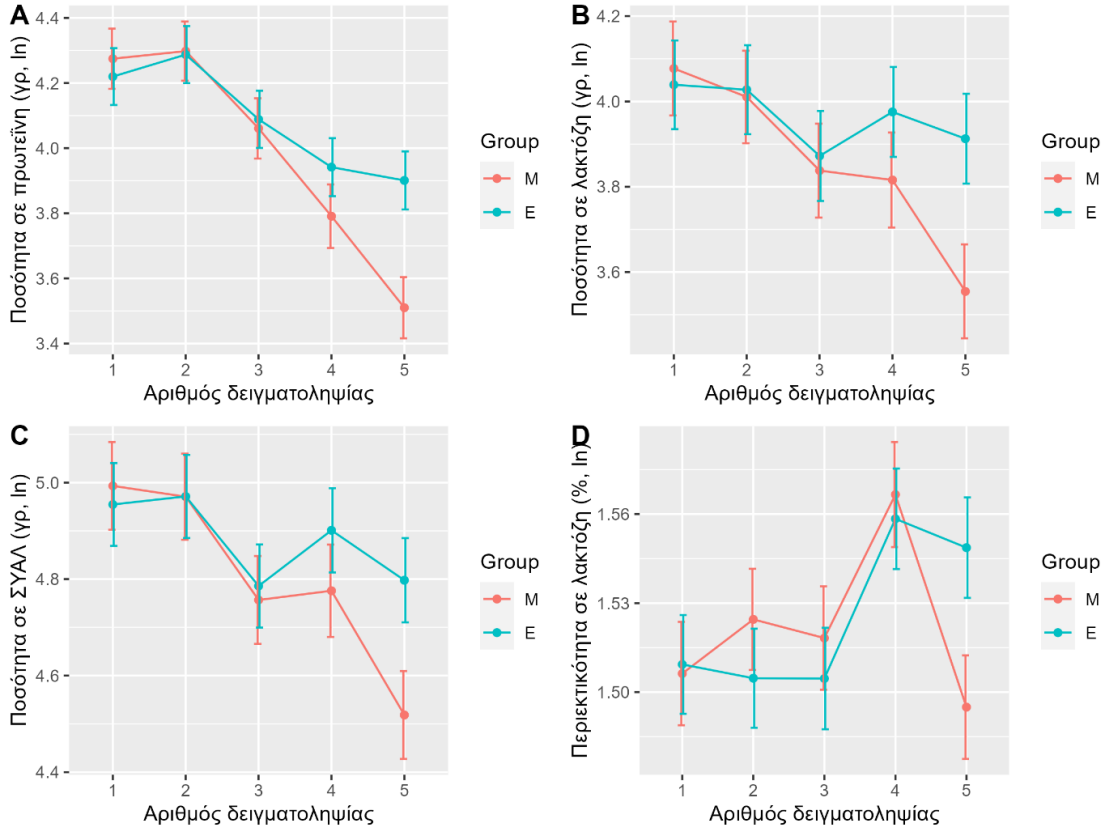
Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες στα πρόβατα. Ειδικότερα, στην εργασία των Masucci et al. (2006) δε διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση στη γαλακτοπαραγωγή και την ποιότητα του γάλακτος προβατίνων φυλής Sarda ύστερα από αντικατάσταση του σογιάλευρου με λούπινο. Αντίστοιχα, ήταν τα αποτελέσματα αναφορικά με τα χαρακτηριστικά της γαλακτοπαραγωγής των φυλών Massese, DelleLangue, Comissana, Χίου και Φριζάρτα ύστερα από αντικατάσταση του σογιάλευρου με

μπιζέλι ή κουκί (Liponi et al. 2007, Renna et al. 2012, Bonanno et al. 2015, Kalogianni et al. 2022). Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνονται περαιτέρω και από έρευνες στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες όπου δε διαπιστώθηκαν ανεπιθύμητες επιδράσεις στη γαλακτοπαραγωγή και το ΔΘΚ από την πλήρη ή μερική αντικατάσταση του σογιάλευρου με μπιζέλι, κουκί, ή μίγμα λούπινου με κουκί (Khorasani et al. 2001,Froidmont and Bartiaux-Thill 2004,Volpelli et al. 2010,Turaffeli et al. 2012, Johnston et al. 2019).

