



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ  
ΠΡΟΖΩΤ - Μετατροπή ελαιοπυρήνα σε πρόσθετο ζωοτροφών  
ΦΟΡΕΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
MIS/ΚΩΔ.ΠΡΟΓΡ: M16ΣΥΝ2-00255, ΦΚ 82405  
ΕΕ5: Ενσίρωση και ανάλυση ελαιοπυρήνα (Π 5.1)**

**Ερευνητική Ομάδα:**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΝΑΡΙΩΤΗΣ, Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών  
ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΜΠΙΛΙΑΝΗ, Πολιτικός Μηχανικός, Υποψήφια Διδάκτωρ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΑΚΡΟΣ, Δρ Χημικός**

**Συμμετείχαν: 1. ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟΣ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΣ ΔΥΤΙΚΗΣ  
ΕΛΛΑΔΑΣ. 2. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΔΑΝΑΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ. 3. THINKSMART ΙΚΕ.**

**ΠΑΤΡΑ 2025**

## Εισαγωγή

Στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος παράγονται περίπου 25.000 tn ελαιόλαδου και 100.000 tn ελαιοπυρήνα ετησίως (300.000 tn και 1.200.000 tn αντίστοιχα σε όλη τη χώρα). Η ενσωμάτωση του ελαιοπυρήνα σε δίαιτες μηρυκαστικών, προάγει την πέψη ανάλογα με τη αναλογία στη τροφή, επιπλέον παρέχει φθηνή ενέργεια και ίνες στο ζώο, ενώ βελτιώνει την ποιότητα του λίπους στα ζωικά προϊόντα. Αναμένεται ότι η αναφορά του τρέχοντος έργου θα ενθαρρύνει τη χρήση ζωοτροφών με πρόσθετα υψηλής υγρασίας όπως ο ελαιοπυρήνας, τα οποία είναι εξαιρετικά κατάλληλα για τις πεπτικές διεργασίες των μηρυκαστικών. Η επιτόπια παραγωγή μέρους των ζωοτροφών που αφορούν περίπου 2.250.000 ζώα στη Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος (12.000.000 ζώα σε όλη τη χώρα) θα συνεισφέρει στη διατροφή με ελάχιστο κόστος. Σήμερα ο ελαιοπυρήνας επεξεργάζεται στα πυρηνελαιουργεία όπου τα τελικά προϊόντα είναι το πυρηνέλαιο και το πυρηνόξυλο. Η επεξεργασία στα πυρηνελαιουργεία έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις ήτοι διαφυγή εξανίου, σωματιδίων και οργανικών πτητικών στην ατμόσφαιρα. Η προτεινόμενη διαδικασία θα έχει σαν αποτέλεσμα την συρρίκνωση του κύκλου καλλιέργειας της ελιάς (με την παράκαμψη των πυρηνελαιουργείων) σε πλέον ανανεώσιμο με μηδενικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα με αντίστοιχη μεγιστοποίηση των πιστώσεων άνθρακα). Η παραγωγή του μεγάλου όγκου ελαιοπυρήνα διαρκεί για ένα τρίμηνο. Η αποθήκευση και διατήρησή του για μεγάλο χρονικό διάστημα θα επιτυγχάνεται με την μέθοδο της ενσίρωσης.

Η παρούσα τεχνική έκθεση περιγράφει τα πειραματικά αποτελέσματα της ενσίρωσης δειγμάτων για το χρονικό διάστημα των 300 ημερών. Επιπλέον, αναφέρεται στα πειραματικά αποτελέσματα από την Παρασκευή ενσιρώματος μεγάλης κλίμακας. Τέλος, αναλύονται εργαστηριακά και τα αποτελέσματα από την διατροφή των προβάτων με το ενσίρωμα της πιλοτικής κλίμακας.

## Α Ανεύρεση σύστασης ενσίρωσης σε εργαστηριακή κλίμακα

### Συλλογή ελαιόκαρπου και συντήρηση

Ο ελαιόκαρπος συλλέχθηκε από ελαιοτριβείο διπλής φάσης του Βασιλείου Διονυσόπουλου, Πέτα Αχαΐας. Ο ελαιόκαρπος τοποθετήθηκε σε δοχεία πλαστικά και στη συνέχεια καταψύχθηκε στους -20°C σε θάλαμο ψύξης. Ο ελαιόκαρπος αποψυχόταν και χρησιμοποιείτο για να γίνει ο φυσικοχημικός προσδιορισμός και να παρασκευαστούν τα δείγματα ενσίρωσης.

## Παρασκευή ενσιρώματος

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η σύνθεση ενσιρώματος με χρήση ελαιόκαρπου, μελάσας, αχύρου, ουρίας και εμβολίου. Για την παρασκευή των δειγμάτων εξετάστηκαν διαφορετικές περιπτώσεις. Η υγρασία στον ελαιόκαρπο βρέθηκε ότι ήταν περίπου 80% και με αυτήν έγιναν οι υπολογισμοί της μάζας του ελαιόκαρπου σε ξηρή βάση. Η μελάσα εξετάστηκε σε περιπτώσεις 0, 1, 2 και 4% επί της ξηρής βιομάζας ελαιόκαρπου. Η ουρία εξετάστηκε σε 0, 0,5 και 1% επί της ξηρής βιομάζας ελαιόκαρπου. Σε κάθε περίπτωση, η επιθυμητή υγρασία για τη σύνθεση του ενσιρώματος ήταν 68% ενώ η ποσότητα του αχύρου διαφοροποιείται. Σε όλες τις περιπτώσεις έχει προστεθεί εμβόλιο (Silage inoculant, 11A44, Pioneer, Iowa, USA) ώστε το τελικό προϊόν ενσιρώματος να έχει  $5 \times 10^8$  cfu/mL.

Οι περιπτώσεις μελέτης αναλυτικά αναγράφονται στον Πίνακα 1 και δίνονται οι ποσότητες του κάθε συστατικού που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή της συνολικής ποσότητας ενσιρώματος το οποίο στη συνέχεια χωρίστηκε σε επιμέρους αεροστεγή συσκευασίες. Αφού παρασκευάστηκαν τα δείγματα, τοποθετήθηκαν το καθένα σε ξεχωριστή πλαστική συσκευασία, και κάθε συσκευασία σφραγίστηκε με θερμή κόλλα (reseal & save Ltd, UK) και χαρτοταινία. Στην συνέχεια κάθε συσκευασία ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακριβείας (AE 200-5, της εταιρείας Mettler AG, Zurich, Switzerland) προκειμένου να γνωρίζουμε πως μεταβλήθηκε η μάζα κατά την ενσίρωση της. Οι συσκευασίες τοποθετήθηκαν σε κουτί σε σκιερό περιβάλλον με θερμοκρασία δωματίου 20 έως 25°C, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.



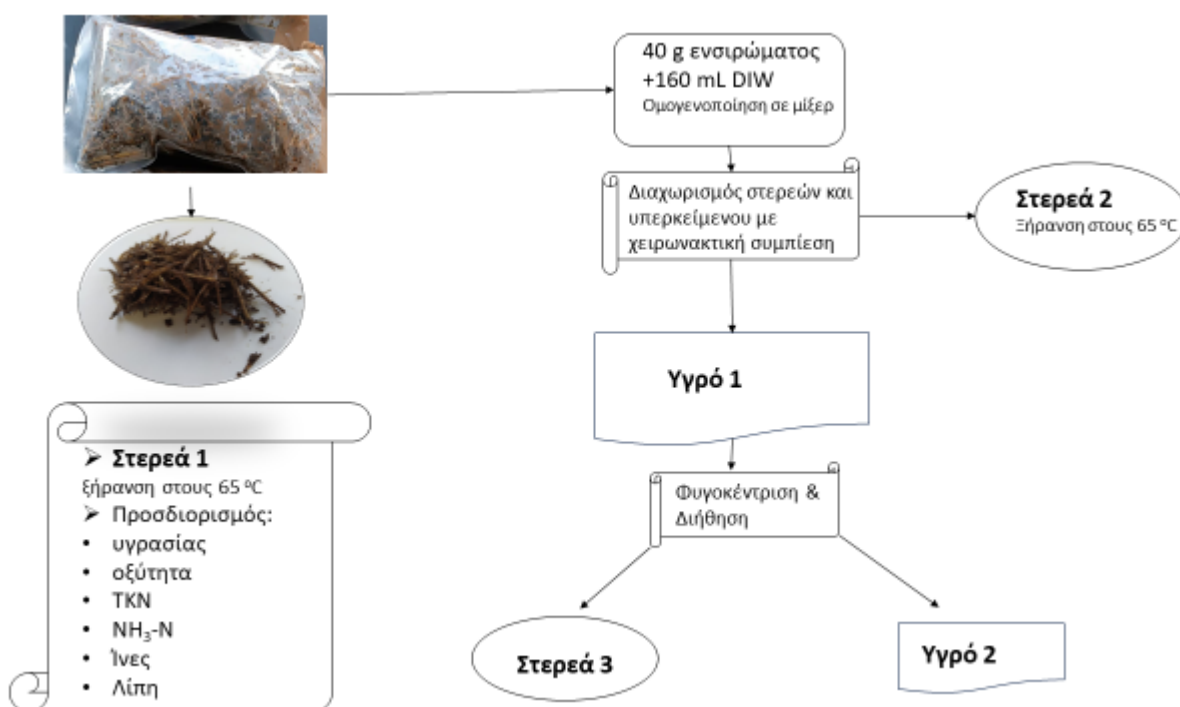
Εικόνα 1 Οι συσκευασίες ενσίρωσης τοποθετημένες σε σκιερό περιβάλλον.

Πίνακας 1 Σύνθεση ενσιρωμάτων που εξετάστηκαν

α/α εσιρώματος	Μάζα (g)						Επιθυμητή υγρασία (κλάσμα)	Περιεκτικότητα υλικών σύμφωνα με την ξηρή μάζα ελαιοκαρπου (ψίχα)				
	Ελαιό- καρπος	Ψύχα	Ουρία	Μελάσσα	Άχυρο	Συνολικό Ενσίρωμα		Ξηρή μάζα	Ψύχα (%)	Ουρία (%)	Μελάσσα (%)	Άχυρο (%)
1	2000	400	0	0	352,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,0	0	88,2
2	2000	400	0	4	348,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,0	1	87,2
3	2000	400	0	8	344,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,0	2	86,2
4	2000	400	0	16	336,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,0	4	84,2
5	2000	400	2	0	350,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,5	0	87,7
6	2000	400	2	4	346,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,5	1	86,7
7	2000	400	2	8	342,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,5	2	85,7
8	2000	400	2	16	334,9	2352,9	0,68	752,9	17	0,5	4	83,7
9	2000	400	4	0	348,9	2352,9	0,68	752,9	17	1,0	0	87,2
10	2000	400	4	4	344,9	2352,9	0,68	752,9	17	1,0	1	86,2
11	2000	400	4	8	340,9	2352,9	0,68	752,9	17	1,0	2	85,2
12	2000	400	4	16	332,9	2352,9	0,68	752,9	17	1,0	4	83,2

### Δειγματοληψία και ανάλυση ενσίρωματος

Οι συσκευασίες ανοίγονται σε τακτά χρονικά διαστήματα στις πρώτες μέρες πιο συχνά ενώ με την πάροδο του χρόνου αραιώνει η δειγματοληψία. Έτσι ένα δείγμα από κάθε περίπτωση ενσίρωσης ανοίγεται σε 0, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240 και 300 ημέρες. Όταν ανοίγεται το κάθε συσκευασία ορισμένη ποσότητα ενσίρωσης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της υγρασίας (Στερεά 1) και της οξύτητας, ενώ σε άλλη ποσότητα προστίθεται νερό και αναδεύεται για να ομογενοποιηθεί το δείγμα. Ακολουθεί διαχωρισμός των στερεών και του υπερκείμενου με χειρωνακτική συμπίεση. Τα στερεά ξηραίνονται (Στερεά 2) ενώ το υγρό φυγοκεντρείται και διαχωρίζονται το υγρό (Υγρό 2) από τα στερεά (Στερεά 3). Τα στάδια της διαδικασίας που ακολουθήθηκε απεικονίζεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2 Διαδικασία παραλαβής στερεών και υγρών δειγμάτων.

## Αναλυτικές Μετρήσεις

### pH

Μάζα νωπού δείγματος ενσιρώματος (40 g) τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως και προστίθενται 160 mL απιονισμένου νερού και το μίγμα αναδεύεται για να ομογενοποιηθεί. Στο ενσίρωμα μετρείται το pH (pH 310 meter της εταιρείας Oakton Instruments, Singapore) έπειτα από καλή ανάμιξη (APHA et al., 2017).