Πίνακας 6. Επίδραση (συντελεστής β και τυπικό σφάλμα στην παρένθεση) της διατροφικής διαχείρισης (ομάδες Μ και Ε) στα χαρακτηριστικά της γαλακτοπαραγωγής και το ΔΘΚ.

Χαρακτηριστικό	Σύγκριση	β (τυπικό σφάλμα)	P
Ημερήσια γαλακτοπαραγωγή (kg, ln)	E-M	0,097 (0,107)	0,369
Διορθωμένη για την ενέργεια γαλακτοπαραγωγή (kg, ln)	E-M	0,082 (0,113)	0,473
Περιεκτικότητα σε λίπος (%)	E-M	0,342 (0,289)	0,245
Ποσότητα σε λίπος (g, ln)	E-M	0,082 (0,119)	0,497
Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (%)	E-M	0,070 (0,149)	0,640
Ποσότητα σε πρωτεΐνη (g, ln)	E-M	0,101 (0,099)	0,315
Περιεκτικότητα σε λακτόζη (%, ln)	E-M	0,003 (0,016)	0,852
Ποσότητα σε λακτόζη (g, ln)	E-M	0,106 (0,128)	0,412
Περιεκτικότητα σε ΣΥΑΛ[1] (%)	E-M	-0,019 (0,161)	0,906
Ποσότητα σε ΣΥΑΛ[1] (g, ln)	E-M	0,079 (0,098)	0,423
ΔΘΚ[2] (1-5)	E-M	-0,012 (0,056)	0,837

[1]ΣΥΑΛ = στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους, [2]ΔΘΚ = δείκτης θρεπτικής κατάστασης



Εικόνα 3.Επίδραση της αλληλεπίδρασης της διατροφικής διαχείρισης (GroupM = ομάδα μαρτύρων Μ, GroupE = ομάδα ελέγχου Ε) με το χρόνο (5 δειγματοληψίες, 1 ανά 15 ημέρες) στην ποσότητα πρωτεϊνών (Α), λακτόζης (Β) και ΣΥΑΛ (C) στο γάλα και στην περιεκτικότητα σε λακτόζη (D).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι στο τέλος της γαλακτικής περιόδου η χρήση των κτηνοτροφικών ψυχανθών μπορεί να έχει ευνοϊκή επίδραση στη ποιότητα του γάλακτος. Το πειραματικό σιτηρέσιο είχε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε δημητριακούς καρπούς σε σχέση με το συμβατικό. Το άμυλο από το κουκί και το μπιζέλι διασπάται σε μικρότερο βαθμό στη μεγάλη κοιλία σε σχέση με το άμυλο από τους δημητριακούς καρπούς, γεγονός το οποίο ενδέχεται να επηρεάσει θετικά τα χαρακτηριστικά της γαλακτοπαραγωγής σύμφωνα με έρευνες στις αγελάδες (Watson et al. 2017).

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, η αντικατάσταση του σογιάλευρου με κτηνοτροφικά ψυχανθή (λούπινο, κουκί, βίκο, μπιζέλι) δεν επηρεάζει αρνητικά το ύψος της γαλακτοπαραγωγής, την ποιότητα του γάλακτος και το ΔΘΚ εντατικά εκτρεφόμενων προβατίνων της φυλής Χίου. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη δυνατότητα της χρήσης των κτηνοτροφικών ψυχανθών στη διατροφή των προβάτων, γεγονός το οποίο μπορεί να προσφέρει οικονομικό και περιβαλλοντικό πλεονέκτημα στον κλάδο της προβατοτροφίας.

Ευχαριστίες

Η έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (Legumes4Protein, Τ1ΕΔΚ-04448).

Βιβλιογραφία

Antongiovanni, M., A. Acciaioli, O. Franci, M.P. Ponzetta, C. Pugliese, A. Buccioni and M.Badii. 2002. Field bean (*Vicia faba* var. minor) as a protein feed for growing lambs with and without protected lysine and methionine supplementation. Ital. J. Anim. Sci., 1(3): 229-238.