### Υγρασία

Σε προζυγισμένο δισκίο αλουμινίου που έχει ξηραθεί στους 103°C για 1 h, μεταφέρεται κατάλληλη ποσότητα ενσιρώματος και ακολουθεί ξήρανση στους σε φούρνο στους 65°C για 3 ημέρες.

$$\text{Υγρασία (\%)} = \frac{\text{μάζα δείγματος πριν την ξήρανση (g)} - \text{μάζα δείγματος μετά την ξήρανση (g)}}{\text{μάζα δείγματος πριν την ξήρανση (g)}} * 100 \quad (1)$$

### Ολική Οξύτητα

Ορισμένη ποσότητα νωπού ενσιρώματος (20 g) μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL με απεσταγμένο νερό (80 mL). Στο ποτήρι προστίθεται μαγνήτης και τοποθετείται σε μαγνητικό αναδευτήρα. Έχοντας το πεχάμετρο στο ποτήρι τιτλοδοτούμε με 0,1N NaOH έως ότου το pH να είναι 8,3 (APHA et al., 2017).

$$\text{Ολική οξύτητα } \left(\frac{g}{kg}\right) = \frac{10 * V(mL)}{M(g)} \quad (2)$$

Όπου  $V$  (mL) ο όγκος τιτλοδότησης και  $M$  (g) η μάζα του νωπού ενσιρώματος

### Αμμωνία

Για τον προσδιορισμό του αμμωνιακού αζώτου στο υγρό μετά την εκχύλιση, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της απόσταξης σε συσκευή απόσταξης (VAPODEST VAP 20s Gerhardt, Kjeldathern, Gerhardt). Κατάλληλος όγκος δείγματος μεταφέρθηκε σε ειδική κυλινδρική φιάλη όγκου 150 mL. Η κυλινδρική φιάλη τοποθετήθηκε στη συσκευή απόσταξης, προστέθηκαν 5 mL NaOH (320 g/L), και επιλέχθηκε χρόνος αντίδρασης και απόσταξης 0 sec και 5 min, αντίστοιχα, και παροχή ατμού 100%. Το απόσταγμα συλλέχθηκε σε κωνική φιάλη των 250 mL κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια

των 80 mL διαλύματος βορικού οξέος με δείκτη [20 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> και 10 mL διαλύματος δεικτών (mixed indicator solution)/L, το mixed indicator solution είναι μείγμα δύο διαλυμάτων, 200 mg ερυθρού του μεθυλίου και 100 mg μπλε του μεθυλενίου ανά 100 και 50 mL ισοπροπανόλης αντίστοιχα]. Μετά το τέλος του προγράμματος η φιάλη απομακρύνεται από τη συσκευή. Τέλος, ακολούθησε τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα 0,02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου υπολογίστηκε ως εξής:

$$(\text{NH}_3 - \text{N}) \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{(\text{A}-\text{B})}{V_{\text{δείγματος}}} * 280 \quad (3)$$

A: μεταβολή όγκου προχοίδας δείγματος (mL)

B: μεταβολή όγκου προχοίδας τυφλού (mL)

#### Ολικό κατά Kjeldahl άζωτο (TKN)

Όγκος υγρού δείγματος μετά την εκχύλιση (20 mL) μεταφέρεται σε ειδική κυλινδρική φιάλη χώνευσης. Στην περίπτωση στερεού δείγματος, μεταφέρθηκαν στη φιάλη XX g ξηρού δείγματος. Προστίθενται 20 mL π. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, δύο ταμπλέτες Kjeltabs CX και μία ταμπλέτα 1000 Antifoam S. Οι φιάλες τοποθετούνται σε συσκευή χώνευσης (Kjeldathern, Gerhardt). Η θερμοκρασία ρυθμίζεται στους 170°C για 0,5 h, έπειτα στους 250°C για 0,5 h και τέλος στους 380°C για 1 h. Μετά το πέρας της χώνευσης η φιάλη αφήνεται να κρυώσει και τοποθετείται σε συσκευή απόσταξης όπως περιγράφηκε στην μεθοδολογία της αμμωνίας. Η συγκέντρωση του ολικού Kjeldahl αζώτου (TKN) υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

για υγρά δείγματα

$$TKN \frac{(\text{mg})}{\text{L}} = \frac{(\text{A}-\text{B})}{V_{\text{δείγματος (mL)}}} * 280 \quad (4)$$

A: μεταβολή όγκου προχοίδας δείγματος ( 0,02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) που απαιτήθηκε για το δείγμα (mL)

B: μεταβολή όγκου προχοίδας τυφλού (0,02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) που απαιτήθηκε για το τυφλό (mL)

V<sub>δ</sub> ο όγκος του δείγματος (mL).

για στερεά δείγματα

$$TKN \frac{(\text{mg})}{\text{kg}} = \frac{(A-B)}{M \text{ μάζα δειγματος (g)}} * 280 \quad (5)$$

M: μάζα δειγματος (g)

### Ακατέργαστες Πρωτεΐνες

Οι ακατέργαστες πρωτεΐνες υπολογίζονται με βάση το TKN του δείγματος σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\text{Ακατέργαστες πρωτεΐνες} \frac{(\text{mg})}{\text{L}} = TKN * 6,25 \quad (6)$$

### Προσδιορισμός ελαίων

Ο προσδιορισμός των ελαίων σε στερεό δείγμα πραγματοποιείται με εκχύλιση των ελαίων σε διάταξη Soxhlet (Soxhlet, ev16 all/16, Gerhardt, Kjeldathern, Gerhardt), με χρήση πετρελαϊκού αιθέρα (AOAC, 1990). Για τον προσδιορισμό των ελαίων χρησιμοποιείται το αποξηραμένο δείγμα που έχει προκύψει από την διαδικασία προσδιορισμού της υγρασίας. Δηλαδή, ζυγίζονται περίπου 1 ως 2 g ξηρού δείγματος και τοποθετούνται σε προζυγισμένο φίλτρο (Folden Filters, 240mm, Gerhardt, Kjeldathern, Gerhardt). Το φίλτρο τοποθετείται σε κυλινδρική δακτυλήθρα (Extraction thimble, 33x80mm, Gerhardt, Kjeldathern, Gerhardt) και η δακτυλήθρα τοποθετείται στον ψυκτήρα επαναρροής και μεταφέρονται 200 mL πετρελαϊκού αιθέρα. Επίσης, ζυγίζεται μία κυκλική φιάλη, με 3-4 σφαιρίδια βρασμού. Ακολουθεί το άνοιγμα του νερού βρύσης και της διάταξης, ώστε να αρχίσει η θέρμανση και ο βρασμός. Η εκχύλιση διαρκεί 4 έως 6 ώρες. Στο τέλος, το φίλτρο με τη δακτυλήθρα τοποθετούνται σε φούρνο στους 103°C, ώστε να εξατμιστεί ο πετρελαϊκός αιθέρας και μετά από 2 έως 24 ώρες ξήρανσης ζυγίζεται. Ο προσδιορισμός των ελαίων με βάση το ξηρό δείγμα προκύπτει με βάση την αρχική και τελική μάζα του στερεού στο φίλτρο:

$$\text{Oils (\%)} = \frac{m_f}{m_i} * 100 \quad (7)$$

όπου:

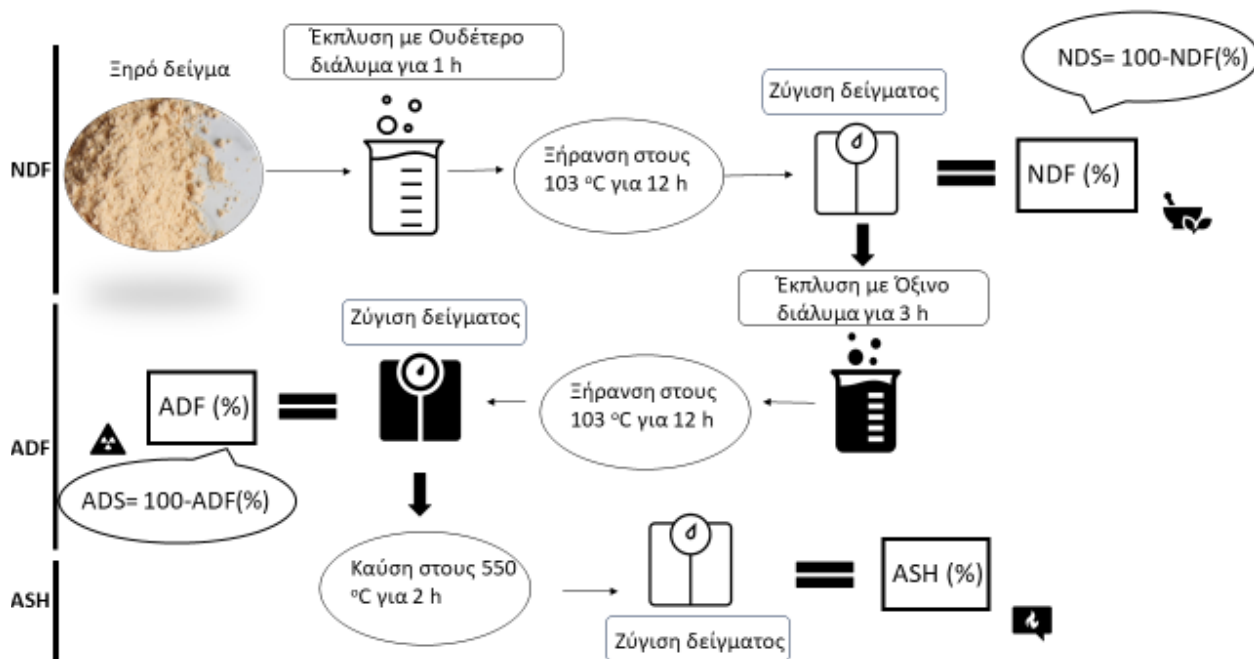
$m_f$ : η τελική μάζα του στερεού στο φίλτρο



$m_i$ : η αρχική μάζα του στερεού στο φίλτρο

### Ινώδεις ενώσεις

Για τον προσδιορισμό των ινωδών ενώσεων χρησιμοποιείται η μέθοδος Van Soest (Van Soest et al., 1991) ζυγίζεται ο σωλήνας τοποθέτησης, ο γυάλινος σωλήνας και το φίλτρο ξεχωριστά. Τοποθετείται ο σωλήνας τοποθέτησης μέσα στο φίλτρο και ζυγίζεται. Προσθέτουμε το αποξηραμένο δείγμα (0,5 έως 1 g ) (Στερεά 1, Εικόνα 2) στο γυάλινο σωλήνα με το φίλτρο και ζυγίζεται. Ακολουθεί ο βρασμός του δείγματος στη συσκευή (Fibrebag System 6 -Fsb 6, Gerhardt, Kjeldathern.,Gerhardt). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό των αδιάλυτων σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών της τροφής (NDF) και των αδιάλυτων σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών της τροφής (ADF) παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3 Σχηματική ανάλυση διαδικασίας μέτρησης ινώδη ενώσεων

### Αδιάλυτες ινώδεις ουσίες ουδέτερου διαλύματος απορρυπαντικών (NDF)

Σε ποτήρι ζέσεως (1 L) προστίθενται 360 mL ουδέτερου διαλύματος απορρυπαντικού ( 6.81 g Sodium borate decahydrate ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), 18.61 g Disodium ethylenediaminetetraacetate (EDTA,  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$ ), 30 g Sodium lauryl sulfate neutral ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$ ), 10 mL 2-

ethoxyethanol (Ethylene glycol monoethyl ether, Cellosolve, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>), 4.56 g Disodium phosphate anhydrous (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) ανα 1 L) σε θερμοκρασία δωματίου και 1.8 g θειώδους νατρίου (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) και 2 έως 3 σταγόνες n-οκτανόλης. Τα δείγματα θερμαίνονται και προκαλείται βρασμός με επαναρροή για 60 λεπτά από την έναρξη του βρασμού. Τα φίλτρα ξεπλένονται με απεσταγμένο νερό και μετά με ασετόν. Τα δείγματα ξηραίνονται για μια νύχτα στους 105 °C και στη συνέχεια ζυγίζονται.

$$\% \text{ NDF} = \frac{\text{βάρος δοχείου και δείγματος μετά την ξήρανση (g)} - \text{βάρος δοχείου και δείγματος πριν την ξήρανση (g)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}} * 100 \quad (8)$$

Διαλυτό μέρος (Natural Detergent Soluble, NDS):

$$\% \text{ NDS} = 100 - \text{NDF} \% \quad (9)$$

#### Αδιάλυτες ινώδεις ουσίες όξινου διαλύματος απορρυπαντικών (ADF)

Στο ποτήρι ζέσεως προστίθενται 360 ml οξίνου διαλύματος (20gr C<sub>19</sub>H<sub>42</sub>BrN σε 1L Sulfuric acid 1 N (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 49.04 g/l) σε θερμοκρασία δωματίου και 2 έως 3 σταγόνες n-οκτανόλης. Τα δείγματα θερμαίνονται και προκαλείται βρασμός με επαναρροή για 180 λεπτά από την έναρξη του βρασμού. Τα φίλτρα ξεπλένονται με απεσταγμένο νερό και μετά με ασετόν. Τα δείγματα ξηραίνονται για μια νύχτα στους 103 °C και στη συνέχεια ζυγίζονται.

$$\% \text{ ADF} = \frac{\text{βάρος δοχείου και δείγματος μετά την ξήρανση (g)} - \text{βάρος δοχείου και δείγματος πριν την ξήρανση (g)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}} * 100 \quad (10)$$

Διαλυτό μέρος (Acid Detergent Soluble, NDS):

$$\% \text{ ADS} = 100 - \text{ADF} \% \quad (11)$$

Αδιάλυτη τέφρα σε όξινο απορρυπαντικό

Τοποθετούμε τα δείγματα στους σε πυριατήριο στους 550°C για 2 h και αφήνουμε να κρύνει σε ξηραντήριο και ακολουθεί ζύγιση. Η αδιάλυτη τέφρα σε όξινο απορρυπαντικό:

$$\% \text{ αδιαλυτη τεφρα} = \frac{\text{απώλεια μάζας λόγω ADF (g)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}} * 100 \quad (12)$$

## Μικροβιολογικά

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των διαφορετικών υποστρωμάτων έγινε ποσοτική εκτίμηση των εξής μικροβιακών πληθυσμών: 1. Ολικής μεσόφιλης χλωρίδας (OMX), 2. Ζυμών, 3. Λακτοβάκιλλων. Η μέτρηση των μικροβιολογικών πραγματοποιήθηκε σε υγρό ενσίρωμα (Υγρό 2).

### Ολική μεσόφιλη χλωρίδα (OMX)

Για τον υπολογισμό της OMX παρασκευάστηκε το θρεπτικό υλικό Plate Count Agar (PCA). Σε 500 mL απιονισμένο νερό γίνεται προσθήκη 10,25 g PCA (BIOKAR DIAGNOSTICS) και 2g άγαρ. Υπό συνεχή θέρμανση και ανάδευση πραγματοποιείται διάλυση των στερεών μέχρι πλήρους ομογενοποίησης και αποστείρωση στους 121°C για 20 min. Το θρεπτικό μέσο στη συνέχεια κατανέμεται σε αποστειρωμένα στα τριβλία petri υπό ασηπτικές συνθήκες. Τα δείγματα αραιώνονται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Όγκος δείγματος 0,1 mL από κάθε αραιώση μεταφέρεται στο κέντρο του τρυβλίου. Μετά την πλήρη στερεοποίηση ακολουθεί και επώαση των ανεστραμμένων τρυβλίων στους 30°C για 3 ημέρες. Ο επιθυμητός αριθμός αποικιών κυμαίνεται από 25 έως 350. Ο τελικός υπολογισμός των αποικιών έγινε βάσει της εξίσωσης:

$$N \text{ (CFU/ml)} = \frac{n}{d} \quad (13)$$

όπου N είναι τα cfu/mL του αρχικού δείγματος, n είναι ο αριθμός των αποικιών που μετρήθηκαν σε κάθε τρυβλίο και d είναι η τελική αραιώση κάθε δείγματος.

### Ζύμες

Για τον υπολογισμό των πληθυσμών ζυμών παρασκευάστηκε το θρεπτικό υλικό Potato Dextroze Agar (PDA). Σε 500 mL απιονισμένο νερό γίνεται προσθήκη 19,5 g PDA (CONDA) και πραγματοποιείται διάλυση υπό συνεχή θέρμανση και ανάδευση μέχρι πλήρους ομογενοποίησης. Ακολουθεί αποστείρωση στους 121°C για 20 min. Στη συνέχεια γίνεται προσθήκη 3 mL κιτρικό οξύ (10% w/v)(αποστειρωμένο μέσω διήθησης με αποστειρωμένο φίλτρο μεμβράνης (0,22 μm, Millipore) για ρύθμιση του pH στο 3,5 και ακολουθεί κατανομή σε αποστειρωμένα στα τριβλία petri υπό ασηπτικές συνθήκες, δηλαδή στο θάλαμο νηματικής ροής, όπου παραμένει μέχρι να

στερεοποιηθεί. Τα δείγματα αραιώνονται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων, και 0,1 ml δείγματος από κάθε αραιώση τοποθετείται στο κέντρο του τρυβλίου. Μετά την πλήρη στερεοποίηση ακολουθεί και επώαση των ανεστραμμένων τρυβλίων στους 27°C για 3 ημέρες. αποικιών κυμαίνεται από 25 έως 350. Ο τελικός υπολογισμός των αποικιών έγινε βάσει της εξίσωσης:

$$N \text{ (CFU/ml)} = \frac{n}{d} \quad (14)$$

όπου N είναι τα cfu/ml του αρχικού δείγματος, n είναι ο αριθμός των αποικιών που μετρήθηκαν σε κάθε τρυβλίο και d είναι η τελική αραιώση κάθε δείγματος.

#### Λακτοβάκιλλοι

Για τον υπολογισμό των πληθυσμών λακτοβάκκιλων παρασκευάστηκε το θρεπτικό υλικό de Man, Rogosa, Sharpe (MRS). Σε 500ml απιονισμένο νερό γίνεται προσθήκη 23,125 g MRS (CONDA) και 2% άγαρ και πραγματοποιείται διάλυση υπό συνεχή θέρμανση και ανάδευση μέχρι πλήρους ομογενοποίησης. Κατόπιν, γίνεται προσθήκη 10% οξικού οξέος για ρύθμιση του pH στο 5,7. Ακολουθεί αποστείρωση στους 121 °C για 20min. Η κατανομή στα τριβλία γίνεται μετά την προσθήκη του δείγματος ανάλυσης υπό άσυπτες συνθήκες (μέθοδος ενσωμάτωσης). Τα δείγματα αραιώνονται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. 0,1 ml δείγματος από κάθε αραιώση τοποθετείται στο κέντρο του τρυβλίου και ακολουθεί προσθήκη του θρεπτικού υλικού, που είναι σε θερμοκρασία 42-45°C (ρευστή κατάσταση). Μετά την πλήρη στερεοποίηση ακολουθεί και επώαση των ανεστραμμένων τρυβλίων στους 30°C για 3 ημέρες. Ο επιθυμητός αριθμός αποικιών κυμαίνεται από 25 έως 350. Ο τελικός υπολογισμός των αποικιών έγινε βάσει της εξίσωσης:

$$N \text{ (CFU/ml)} = \frac{n}{d} \quad (15)$$

όπου N είναι τα cfu/ml του αρχικού δείγματος, n είναι ο αριθμός των αποικιών που μετρήθηκαν σε κάθε τρυβλίο και d είναι η τελική αραιώση κάθε δείγματος.

## Αποτελέσματα

### Άζωτο, λίπη και Ινώδεις ενώσεις

Ο ελαιόκαρπος είναι ένα στοιχείο πλούσιο σε άζωτο όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 2 όπου παρατίθενται κάποια στοιχεία για τη σύσταση του ελαιόκαρπου τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η υγρασία του ελαιόκαρπου είναι ιδιαίτερος υψηλή (σχεδόν 80%) και όλοι οι υπολογισμοί σχετικά με τη σύσταση των περιπτώσεων ενσίρωσης στον Πίνακα 1 έχουν γίνει με βάση αυτό το δεδομένο.

*Πίνακας 2 Σύσταση ελαιόκαρπου*

Συστατικό	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
<b>Lipids (%)</b>	15.30	1.03
<b>NDF (%)</b>	87.98	1.04
<b>NDS (%)</b>	12,02	1.04
<b>ADF (%)</b>	69.91	0.83
<b>ADS (%)</b>	30.09	0.83
<b>ASH(%)</b>	7.37	0.07
<b>TKN (mg/L)</b>	3871	105
<b>TKN (g/kg)</b>	12.11	0.28
<b>NH<sub>3</sub>-N (g/kg)</b>	2.75	0.08
<b>pH</b>	5.67	0.09
<b>Υγρασία (%)</b>	80.13	0.28

Η σύσταση του αχύρου σε ινώδεις ενώσεις ήταν  $85.20 \pm 0.79$  και  $65.54 \pm 3.41$  για το NDF και ADF, αντίστοιχα.

### pH

Το αρχικό pH όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 4 ήταν σχεδόν 5,5 σε όλες τις περιπτώσεις μελέτης. Με την πάροδο των ημερών, το pH μειώνεται με μεγαλύτερη μείωση να απαντάται όπου είναι μεγαλύτερη συγκέντρωση μελάσας. Στις περιπτώσεις, 5 και 9 μετά την ημέρα 5 το pH ανεβαίνει. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει ουρία κατά τη σύνθεση των δειγμάτων αλλά δεν έχει μελάσα όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 1. Ως αποτέλεσμα, η αύξηση του pH οφείλεται στην ύπαρξη της ουρίας και στην απουσία ζύμωσης.

Πίνακας 3 Μεταβολή του pH με το χρόνο

α/α ενσιρώματος	pH							
	Ημέρα							
	1	5	10	20	30	60	120	300
1	5,49	5,29	5,2	5,09	4,85	4,73	4,5	4,5
2	5,47	5,13	5,11	5,07	5	4,97	5	4,92
3	5,46	5,07	5,04	5,03	4,97	4,9	5,11	4,9
4	5,46	4,9	4,6	4,36	4,22	4,13	4,7	4,95
5	5,51	7,27	7,37	7,57	7,66	7,98	8,3	8,5
6	5,66	5,63	5,27	5,08	5,01	5	5,2	5
7	5,63	5,6	5,2	4,98	4,9	4,81	5,06	4,95
8	5,6	5,13	5,03	4,97	4,67	4,51	5	4,98
9	5,58	7,26	7,27	7,27	7,33	8,06	8,22	8,6
10	5,51	5,11	4,9	4,82	4,8	4,66	4,68	4,6
11	5,47	5,3	5,2	5,08	4,78	4,6	4,55	4,67
12	5,5	4,98	4,6	4,53	4,36	4,1	4	4,22

Παρατηρείται ότι μετά τις 60 ημέρες το pH διατηρείται περίπου σταθερό ως και την ημέρα 300 στις ημέρες 1,2,3,6,7,10,11,12. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις παρατηρείται μια αύξηση της τιμής του pH.

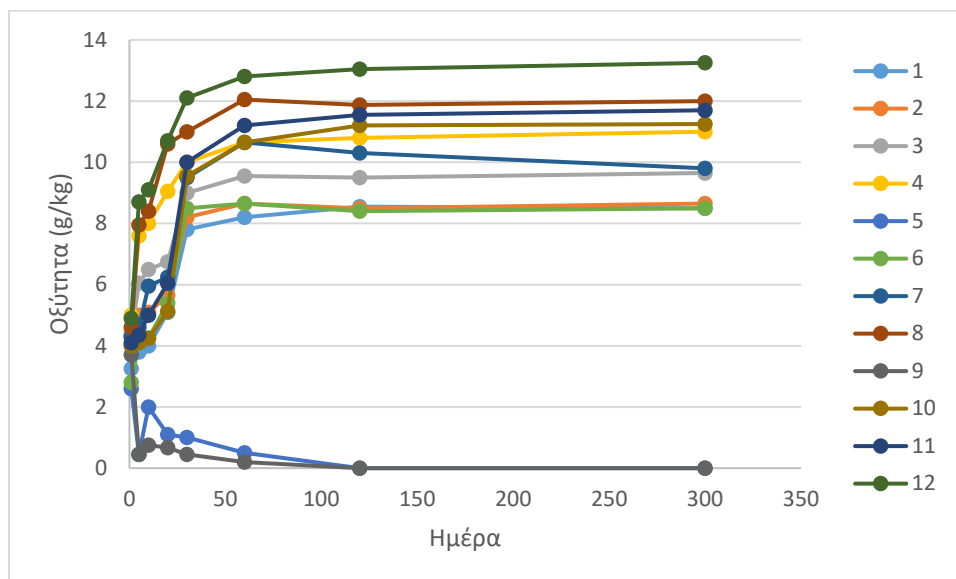
#### Οξύτητα

Η οξύτητα των δειγμάτων επηρεάζεται από τη σύσταση κάθε δείγματος. Τα δείγματα που έχουν περισσότερη μελάσα τείνουν να έχουν υψηλότερη οξύτητα. Η οξύτητα των δειγμάτων αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου εκτός από τις περιπτώσεις 5 και 9. Στις περιπτώσεις αυτές (5 και 9) η οξύτητα έφτασε στο 1 και 0,45 g/kg μετά από 30 ημέρες ενσίρωσης. Στις περιπτώσεις αυτές παρατηρείται και αύξηση του pH παρά τη γενικότερη τάση μείωσης που απαντάται στις υπόλοιπες περιπτώσεις.

Πίνακας 4 Μεταβολή οξύτητας με το χρόνο όπου η μάζα του ενσιρώματος είναι 20 g και προστίθενται 80 g απιονισμένου νερού.

α/α ενσιρώματος	Οξύτητα (g/kg)							
	Ημέρα							
	1	5	10	20	30	60	120	300
1	3,25	3,80	4,00	5,10	7,80	8,20	8,55	8,50
2	4,30	5,00	5,10	5,70	8,20	8,65	8,50	8,65
3	4,40	6,05	6,50	6,80	9,00	9,55	9,50	9,65
4	5,00	7,60	8,00	9,10	10,0	10,65	10,8	11,0
5	2,60	0,45	2,00	1,10	1,00	0,50	0	0
6	2,80	4,15	4,25	5,40	8,50	8,65	8,40	8,50
7	4,30	4,60	5,95	6,30	9,50	10,6	9,70	9,80
8	4,60	7,95	8,40	10,6	11,0	12,0	11,8	12,0
9	3,70	0,45	0,75	0,70	0,45	0,20	0	0
10	4,00	4,10	4,25	5,10	9,55	10,6	11,2	11,2
11	4,10	4,35	5,00	6,10	10,0	11,2	11,6	11,7
12	4,90	8,70	9,10	10,7	12,1	12,8	13,0	13,2

Αντίστοιχα με την μεταβολή του pH παρατηρείται και η μεταβολή της οξύτητας. Οι περιπτώσεις με την υψηλότερη οξύτητα είναι οι περιπτώσεις 4, 8, 10, 11 και 12 όπου η συγκέντρωση απαντά σε τιμές υψηλότερες του 11 g/kg. Σε όλες τις περιπτώσεις ουρίας όπου η συγκέντρωση της μελάσας είναι υψηλότερη έχει και την μεγαλύτερη τιμή.