Aganga, A.A. and S.O. Tshwenyane. 2003. Feeding values and anti-nutritive factors of forage tree legumes. Pac. J. Nutr., 2: 170–177.

Bates, D., M. Maechler, B. Bolker and S. Walker. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. J. Stat. Softw. 67: 1–48.

Bonanno, A., G. Tornambè, Di A. Grigoli, V. Genna, V. Bellina, G. Di Miceli and D.Giambalvo. 2012. Effect of legume grains as a source of dietary protein on the quality of organic lamb meat.J. Sci. Food Agric. 92(14): 2870-2875.

Bonanno, A., Di A. Grigoli, F. Vitale, M. Alabiso, C. Giosuè, F. Mazza and M. Todaro. 2015. Legume grain-based supplements in dairy sheep diet: Effects on milk yield, composition and fatty acid profile.Anim. Prod. Sci. 56(1): 130-140.

European Parliament. Report on the Current Situation and Future Prospects for the Sheep and Goat Sectors in the EU (2017/2117(INI)). 2018. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0064_EN.pdf (accessed on 10 August 2022).

Fadhil, S., M.H. Reza, G. Rouhollah and V.R.M. Reza. 2007. Spectrophotometric determination of total alkaloids in *Peganum harmala* L., using bromocresol green. Res. J. Phytochem. 1: 79–82.

Froidmont, E. And N. Bartiaux-Thill. 2004. Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. Anim. Res. 53(6): 475-487.

Gilani, G.S., K.A. Cockell and E. Sepehr. 2005. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods.J. AOAC Int. 88(3): 967-987.

González, J. and S. Andrés. 2003. Rumen degradability of some feed legume seeds. Anim. Res. 52(1): 17-25.

International Committee for Animal Recording – ICAR. 2016. ICAR Recording guidelines. International Agreement of Recording Practices. http://www.icar.org/wp-content/uploads/2016/Guidelines-Edition-2016.pdf/.
Johnston, D.J., K. Theodoridou and C.P. Ferris. 2019. The impact of field bean inclusion level in dairy cow diets on cow performance and nutrient utilisation. Livest. Sci. 220: 166-172.
Kalogianni, A.I., M. Moschovas, F. Chrysanthakopoulou, T. Lazou, G. Theodorou, I. Politis I. Bossis and A.I. Gelasakis. 2012. The Effects of Replacing Soybean Meal with Rapeseed Meal, Cottonseed Cake, and Fava Beans on the Milk Yield and Quality Traits in Milking Ewes. Animals 12: 274.
Khorasani, G.R., E.K. Okine, R.R. Corbett and J.J. Kennelly. 2001. Nutritive value of peas for lactating dairy cattle.Can. J. Anim. Sci. 81(4): 541-551.
Lanza, M., M. Bella, A. Priolo and V. Fasone. 2003. Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. Small Rumin. Res. 47(1): 63-68.
Liponi, G.B., L. Casini, M. Martini and D. Gatta. 2007. Faba bean (*Vicia faba* minor) and pea seeds (Pisum sativum) as protein sources in lactating ewes' diets.Ital. J. Anim. Sci. 6: 309-311.
Loe, E.R., M.L. Bauer, G.P. Lardy, J.S. Caton and P.T. Berg. 2004. Field pea (*Pisum sativum*) inclusion in corn-based lamb finishing diets.Small Rumin. Res. 53: 39-45.
Makkar, H.P.S., M. Bluemmel, N.K. Borowy and R.K. Becker. 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. J. Sci. Food Agric. 61: 161–165.
Masucci, F., A.Di Francia, R. Romano, M.M. di Serracapriola, G. Lambiase, M.L.Varricchio and V. Proto. 2006. Effect of Lupinus albus as protein supplement on yield, constituents, clotting properties and fatty acid composition in ewes' milk.Small Rumin. Res. 65(3): 251-259.
Nemecek, T., J.S. von Richthofen, G. Dubois, P. Casta, R. Charles and H. Pahl. 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations.Eur. J. Agron. 28(3): 380-393.
Porter, L.J. L.N. Hrstich and B.G. Chan. 1980. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochemistry 25: 223–230.
Renna, M., P. Cornale, C. Lussiana, V. Malfatto, R. Fortina, A. Mimosi and L.M. Battaglini. 2012. Use of Pisum sativum (L.) as alternative protein resource in diets for dairy sheep: effects on milk yield, gross composition and fatty acid profile.Small Rumin. Res. 102(2-3): 142-150.
Russel, A.J.F., J.M. Doney and R.G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. Agric. Sci. 72: 451–454
Samtiya, M., R.E. Aluko and T. Dhewa. 2020. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview.Food Prod.Process. Nutr. *2*(1): 1-14.
Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1998 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152–178.
Soetan, K.O. and O.E. Oyewole. 2009. The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: A review.Afr. J. Food Sci. *3*(9): 223-232.
Stagnari, F., A. Maggio, A. Galieni and M. Pisante. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. Chem.Biol. Technol. Agric. 4(1): 1-13.
Tsiplakou, E., A. Mavrommatis, T. Kalogeropoulos, M. Chatzikonstantinou, P. Koutsouli, K. Sotirakoglou, N. Labrou and G. Zervas. 2017. The effect of dietary supplementation with rumen-protected methionine alone or in combination with rumen protected choline and