Σχήμα 1 Μεταβολή συγκέντρωσης οξύτητας ενσιρώματος

### Υγρασία

Η επιθυμητή υγρασία για την ενσίρωση είναι 67 έως 73%. Η αυξημένη υγρασία οδηγεί σε καλύτερη μεταφορά του οξυγόνου στο ενσίρωμα (Eliopoulos et al., 2022; Nkosi and Meeske, 2010). Στην παρούσα μελέτη, είχε οριστεί η αρχική υγρασία να είναι 68% προκειμένου να είναι εντός του εύρους τιμών σε περίπτωση που η υγρασία αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου. Όπως παρατηρείται και από τον Πίνακα 5 η αρχική υγρασία ήταν σχεδόν 68% σε όλες τις περιπτώσεις. Παρατηρείται μερική αύξηση του ποσοστού της υγρασίας με την πάροδο του χρόνου. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των περιπτώσεων που εξετάστηκαν πιθανό να οφείλονται στην σύνθεση του ενσιρώματος αλλά και στο πειραματικό σφάλμα κατά την σύνθεση του κάθε δείγματος.

Πίνακας 5 Μεταβολή της υγρασίας του ενσιρώματος με το χρόνο

α/α ενσιρώματος	Υγρασία Ενσιρώματος (%)							
	Ημέρα							
Ημέρα	1	5	10	20	30	60	120	300
1	67,87	67,66	67,31	68,12	68,56	69,32	68,11	69,32
2	67,90	67,61	67,61	60,18	60,62	68,45	69,45	68,45
3	68,40	67,28	67,71	67,48	67,92	67,98	67	67,98
4	68,02	68,36	68,55	68,53	68,97	68,15	69,01	68,15
5	68,13	67,10	67,2	68,55	68,99	69,22	69,55	69,22
6	68,28	67,05	67,42	68,28	68,72	68,55	69,15	68,55
7	67,76	66,87	66,27	67,56	68,01	69,12	70,22	69,12
8	67,47	67,43	67,73	68,48	68,92	68,56	68,11	68,56
9	67,65	67,92	67,99	68,68	69,13	68,12	67,55	68,12
10	68,14	67,81	67,86	67,55	67,99	68,15	69,15	68,15
11	67,68	67,93	68,00	68,86	69,31	68,80	69,11	68,80
12	68,21	68,53	68,55	68,52	68,96	69,54	68,11	69,54

### TKN

Τα δείγματα αναλύονται για τον προσδιορισμό του αζώτου που υπάρχει στην διάρκεια της ενσίρωσης. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 1 ορισμένα δείγματα είχαν ουρία ενώ άλλα όχι. Για την δημιουργία όλων των συνθέσεων ενσίρωσης χρησιμοποιήθηκε ελαιόκαρπος στην ίδια συγκέντρωση σχεδόν 85% του συνολικού ενσιρώματος. Στην περίπτωση 1 όπου δεν υπάρχει ουτε ουρία ούτε μελάσα η συγκέντρωση TKN του ενσιρώματος οφείλεται αποκλειστικά στον ελαιόκαρπο και το άχυρο. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της ουρίας και της

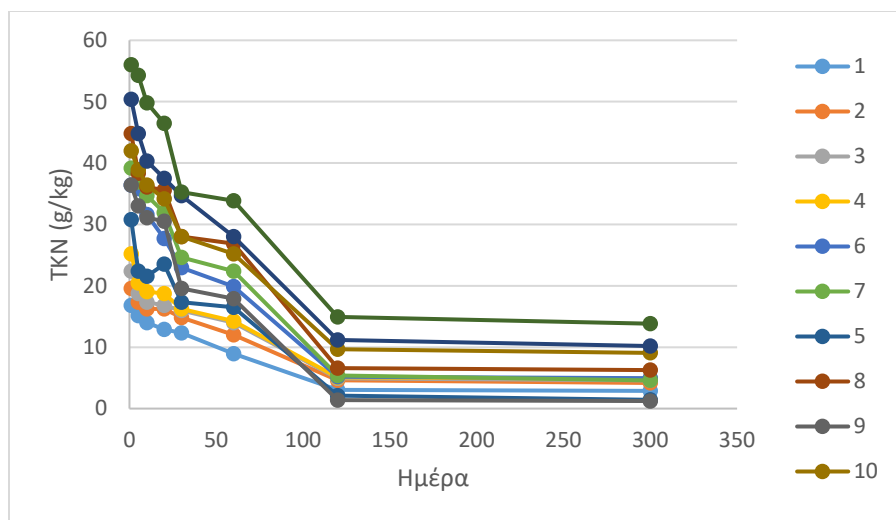


μελάσας αυξάνεται και η συγκέντρωση του TKN στα δείγματα. Η συγκέντρωση του οργανικού αζώτου μειώνεται με το χρόνο σε όλες τις περιπτώσεις όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 6 και Σχήμα 2. Τα εμβόλια τείνουν να μειώνουν την περιεκτικότητα του ενσιρώματος σε άζωτο μέσω ζύμωσης και της διάσπασης πρωτεϊνών, καθώς και στην προσπάθεια ανάκτησης ξηρή βιομάζας (Ellis et al., 2016; Henderson, 1993; Okoye et al., 2023; Spoelstra and Hindle, 1989)

*Πίνακας 6 Μεταβολή TKN ξηρού ενσιρώματος (Στερεά 1) δείγματος που είχε πάει για ξήρανση στο χρόνο τη μέρα 1 το δείγμα ήταν 0.01 g, στις 5,10,20,30,60 d το δείγμα είναι 0.1g ενώ στις ημέρες 120 και 300d είναι 1g*

α/α	TKN (g/kg)							
	Ημέρα							
ενσιρώματος	1	5	10	20	30	60	120	300
1	16,8	15,1	14,0	12,9	12,3	9,0	3,0	2,9
2	19,6	17,4	16,2	16,2	14,8	12,0	4,6	4,2
3	22,4	18,8	17,4	16,8	16,0	14,0	4,9	4,6
4	25,2	20,4	19,0	18,8	16,2	14,3	5,1	4,9
5	30,8	22,4	21,6	23,5	17,4	16,5	2,1	1,4
6	36,4	35,8	31,6	27,7	23,0	19,9	5,2	5,0
7	39,2	37,0	34,7	31,9	24,6	22,4	5,4	4,6
8	44,8	38,4	36,1	35,6	28,0	26,9	6,6	6,3
9	36,4	33,0	31,1	30,5	19,6	17,9	1,4	1,2
10	42,0	38,9	36,4	34,2	28,0	25,2	9,7	9,1
11	50,4	44,8	40,3	37,5	34,7	28,0	11,2	10,2
12	56,0	54,3	49,8	46,5	35,3	33,9	15,0	13,8

Σημείωση: τη μέρα 1 το δείγμα ήταν 0,01 g, στις 5,10,20,30,60 d το δείγμα είναι 0,1g ενώ στις ημέρες 120 και 300 είναι 1g.



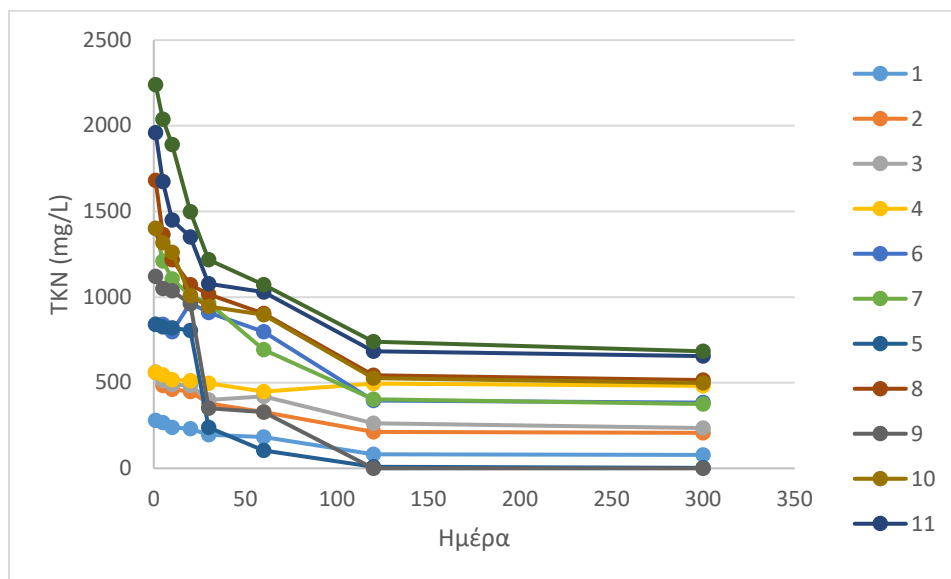
Σχήμα 2 Μεταβολή συγκέντρωσης TKN ξηρού ενσιρώματος (Στερεά 1)

Η συγκέντρωση του TKN στο Υγρό 2 μειώνεται με το χρόνο σε όλες τις περιπτώσεις όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 7 και το Σχήμα 3. Στην περίπτωση 1 όπου δεν υπάρχει ούτε ουρία ούτε μελάσα η συγκέντρωση TKN του ενσιρώματος οφείλεται αποκλειστικά στον ελαιόκαρπο και το άχυρο. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της ουρίας και της μελάσας αυξάνεται και η συγκέντρωση του TKN στα δείγματα. Η συγκέντρωση του TKN είναι κατά 8 φορές περισσότερη συγκρίνοντας το δείγμα 12 και 1 την πρώτη ημέρα, ωστόσο μετά από 30 ημέρες είναι 6,2 φορές υψηλότερη.

Πίνακας 7 Μεταβολή TKN υγρού ενσιρώματος με το χρόνο με δειγμα 20 ml σε όλες τις περιπτώσεις και αραιώση 1:200 τη μερα 0, 1:5 τις ημέρες 5,10,20,30 και 60 και 1:2 τις υπόλοιπες ημέρες.

α/α ενσιρώματος	TKN (mg/L)							
	Ημέρα							
	1	5	10	20	30	60	120	300
1	280	266	238	231	196	182	81	78
2	560	483	462	448	378	329	213	207
3	560	511	490	483	399	420	263	235
4	560	546	518	511	497	448	495	482
5	840	826	819	805	238	105	8,4	2,8
6	840	840	798	966	910	798	395	384
7	1400	1211	1106	1008	966	693	403	375
8	1680	1365	1218	1071	1015	903	543	515
9	1120	1050	1036	959	350	329	0	0
10	1400	1316	1260	1008	945	896	527	498
11	1960	1673	1449	1351	1078	1029	683	655
12	2240	2037	1890	1498	1218	1071	739	683

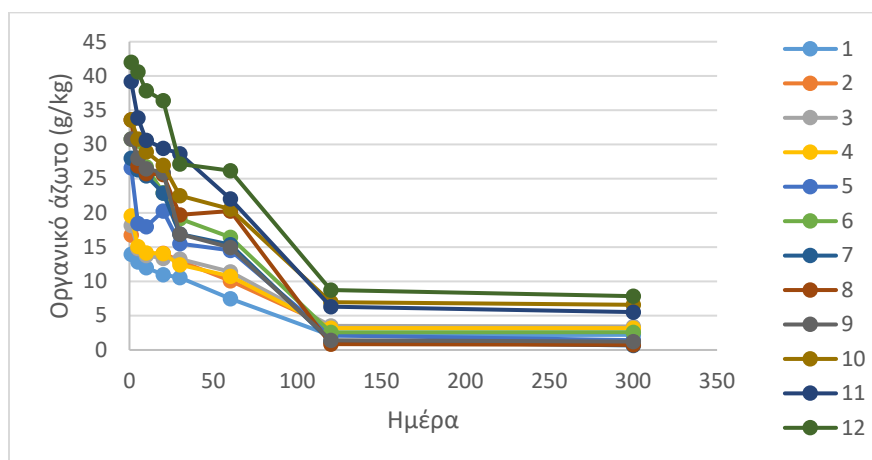
Σημείωση : Το δείγμα σε όλες τις περιπτώσεις είναι 20 mL και αραίωση 1:200 την ημέρα 0, 1:5 τις ημέρες 5, 10, 20, 30 και 60 και 1:2 τις υπόλοιπες ημέρες



Σχήμα 3 Μεταβολή συγκέντρωσης TKN υγρού ενσιρώματος (Υγρό 2)

#### Οργανικό άζωτο

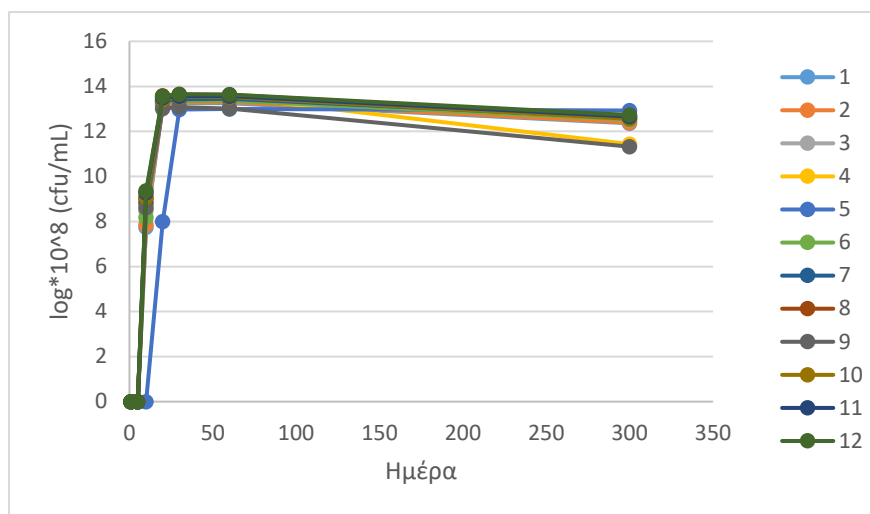
Το οργανικό άζωτο μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ενσίρωσης με αντίστοιχο τρόπο με το TKN. Υψηλότερη συγκέντρωση οργανικού φορτίου απαντάται στις περιπτώσεις με την μεγαλύτερη συγκέντρωση ουρίας (9,10,11,12). Παρατηρείται μια πτωτική τάση μέχρι την ημέρα 120, ωστόσο έπειτα η συγκέντρωση του οργανικού φορτίου σταθεροποιείται με συγκεντρώσεις από 0,8 ως 7,8 g/kg.



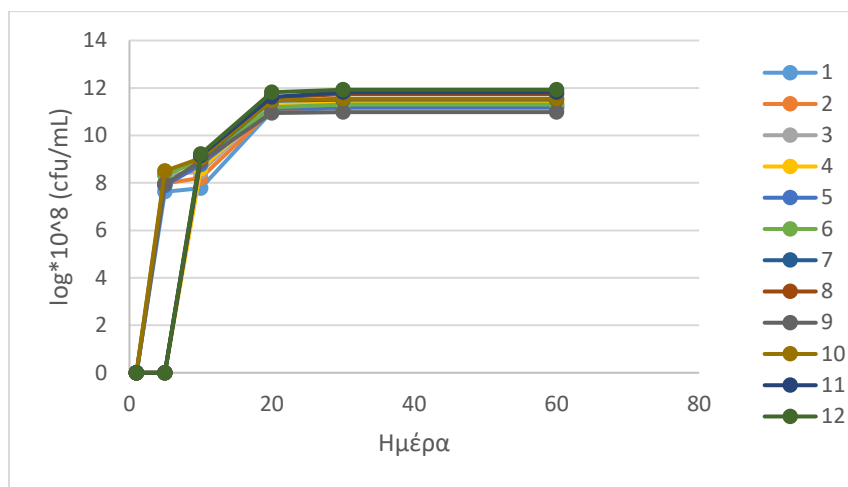
Σχήμα 4 Μεταβολή συγκέντρωσης οργανικού αζώτου ξηρού ενσιρώματος (Στερεά 1)

### Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Ο μικροβιολογικός πληθυσμός αυξάνεται κατά την διάρκεια της ενσίρωσης η ύπαρξη του εμβολίου οδηγεί σε υψηλότερο αρχικό πληθυσμό και επιταχύνει την ενσίρωση (Ellis et al., 2016). Υψηλότερη αύξηση στον πληθυσμό των λακτοβάκιλλων και των ζυμών παρατηρείται στις καλλιέργειες 11 και 12, ενώ ο πληθυσμός της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας είναι υψηλότερος στις καλλιέργειες 8 και 12. Σε όλες τις περιπτώσεις χαμηλότερος πληθυσμός απαντάται στις περιπτώσεις ενσίρωσης 5 και 9. Σε σύγκριση μεταξύ του υψηλότερου και του χαμηλότερου πληθυσμού παρατηρείται ότι η περίπτωση 12 είναι κατά 90% περισσότερος στους λακτοβάκιλλους και τις ζύμες ενώ η ολική μεσόφιλη χλωρίδα είναι κατά 77% υψηλότερη.

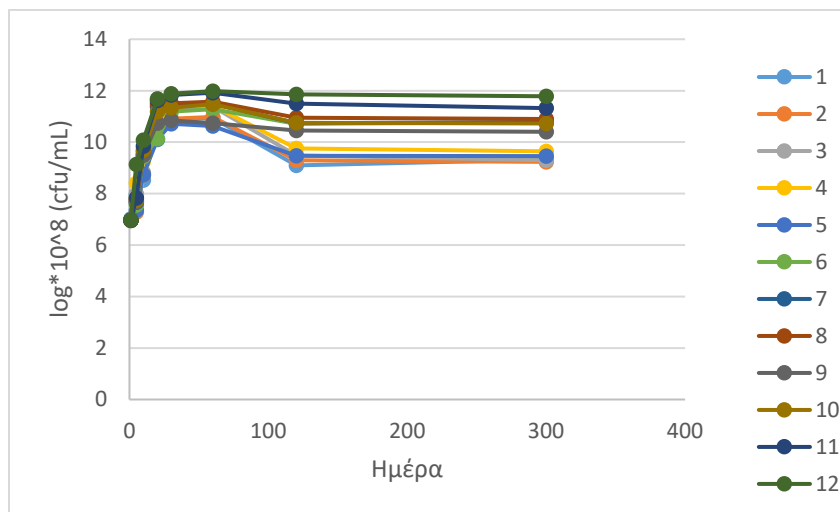


Σχήμα 5 Μεταβολή πληθυσμού Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας ενσιρωμάτων σε λογαριθμική κλίμακα



Σχήμα 6 Μεταβολή πληθυσμού ζυμών ενσιρωμάτων σε γραμμική και λογαριθμική κλίμακα

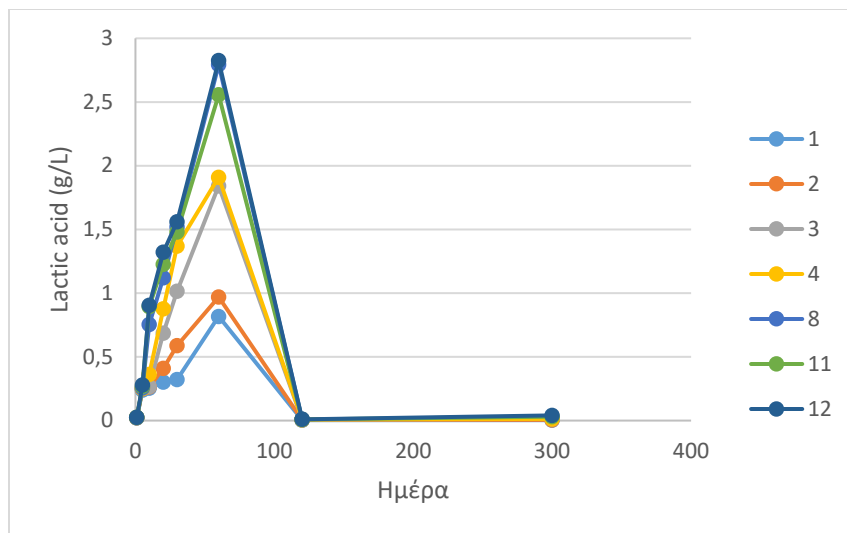
Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών φαίνεται να σταθεροποιείται μετά τον πρώτο μήνα της ενσίρωσης (30 ημέρες). Επομένως, το πλήθος των μικροοργανισμών ενδέχεται να έχει μειωμένη μεταβολή με την πάροδο του χρόνου όπως παρατηρήθηκε και από τους Petrotos et al., (2021).



Σχήμα 7 Μεταβολή πληθυσμού λακτοβάκιλλων ενσιρωμάτων σε λογαριθμική κλίμακα

#### Γαλακτικό οξύ

Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης της μελάσας όπως έχει αναφερθεί από τους Abarghoei et al., (2011). Ενδεικτικά, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 11 η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος είναι κατά 4 φορές υψηλότερη όπου η συγκέντρωση της μελάσας είναι κατά 4% υψηλότερη. Με την αύξηση της ουρίας αυξάνεται παράλληλα και η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος. Παρόλο που η συγκέντρωση του γαλακτικού αυξάνεται κατά 12% από την περίπτωση 12 και 4, ωστόσο η συγκέντρωση του γαλακτικού είναι κατά 2% υψηλότερη στην περίπτωση 12 από ότι στην 8.



Σχήμα 8 Μεταβολή συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος με το χρόνο.

Από την ημέρα 60 και μετά παρατηρείται ότι η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος μειώνεται και στην συνέχεια σχεδόν μηδενίζεται ( $<0,1$  g/L), ενώ την ίδια στιγμή ο πληθυσμός των λακτοβάκιλλων παραμένει σταθερός πιθανό γιατί σχηματίζονται βουτρικό οξύ πλέον από τους λακτοβάκιλλους (Moon, 1984).

## B. Παρασκευή ενσίρωματος μεγάλης κλίμακας

Η παραπάνω πειραματική διαδικασία ανέδειξε την κατάλληλη αναλογία ενσίρωσης. Σύμφωνα με την παραπάνω πειραματική διαδικασία διαπιστώθηκε ότι οι περιπτώσεις 8, 11 και 12 (Πίνακας 1), σχηματίζουν ενσίρωμα με τις βέλτιστες αναλογίες. Η μελάσα ευνοεί την διαδικασία της ενσίρωσης με αναλογικό τρόπο. Η αυξημένη συγκέντρωση της κατά την Παρασκευή ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών αυξάνοντας την ίδια στιγμή και την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος. Επομένως, η βέλτιστη περίπτωση ενίρωσης είναι η περίπτωση 12 για το λόγο αυτό όταν ήταν απαραίτητη η ενσίρωση μεγάλης κλίμακας για την διατροφή των προβάτων επιλέχθηκε αυτή η αναλογία.

Το υλικό μεγάλης κλίμακας ενσιρώθηκε στο Αγρίνιο στις 27/11/2023. Πιο συγκεκριμένα για την παρασκευή ενσίρωματος χρησιμοποιήθηκαν 1200 kg ελαιοπυρήνα, 200 kg αχύρου, 10 kg μελάσσα, 2,4 kg ουρίας και 7 g εμβολίου. Το ενσίρωμα συσκευάστηκε σε 70 σάκους ενσίρωματος πολυαιθυλενίου (20 kg/σάκος) και δείγμα από το ενσίρωμα μετρήθηκε στο εργαστήριο χωρίς να έχει εφαρμοστεί κενό. Ο σάκος είχε συμπιεστεί για να φύγει ο αέρας και είχε δεθεί. Από το σάκο λήφθηκε δείγμα και μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά του ενσίρωματος την 1<sup>η</sup> και 16<sup>η</sup> ημέρα. Στις 18/1/2024 έγινε η ενσάκιση του ενσίρωματος στο Αγρίνιο και τέσσερις σάκοι μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Στις 22/1/2024 ανοίχτηκε ένας από τους σάκους και λήφθηκε δείγμα ενσίρωματος για να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά του (ημέρα 57). Στις 1/4/2024 ανοίχτηκε ξανά ο ίδιος σάκος και λήφθηκε δείγμα ενσίρωματος για να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά του (Ημέρα 160). Επειδή είχε περάσει μεγάλο χρονικό διάστημα από τότε που παραλάβαμε το αρχικό ενσίρωμα και θέλαμε να διαπιστώσουμε ότι η ποιότητα που έχουμε παραμένει η ίδια ανοίξαμε νέο σακί ενσίρωματος. Το ενσίρωμα το παραλάβαμε 25/04/2024 και οι μετρήσεις του έγιναν στις 26/4/2024 (Ημέρα 185) και 10/5/2024 (Ημέρα 199). Τέλος ανοίχτηκε άλλος σάκος ενσίρωματος ορισμένο στον οποίο παρατηρήθηκε ύπαρξη μούχλας στις 17/12/2024 (Ημέρα 385).

Με την πάροδο της πειραματικής διαδικασίας κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί και μια δεύτερη ενσίρωση μεγάλης κλίμακας με την ίδια σύσταση (20/1/2025), για να είναι αρκετό το υλικό για την τροφοδότηση των προβάτων στην τρίτη περίοδο.

## Αποτελέσματα

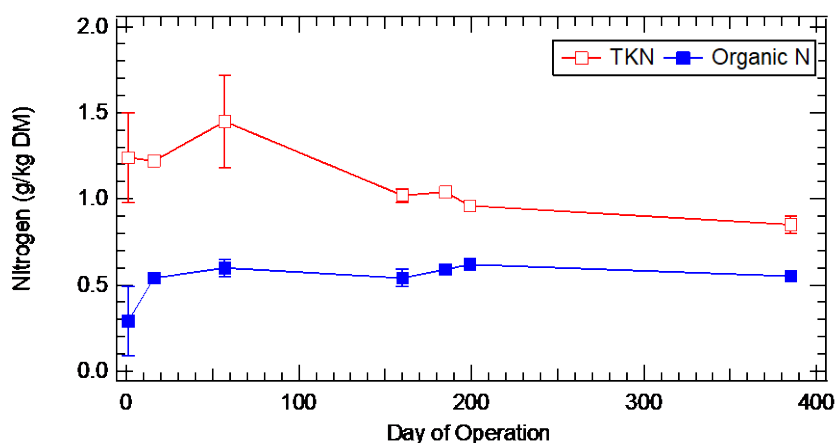
Η επιθυμητή υγρασία ήταν σε όλες τις περιπτώσεις 68%, ωστόσο με την τα αποτελέσματα (Πίνακας 8) έδειξαν ελαφρά αυξημένη υγρασία στα δείγματα (69%). Η ελαφρώς υψηλότερη υγρασία δεν φαίνεται να επηρεάζει τα αποτελέσματα της ενσίρωσης, καθώς είναι μέσα στα όρια επιθυμητής υγρασίας της ενσίρωσης (67-72%).