betaine on sheep milk and antioxidant capacity. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 101: 1004–1013.
Tufarelli, V., R.U. Khan and V. Laudadio. 2012. Evaluating the suitability of field beans as a substitute for soybean meal in early-lactating dairy cow: Production and metabolic responses.Anim. Sci. J. 83(2): 136-140.
Volpelli, L.A., M. Comellini, F. Masoero, M. Moschini, D.P.L. Fiego and R. Scipioni. 2010. Faba beans (Vicia faba) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. Ital. J. Anim. Sci.11: e40.
Watson, C.A., M. Reckling, S. Preissel, J. Bachinger, G. Bergkvist, T. Kuhlman, K. Lindström,T. Nemecek, C.F.E. Topp, A. Vanhatalo and F.L. Stoddard. 2017. Grain legume production and use in European agricultural systems. Adv. Agron. 144: 235-303.
Zagorakis, K., D. Liamadis, C. Milis, V. Dotas and D. Dotas. 2015. Nutrient digestibility and in situ degradability of alternatives to soybean meal protein sources for sheep. Small Rumin Res. 124: 38-44.

Assessment of replacing soybean meal with grain legumes in the nutrition of intensively reared dairy ewes

S. Vouraki[1*], V. Papanikolopoulou[1], M. Irakli[2], Z.M.Parissi[3], E.M. Abraham[3], G. Arsenos[1]

[1]LaboratoryofAnimalHusbandry, School of Veterinary Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle University, 54124 Thessaloniki

[2]InstituteofPlantBreedingandGeneticResources, Hellenic Agricultural Organization – Dimitra, 57001 Thermi, Thessaloniki

[3]LaboratoryofRangeScience, School of Agriculture, Forestry and Natural Development, Aristotle University, 54124 Thessaloniki

[*]Email: svouraki@vet.auth.gr

Abstract

The objective was to assess milk production and body condition score (BCS) of intensively reared dairy ewes after replacing soybean meal with a mixture of lupin, pea, vetch, and faba bean in their ration. A total of 40 Chios dairy ewes were randomly selected. They were allocated in two (n = 20) groups C and T; both were fed same amounts of Lucerne hay and wheat straw as well as a concentrate feed that was formulated with either inclusion of soybean meal for Group C or a mixture of legumes for Group T. Both feeds had equal energy and protein contents. Data collection was performed every 15 days for a 60-day period (a total of five measurements). In each measurement, ewe BCS was assessed, milk yield was recorded electronically, and individual milk samples were collected to assess chemical composition (fat, protein, lactose, and solids-non-fat content); energy corrected milk yield and milk components yield were calculated. Moreover, feed refusals from each group were weighed to calculate feed intake. Average individual daily concentrate feed intake was lower in Group T compared to C. Nutritional management did not significantly affect ($P>0.05$) milk production and BCS. An exception was the last measurement where ewes in Group T had significantly ($P<0.05$) higher milk protein, lactose and SNF yield (increase by 16.3, 15.1 and 30.0 g, respectively).

***Keywords*:** sheep, legumes, milk production, body condition score