Πίνακας 8 Αποτελέσματα πειραματικών διεργασιών ενσιρώματος μεγάλης κλίμακας

Χαρακτηριστικό	Ημέρα (Ημερομηνία)						
	1 (28-11-2023)	16 (12-12-2023)	57 (22-1-2024)	160 (1-4-2024)	185 (26-4-2024)	199 (10-5-2024)	385 (17-12-2024)
Υγρασία (%)	69,5	69,7	69,5	69,7	69,4	69,7	67,5
pH	5,00	4,52	4,52	4,86	4,78	4,65	4,67
Οξύτητα (g/kg)	5,55 ± 0,25	17,4±0,35	17,3±0,15	17,75±0,25	11,4 ±0,05	9,99±0,03	8.33±0,11
Οξύτητα (g/kg DM)	7,97±0,07	24,90±0,11	24,09±0,18	24,02±0,48	13,13 ±0,075	12,41±0,05	12,54±0,3
TKN Στερεά 1 (g/kg)	1,24±0,26	1,22±0,014	1,45±0,27	1,02±0,04	1,04±0,03	0,96±0,01	0,85±0,05
TKN liquid 3 (mg/L)	1500±56	1400±78	1253±224	560±63	480±11	355±25	238±9
NH <sub>3</sub> -N Στερεά 1 (g/kg)	0,95±0,20	0,68±0,01	0,58±0,05	0,48±0,05	0,45±0,03	0,34±0,03	0.30±0.03
NH <sub>3</sub> -N liquid 3 (mg/L)	91±1,6	88±2,6	75±1,11	63±2,25	58±4,2	50±5,1	44±1,5
Λακτοβάκิลλοι (cfu/mL)		2,22x10 <sup>9</sup>	5,33x10 <sup>9</sup>			2,5x10 <sup>9</sup>	11 x 10 <sup>4</sup>
Γαλακτικό οξύ (g/L)	0,26±0,014		0,67±0,012	1,06 ±0,002	1,38±0,03	1,57±0,10	1,08±0
NDF (%)	59,26 ±0,17	58,25	58,08	57,94	56,98	56,26±0,24	57,24±0,87

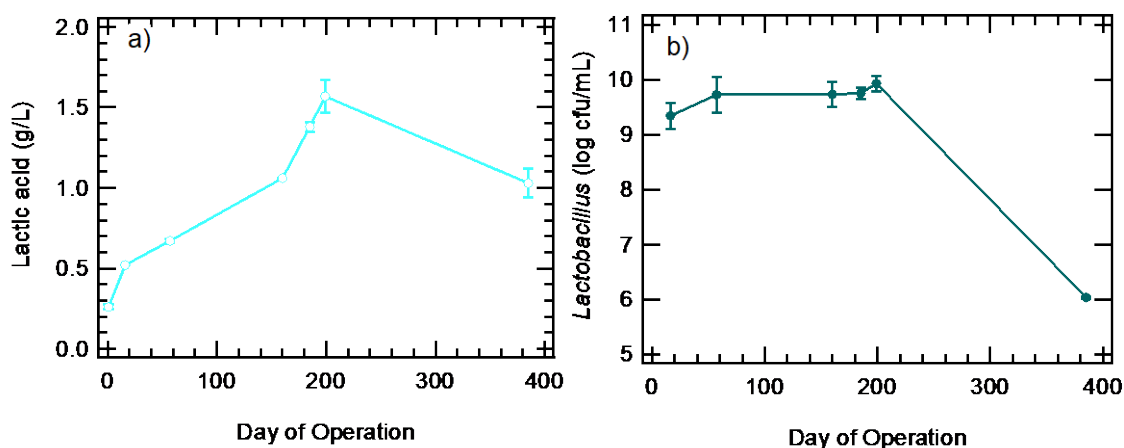
Το pH παρέμεινε κάτω από 5 καθόλη της πειραματική διαδικασία ωστόσο μετά την ημέρα 160 παρατηρείτε μια μικρή αύξηση. Η μεταβολή του pH επηρεάζει και την οξύτητα του δείγματος (Zhao et al., 2019). Παρατηρείται ότι ενώ η οξύτητα αυξανόταν ως την ημέρα 160 έπειτα η οξύτητα μειώθηκε σχεδόν στο μισό. Παρατηρείται επίσης η αλλαγή στη συγκέντρωση αζώτου (Πίνακα 8). Ενώ το TKN αρχικά μειωνόταν στην συνέχεια παρατηρείται μια ελαφρά αύξηση στην ημέρα 57 (Σχήμα 9). Μετά την ημέρα 57 παρατηρείται σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης. Σε αντίθεση από το TKN, το οργανικό άζωτο αυξήθηκε ελαφρώς κατά τη διάρκεια των 15 ημερών και στη συνέχεια σταθεροποιήθηκε σε 0,5 g/kg DM.





Σχήμα 9 Μεταβολή συγκέντρωσης TKN και Οργανικού αζώτου ξηρού ενσιρώματος (Στερεά 1)

Η προσθήκη μελάσας ενισχύει την παραγωγή γαλακτικού οξέος, η οποία δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τον πολλαπλασιασμό των *Lactobacillus* (Zhao et al., 2019). Οι *Lactobacillus* καθόλη την πειραματική διαδικασία δεν φαίνεται να αυξάνουν πολύ τον πληθυσμό τους. Ωστόσο η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος συνεχίζει να αυξάνεται καθόλη την πειραματική διαδικασία, καθώς έπειτα από 200 ημέρες έχει αυξησει την συγκέντρωση του κατά 6 φορές με τελική συγκέντρωση 1,57 g/L (Σχήμα 10).



Σχήμα 10 Συγκέντρωση α) Γαλακτικού οξέος και β) Πληθυσμού γαλακτοβακίλλων στην πιλοτική κλίμακα. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέση  $\pm$  τυπική απόκλιση (SD) ( $n=3$ )

Η περιεκτικότητα σε ουδέτερες ινώδης ενώσεις (NDF) παραμένει σχεδόν σταθερή καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας με ελαφρώς αυξητική τάση. Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε NDF κυμένεται από 60 σε 56%. Η αύξηση του ποσοστού των ινών πιθανό να οφείλεται στα οργανικά οξέα και στο γαλακτικό οξύ (Al-ghuraibawi and Sundos, 2022).

Τα πειραματικά αποτελέσματα της δεύτερης διεργασίας ενσίρωσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9 Αποτελέσματα πειραματικών διεργασιών ενσίρωματος μεγάλης κλίμακας δεύτερη παρασκευή

Χαρακτηριστικό	Ημέρα (Ημερομηνία)		
	2d (20-1-25)	34d (21-2-25)	73d (31-3-2025)
Υγρασία (%)	74.7	72.56	73.29
pH	5.41	4.57	4.70
Οξύτητα (g/kg)	4.95±0.07	11.05±0.07	11.23 ± 0.1
Οξύτητα (g/kg DM)	6.62±0.07	15.22±0.07	13.07 ± 0.93
TKN Στερεά 1 (g/kg)	11.34±0.084	8.5±0.182	8.43 ±0.14
TKN liquid 3 (mg/L)	115.5±0.7	89.6±2.8	48.5 ±3.7
NH <sub>3</sub> -N Στερεά 1 (g/kg)	0.95±0.056	0.29±0.07	0.2 ± 0.028
NH <sub>3</sub> -N liquid 3 (mg/L)	22.4±1.12	14±2.8	13.07 ± 0.93
Λακτοβάκιλλοι (cfu/mL)	40 x 10 <sup>4</sup>	170	>10 <sup>16</sup>
NDF (%)	59,3 ±0.17	58,27 ±0.08	57,11 ± 0.81

## Γ. Χαρακτηριστικά υλικών τροφοδότησης προβάτων

Η διατροφή των προβάτων περιλαμβάνει μερικώς την τροφοδότηση με ενσίρωμα. Τα υπόλοιπα υλικά τροφοδότησης περιλαμβάνουν άχυρο, τριφύλλι και φύραμα γαλακτοπαραγωγής. Τα υλικά τροφοδότησης διαφοροποιούνται ως προς την σύσταση τους όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 10. Το άχυρο και το τριφύλλι περιέχουν περίπου 3 και 2 φορές μικρότερη συγκέντρωση αζώτου σε σύγκριση με το φύραμα. Ωστόσο τα λίπη που εμπεριέχουν είναι λιγότερο από 1%. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ίνες, το φύραμα εμπεριέχει το μικρότερο ποσοστό 80 και 45% σε NDF και ADF, αντίστοιχα αλλά τα ποσοστά των ινών στο άχυρο και το τριφύλλι είναι μεγαλύτερα. Τα συστατικά τροφοδότησης διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή και την ανάπτυξη της καλλιέργειας (Li et al., 2023; McDonald, 1982). Η φάση ανάπτυξης του τριφυλλιού και του αχύρου κατά την συλλογή καθώς και η φάση την χρονική διάρκεια της ενσίρωσης μπορεί να επηρεάσουν την αναπτυξη των λακτοβάκιλλων κατά 52% (Li et al., 2023).

Πίνακας 10 Σύσταση υλικών τροφοδότησης

Υλικό	TKN (g/kg)	Oils (%)	NDF(%)	ADF(%)	ASH(%)
Τριφύλλι	10,88 ± 0,63	0,49 ± 0,01	95,86± 0,65	84,70 ±0,82	32,4 ± 1,8
Φύραμα	22,87 ± 0,04	0,82 ± 0,005	80,08± 0,16	44,50 ±1,81	62,17 ± 10,1

## Δ. Τροφοδότηση προβάτων

Για την αξιολόγηση των ενσιρωμάτων σε πρόβατα έγινε επιλογή και σήμανση 20 θηλυκών προβάτων Φριζάρτα ηλικίας 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> γαλακτικής περιόδου από την εκτροφή του Κουμάση Γεωργίου στη Παντάνασα Αιτωλοακαρνανίας, μέλους του Αγροτικού Κτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Δυτικής Ελλάδας. Δημιουργήθηκαν διαφορετικές ομάδες προβάτων (κόκκινο και μπλέ περιλαίμιο) όπου τροφοδοτούταν με διαφορετικά υλικά. Αναλυτικότερα το ημερήσιο σιτηρέσιο και η συνολική ημερήσια κατανάλωση παρουσιάζονται στους Πίνακες 11 και 12

Πίνακας 11 Συσταση διατροφής προβάτων υποομάδας μάρτυρα (κόκκινο περιλαίμιο)

Ζωοτροφή	Κατηγορία	Ποσότητα (kg)
Μηδική: 10 x 1,5 = 15 kg/ημέρα	Μηδική - Τριφύλλι	1,50
Άχυρο: 10 x 0,4 = 4 kg/ημέρα	Άχυρο	0,40
Φύραμα: 10 x 1,26 = 12,6 kg/ημέρα	Καρπός	1,26
<b>Σύνολο</b>		<b>3,16/Ζώο</b>

Πίνακας 12 Συσταση διατροφής προβάτων υποομάδας πειράματος (μπλέ περιλαίμιο)

Ζωοτροφή	Κατηγορία	Ποσότητα (kg)
Μηδική: 10 x 1,5 = 15 kg/ημέρα	Μηδική - Τριφύλλι	1,50
Άχυρο: 10 x 0,2 = 2kg/ημέρα <b>Ενσίρωμα: 10 x 0,5= 5kg/ημέρα</b>	Άχυρο <b>Ενσίρωμα</b>	0,20 <b>0,50<sup>+</sup></b> <b>0,75<sup>++</sup></b>
Φύραμα: 10 x 1,26 = 12,6 kg/ημέρα	Καρπός	1,26
<b>Σύνολο</b>		<b>3,46/Ζώο</b>

<sup>+</sup> 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> περίοδος.

<sup>++</sup> 3<sup>η</sup> περίοδος.

Η τροφοδότηση των προβάτων πραγματοποιήθηκε σε τρεις περιόδους. Κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων περιόδων το ενσίρωμα αποτελούσε το 14% της τροφής των προβάτων στο κοπάδι του πειράματος. Στην τρίτη περίοδο το ενσίρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 0,75 kg/d, που αντιστοιχεί στο 20% της τροφής. Η πρώτη περίοδος περιλάμβανε τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο 2024. Η δεύτερη περίοδος Οκτώμβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο 2024 και Ιανουάριο 2025. Η τρίτη περίοδος περιελάμβανε τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο 2025. Κατά τη διάρκεια της κάθε τροφοδότησης, όπως φαίνονται και στους Πίνακες 13 και 14 (1<sup>η</sup>

περίοδο), στους Πίνακες 16 και 17 (2<sup>η</sup> περίοδο), και στους Πίνακες 19 και 20 (3<sup>η</sup> περίοδο), σε κάθε πρόβατο μετρίονταν το βάρος, το γάλα που παρήγαγε ημερησίως καθώς και η περιεκτικότητα του γαλακτος σε λίπη, στερεά, πρωτεΐνες και λακτόζη.

Με βάση τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας θέλαμε να εξετάσουμε αν οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των τιμών είναι στατιστικά σημαντικές, αν δηλαδή η διαφοροποίηση στις τιμές επιδρά στην ανάπτυξη και παραγωγή των προβάτων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η one way Anova (ανά μήνα) και Mixed one way Anova (για το σύνολο της περιόδου) στο πρόγραμμα SPSS. Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις αναφέρονται αναλυτικά στους Πίνακες 15 (1<sup>η</sup> περίοδος), 18 (2<sup>η</sup> περίοδος) και 21 (3<sup>η</sup> περίοδος).

### Πρώτη Περίοδος

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το κοπάδι πειράματος αυξάνει το βάρος κατά μέσον όρο 2,09 kg/ζώο.τρίμηνο, ενώ το κοπάδι μάρτυρας αυξάνει το βάρος κατά μέσον όρο 0,54 kg/ζώο.τρίμηνο για όλη την 1<sup>η</sup> περίοδο. Δηλαδή αύξηση 2,7% και 0,7%, για το κοπάδι πειράματος και μάρτυρα, αντίστοιχα. Η ημερήσια ποσότητα γάλακτος κάθε ζώου μειώνεται με την πάροδο των μηνών του κοπαδιού πειράματος κατα μέσον όρο κατά 0,86, 0,94 και 2,8%, το Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο αντιστοίχα, σε σύγκριση με την ημερήσια ποσότητα γάλακτος κάθε ζώου του κοπαδιού μάρτυρα.

Πίνακας 13 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας μάρτυρα (κόκκινο περιλαίμιο)

	Βάρος (kg)			Γαλα (L/d)			Λίπη (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΚΟΚΚΙΝΟ)</b>	72.40	74.60	74.90	1.60	1.40	1.20	5.64	13.58	7.23	9.75	10.82	11.58	4.50	5.11	5.54	3.73	4.13	4.61
	75.20	70.60	71.20	1.60	1.40	1.40	6.87	8.21	7.14	11.70	11.29	11.55	5.54	5.33	5.51	4.53	4.40	4.56
	76.60	77.50	78.00	2.00	1.75	1.40	9.60	8.47	8.35	11.17	12.92	10.29	5.22	6.14	4.94	4.32	5.09	4.09
	65.00	64.00	64.90	1.65	1.65	1.10	8.38	9.55	8.91	10.23	11.00	11.33	4.72	5.15	5.41	3.95	4.26	4.49
	68.80	69.80	70.00	1.45	1.65	1.20	8.12	6.87	7.36	12.31	12.11	11.38	5.83	5.75	5.48	4.82	4.77	4.50
	76.00	76.50	77.20	2.40	1.50	1.40	9.60	8.13	7.78	11.91	9.56	11.38	5.60	4.46	5.43	4.63	3.69	4.51
	67.60	68.50	68.80	1.55	1.50	1.40	9.57	10.88	8.86	12.01	11.25	11.36	5.66	5.35	5.43	4.68	4.33	4.53
	78.60	78.40	79.10	1.80	1.75	0.95	6.87	6.96	6.76	11.77	12.90	12.51	5.58	6.15	6.00	4.61	5.09	4.97
	80.00	80.00	80.10	1.90	1.65	1.25	6.85	9.21	9.03	11.76	10.62	11.41	5.57	4.97	5.44	4.61	4.11	4.51
	79.00	80.00	80.40	1.50	1.75	1.25	6.97	10.87	8.89	12.00	11.22	12.22	5.69	5.34	5.86	4.71	4.33	4.85
<b>M.O</b>	<b>73.92</b>	<b>73.99</b>	<b>74.46</b>	<b>1.75</b>	<b>1.60</b>	<b>1.26</b>	<b>7.85</b>	<b>9.27</b>	<b>8.03</b>	<b>11.46</b>	<b>11.37</b>	<b>11.50</b>	<b>5.38</b>	<b>5.38</b>	<b>5.50</b>	<b>4.46</b>	<b>4.42</b>	<b>4.56</b>

Πίνακας 14 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας πειράματος (μπλε περιλαίμιο)

	Βάρος (kg)			Γάλα (L/d)			Λίπη (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24	3/24	4/24	5/24
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΜΠΛΕ)</b>	72.6	72.5	73.4	2	1.5	1.2	8.16	7.32	9.49	10.73	11.61	11.56	5.04	5.5	5.53	4.17	4.55	4.61
	84.8	86	86.3	1.7	1.65	1.1	10.81	9.63	9.02	10.53	11.11	11.1	4.98	5.22	5.3	4.04	4.43	4.39
	82.5	82.5	82.6	1.55	1.5	1.3	9.08	10.3	7.95	12.45	10.23	11.35	5.39	4.79	5.43	4.45	4.14	4.51
	69.1	68.6	69.2	1.45	1.4	1.2	8.41	8.02	7.24	11.06	11.67	11.52	5.2	5.51	5.51	4.3	4.56	4.56
	69.2	69.5	70.2	1.9	1.5	1.15	8.11	8.27	8.43	11.48	11.48	11.41	5.42	5.41	5.45	4.48	4.48	4.51
	83.4	85.5	85.6	1.8	1.65	1.05	9.08	6.46	7.21	12.17	10.65	11.88	5.74	4.99	5.64	4.75	4.15	4.66
	73.8	74.1	74.9	1.6	1.9	1.45	8.08	7.19	7.05	10.88	11.67	12.05	5.11	5.52	5.77	4.22	4.57	4.81
	80.9	82.6	82.8	1.6	1.5	1.45	6.34	9.6	8.07	12.53	11.2	11.93	5.96	5.26	5.7	4.93	4.44	4.74
	81.7	82	82.7	2.2	1.5	1.15	8.77	9.3	8.88	11.08	11.89	11.35	5.21	5.58	5.42	4.31	4.61	4.49
	71.7	84.8	82.2	1.5	1.75	1.15	3.81	7.89	6.7	4.7	11.33	12.01	2.13	5.34	5.73	1.77	4.42	4.75
<b>M.O</b>	<b>76.97</b>	<b>78.81</b>	<b>78.99</b>	<b>1.73</b>	<b>1.59</b>	<b>1.22</b>	<b>8.07</b>	<b>8.40</b>	<b>8.004</b>	<b>10.76</b>	<b>11.28</b>	<b>11.62</b>	<b>5.02</b>	<b>5.31</b>	<b>5.55</b>	<b>4.14</b>	<b>4.44</b>	<b>4.60</b>

Επιπλέον, η ποιότητα του γάλακτος διαφοροποιείται. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπη του κοπαδιού πειράματος κατά μέσον όρο τον πρώτο μήνα αυξάνεται κατά 2,8% και τους επόμενους μήνες μειώνεται κατά 9,4% και 0,4% αντίστοιχα. Ωστόσο, η περιεκτικότητα του λίπους στο γάλα στο κοπάδι του μάρτυρα αυξήθηκε κατά 2,3 % από το Μάρτιο ως το Μάιο. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτείνες του κοπαδιού πειράματος κατα μέσον όρο τους δύο πρώτους μήνες μειώνεται κατά 6,87% και 1,3% ενώ τον τρίτο μήνα αυξάνεται κατά 0,9%. Επομένως, η συνολική αύξηση των πρωτεινών στο κοπάδι πειράματος αυξάνεται κατά 9,55% ενώ μόλις κατά 2,3 στο κοπάδι του μάρτυρα. Ανάλογη παρατήρηση έκαναν και οι Tzamaloukas et al., (2015) εξετάζοντας διαφορετικό κοπάδι και με 10% ποσότητα ενσίρωματος στην τροφή τους. Τέλος, ανάλογη αύξηση παρατηρείται και στη λακτόζη του γάλακτος.

Η σύγκριση του κοπαδιού μάρτυρα και πειράματος ανά μήνα έδειξε ότι οι διαφοροποιήσεις των τιμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ( $p\text{-value}>0.05$ ). Αναλύοντας την συνολική διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας φαίνεται ότι το βάρος δεν είναι οριακά στατιστικά σημαντικό ( $p\text{-value}=0,053>0.05$ ). Επίσης, το βάρος φαίνεται να είναι η κύρια παράμετρος στην σύγκριση των προβάτων που τροφοδοτούνται με ενσίρωμα καθώς κάθε μήνα το βάρος φαίνεται να έχει τη μικρότερη τιμή από τις άλλες παραμέτρους.

*Πίνακας 15 Έλεγχος σημαντικότητας ( $p\text{-value}$ ) διαφοροποίησης τιμών σε σύγκριση με τα προβατα που τροφοδοτούνται με ενσίρωμα και μαρτυρες σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.*

Χαρακτηριστικά	3/24	4/24	5/24	Όλη περίοδος
<b>Βάρος(Kgs)</b>	0.183	0.180	0.201	<b>0.053</b>
<b>Γάλα (L/d)</b>	0.678	0.710	0.973	0.651
<b>Λίπη (%)</b>	0.982	0.936	0.273	0.857
<b>Στερεά(%)</b>	0.311	0.371	0.104	0.430
<b>Πρωτείνες (%)</b>	0.412	0.501	0.111	0.358
<b>Λακτοζη(%)</b>	0.356	0.447	0.527	0.457

### Δεύτερη Περίοδος

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το κοπάδι πειράματος αυξάνει το βάρος κατά μέσον όρο 3 kg/ζώο.τετράμηνο, ενώ το κοπάδι μάρτυρας αυξάνει το βάρος κατά μέσον όρο 1,2 kg/ζώο.τετράμηνο (Οκτώβριο-Νοέμβριο-Δεκεμβρίο 2024-Ιανουάριο 2025). Η ημερήσια ποσότητα γάλακτος κάθε ζώου μειώνεται με την πάροδο των μηνών του κοπαδιού πειράματος και μάρτυρα ανεξάρτητα από την τροφοδότηση.

Πίνακας 16 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας μάρτυρα (κόκκινο περιλαίμιο)

	Βάρος (kg)				Γαλα (L/d)			Λίπη (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	10/24	11/24	12/24	1/25	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΜΑΡΤΥΡΑΣ (κόκκινο)</b>	78	78.1	78.7	78.6	2750	2150	2200	5.3	7	5.61	11.47	10.71	9.76	5.43	5.06	4.6	4.49	4.19	3.81
	75.7	76.2	76.9	77	3650	2500	2300	4.95	6	5.63	9.76	10.12	9.48	4.62	4.78	4.56	3.83	3.96	3.69
	63.1	63.1	66.3	67.4	2900	2050	2200	6.1	5	5.45	11.07	9.52	9.7	5.22	4.48	4.8	4.32	3.71	3.78
	76.4	76.9	78.3	78.6	3500	3000	2400	4.5	6	6.6	10.05	11.06	9.52	5.14	5.24	5.49	4.25	4.34	3.69
	66.2	60.5	60.1	59.7	2450	1700	1900	5.02	7	6	11.03	10.87	9.36	5.22	5.12	4.4	4.32	4.23	3.64
			68.8	69.9		1850	1900		6	5.18		11.47	9.43		5.44	4.53		4.5	3.67
			72.4	73.1		2050	1750		7	4.52		10.38	9.68		4.89	4.55		4.5	3.77
	71.2	71.9	73.8	73.8	2000	2050	2200	5.23	7	5.4	10.97	11.6	9.94	5.21	5.47	5.67	4.31	4.52	3.87
	61.3	61.1	61.9	62.3	1800	2550	2750	5.16	7	5.32	11.86	10.68	9.35	5.38	5.03	4.63	4.45	4.16	3.83
	70.1	70.5	73.4	75.2	1900	2050	2100	5.96	6	5.85	11.12	9.72	10.4	5.26	4.58	4.89	4.35	3.86	4.05
<b>M.O</b>	<b>70.25</b>	<b>69.79</b>	<b>71.06</b>	<b>71.56</b>	<b>2619</b>	<b>2195</b>	<b>2170</b>	<b>5.278</b>	<b>6</b>	<b>5.56</b>	<b>10.92</b>	<b>10.613</b>	<b>9.66</b>	<b>5.185</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>	<b>4.29</b>	<b>4.20</b>	<b>3.78</b>



Πίνακας 17 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας πειράματος (μπλε περιλαίμιο)

	Βάρος (kg)				Γαλα (L/d)			Λίπος (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	10/24	11/24	12/24	1/25	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24	10/24	11/24	12/24
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΕΡΕΥΝΑΣ (μπλε)</b>	84.2	84.4	86.4	86.4	3100	1850	1900	4.96	8	5.43	11.25	10.03	9.14	5.344	4.7	4.29	4.42	3.89	3.55
	81.6	81.8	80.3	80.7	3100	2050	2200	5.03	5	5.69	11.16	9.29	9.72	5.29	4.37	4.77	4.38	3.62	3.78
		79.8	80.1	80	1900	1750	1800	5.14	6	5.53	10.22	9.47	9.34	4.83	5.12	4.78	4	4.23	3.63
			81.2	80.9		2150	2000		6	4.11		10.13	9.67		4.98	4.56		4.12	3.78
	80	80.1	82.6	82.7	3010	2150	2300	5.36	5	5.74	10.97	9.86	8.41	5.19	4.58	3.92	4.3	3.82	3.25
	74.3	74.4	81.6	81.8	3000	1950	1700	5.28	7	5.04	11.19	10.38	8.55	5.3	4.88	5.01	4.38	4.04	3.32
	68.1	68.4	68.7	68.7	2750	2500	2400	4.64	8	4.85	10.11	11.15	8.81	5.78	5.25	4.22	3.96	4.35	3.42
	66.1	67.9	66.1	66.1	2800	1950	2000	5.93	7	4.58	11.3	10.56	8.81	5.75	4.99	4.93	4.43	4.13	3.42
	66.1	66.1	70.2	70.01	2650	1850	1800	4.51	6	5.74	11.09	9.73	10.2	5.25	4.57	5.79	4.34	3.79	3.97
	75.3	75.7	77.8	77.9	2400	2050	1800	5.11	7	4.8	10.63	10.89	10.9	5.01	4.92	5.15	4.15	3.82	4.26
<b>M.O</b>	<b>74.46</b>	<b>75.4</b>	<b>77.5</b>	<b>77.521</b>	<b>2746</b>	<b>2025</b>	<b>1990</b>	<b>5.1</b>	<b>6</b>	<b>5.15</b>	<b>10.88</b>	<b>10.149</b>	<b>5.3</b>	<b>5.3049</b>	<b>4.8</b>	<b>4.739</b>	<b>4.26</b>	<b>3.98</b>	<b>3.64</b>

Η ποιότητα του γάλακτος διαφοροποιείται. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπη του κοπαδιού πειράματος μειώθηκε κατά 3% σε σύγκριση με το κοπάδι του μάρτυρα. Μείωση επίσης παρατηρήθηκε και στα στερεά, τις πρωτεΐνες και τη λακτόζη σε σύγκριση με το μάρτυρα. Τα στερεά που απαντώνται στο γάλα των προβάτων του πειράματος μειώθηκαν κατά 18 % ενώ λιγότερη μείωση έχει η πρωτεΐνες (0,85%) και η λακτόζη (3,2%). Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δοθεί ότι κατά το χρονικό διάστημα που μειώθηκε η θερμοκρασία περιβάλλοντος, (Δεκέμβριος 2024), η παραγωγή γάλακτος και η περιεκτικότητά του σε λίπη, πρωτεΐνες και στερεά μειώθηκε, ενώ το βάρος των προβάτων αυξήθηκε, ανεξάρτητα από την ομάδα που ανήκει το κάθε πρόβατο.

Η σύγκριση του κοπαδιού μάρτυρα και πειράματος ανά μήνα έδειξε ότι οι διαφοροποιήσεις των τιμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ( $p\text{-value}>0.05$ ). Αναλύοντας την δεύτερη περίοδο μόνο διαπιστώνεται ότι μόνο το βάρος είναι στατιστικά σημαντικό ( $p\text{-value}=0,00058<0.05$ ). επίσης, το βάρος των ζώων φαίνεται να είναι η κύρια παράμετρος στην σύγκριση των προβάτων που τροφοδοτούνται με ενσίρωμα καθώς σε κάθε μήνα το βάρος φαίνεται να έχει τη χαμηλότερη τιμή.

*Πίνακας 18 Έλεγχος σημαντικότητας ( $p\text{-value}$ ) διαφοροποίησης τιμών σε σύγκριση με τα προβατα που τροφοδοτούνται με ενσίρωμα και μαρτυρες σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.*

Χαρακτηριστικά	10/24	11/24	12/24	1/25	Όλη περίοδος
Βάρος(Kgs)	0.246	0.118	0.052	0.077	<b>0.00058</b>
Γάλα (L/d)	0.639	0.325	0.221		0.497
Λίπη (%)	0.573	0.821	0.137		0.364
Στερεά(%)	0.991	0.192	0.371		0.247
Πρωτεΐνες (%)	0.340	0.330	0.855		0.737
Λακτοζη(%)	0.851	0.126	0.294		0.156

### Τρίτη Περίοδος

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το κοπάδι πειράματος διατηρεί το βάρος του, ενώ το κοπάδι μάρτυρας μειώνει το βάρος κατά μέσον όρο κατά 2%. Η ημερήσια ποσότητα γάλακτος κάθε ζώου διατηρείται σταθερή στο κοπάδι που τροφοδοτείτο με ενσίρωμα ενώ αυξάνεται ελαφρώς στο μάρτυρα. Επίσης, η ποιότητα του γάλακτος δεν διαφοροποιείται αισθητά τόσο στο κοπάδι μάρτυρα όσο και στο κοπάδι πειράματος.

Πίνακας 19 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας μάρτυρα (κόκκινο περιλαίμιο)

	Βάρος (kg)			Γάλα (L/d)			Λίπη (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΚΟΚΚΙΝΟ)</b>	78.2	78.4	78.6	1.85	2	1.85	5.18	6.14	4.68	11.59	11.29	11.05	5.49	5.33	5.30	4.54	4.41	4.39
	77.7	78.9	79.7	1.85	2.3	2.3	4.36	4.61	4.50	10.61	10.73	11.19	5.02	5.86	5.39	4.15	4.21	4.46
	68.8	69.2	70.1	1.85	1.7	1.75	5.51	4.61	3.24	11.42	10.89	11.27	5.40	4.88	5.41	4.47	4.05	4.48
	72.2	72.4	72.9	1.95	1.9	1.95	5.32	4.93	3.62	11.45	11.73	10.53	5.42	5.58	5.06	4.49	4.61	4.19
	58.9	60.0	60.1	1.75	1.8	1.75	5.02	3.57	3.19	11.26	10.30	11.04	5.33	4.84	5.29	4.41	4.01	4.38
	78.2			1.85			4.92			11.86			5.64			4.66		
	73.0	76.2	76.8	1.95	2.8	2.7	4.94	5.70	3.94	11.28	11.01	12.33	5.35	5.19	5.98	4.42	4.30	4.91
	66.7	71.2	71.8	2	1.8	1.95	5.30	5.37	3.44	11.50	10.86	10.79	5.47	5.11	5.17	4.52	4.23	4.27
	73.7	75.3	76.1	1.95	2.4	2.3	5.20	3.83	4.58	11.34	10.83	10.74	5.37	5.14	5.14	4.44	4.26	4.25
	61.2	62.5	62.9	1.95	2.4	2.3	4.56	5.41	4.01	11.63	11.34	11.37	5.53	5.37	5.48	4.57	4.44	4.55
<b>M.O</b>	73.1	71.1	71.6	1.9	2.1	2.1	5.0	4.9	3.8	11.3	11.0	11.2	5.4	5.2	5.4	4.4	4.3	4.4

Πίνακας 20 Αποτελέσματα διατροφής προβάτων υποομάδας πειράματος (μπλε περιλαίμιο)

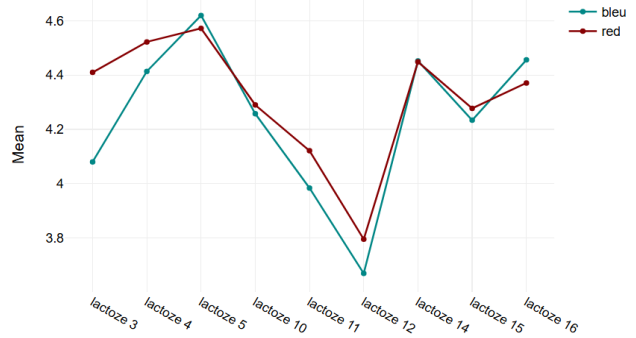
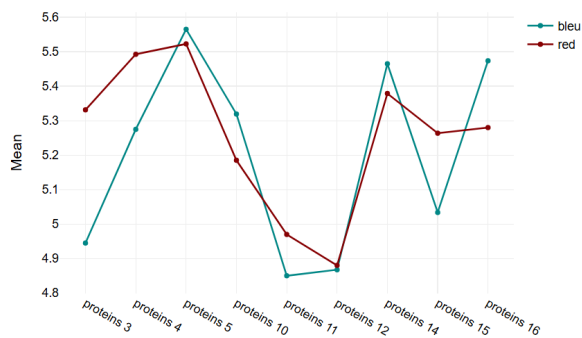
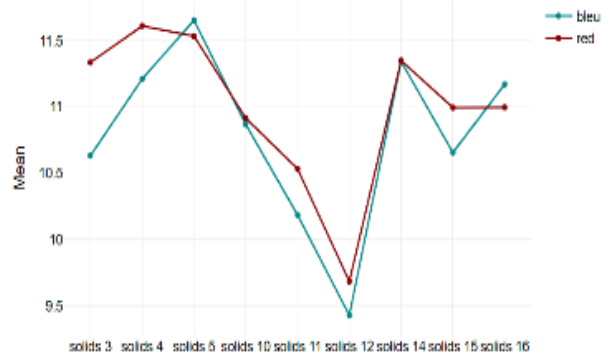
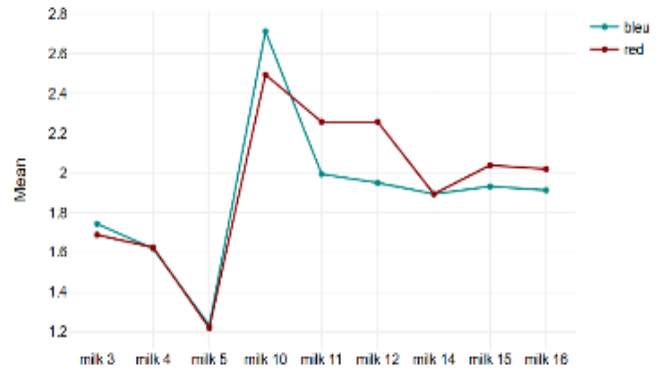
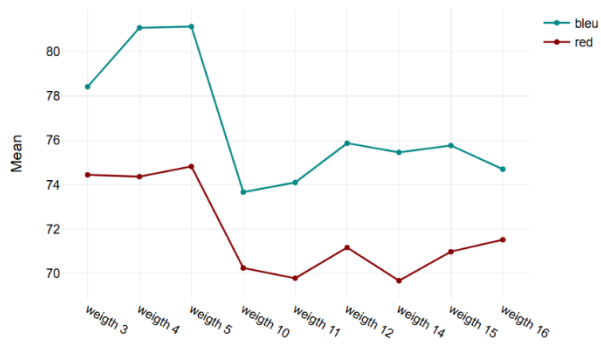
	Βάρος (kg)			Γάλα (L/d)			Λίπη (%)			Στερεά (%)			Πρωτείνες (%)			Λακτόζη (%)		
	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25	2/25	3/25	4/25
<b>ΚΟΠΑΔΙ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΜΠΛΕ)</b>	71.2	68.7	69.1	2.4	2.3	2.3	4.78	4.06	3.49	11.39	11.23	11.17	5.4	5.33	5.36	4.47	4.41	4.43
	80.9	80.8	73.8	1.95	2	2	5.10	5.78	4.52	11.2	11.08	11.18	5.31	5.24	5.39	4.4	4.34	4.48
	80.4	81.6	81.6	1.85	2	1.85	5.35	5.56	3.65	11.1	10.91	10.96	5.29	5.15	5.25	4.37	4.29	4.36
	83.9	83.4	83.6	1.95	1.7	1.75	5.58	3.96	4.37	11.11	10.96	10.50	5.25	5.21	5.07	4.34	4.31	4.20
	63.1		66.8	2.1		1.4	5.62		3.18	11.42		11.13	5.07		5.33	4.47		4.41
	69.1	72.3	72.6	1.85	1.85	1.7	5.27	4.89	3.89	11.33	11.13	10.58	5.33	5.27	5.86	4.44	4.86	4.19
	69.8	70.2	70.5	1.75	1.75	1.75	4.35	5.80	4.80	11.26	7.12	11.54	5.86	3.26	5.58	4.42	2.70	4.63
	80.7	81.2	81.4	1.65	1.7	1.85	5.10	5.32	4.46	11.52	11.52	11.10	5.58	5.46	5.34	4.52	4.52	4.42
	84.3	81.5	81.6	1.85	1.65	2	5.72	3.86	8.87	11.25	11.05	11.61	5.34	5.23	5.61	4.40	4.34	4.66
	72.2	75.7	73.9	1.85	2.2	1.85	4.95	3.61	4.73	11.70	11.22	11.23	5.61	5.33	5.40	4.60	4.41	4.48
<b>M.O</b>	<b>75.6</b>	<b>77.3</b>	<b>75.5</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>5.2</b>	<b>4.8</b>	<b>4.6</b>	<b>11.3</b>	<b>10.7</b>	<b>11.1</b>	<b>5.4</b>	<b>5.1</b>	<b>5.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.2</b>	<b>4.4</b>

Η σύγκριση του κοπαδιού μάρτυρα και πειράματος ανά μήνα έδειξε ότι οι διαφοροποιήσεις των τιμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 95% ( $p\text{-value}>0.05$ ). Αναλύοντας την συνολική διάρκεια της περιόδου φαίνεται ότι το βάρος είναι στατιστικά σημαντικό ( $p\text{-value}=0.021<0.05$ ) ενώ δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στις άλλες παραμέτρους.

*Πίνακας 21 Έλεγχος σημαντικότητας (p-value) διαφοροποίησης τιμών σε σύγκριση με τα προβάτα που τροφοδοτούνται με ενσίρωμα και μαρτυρες σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.*

Χαρακτηριστικά	2/25	3/25	4/25	Όλη περίοδος
<b>Βάρος(Kgs)</b>	0.469	0.041	0.190	<b>0.021</b>
<b>Γάλα (L/d)</b>	0.450	0.159	0.126	0.092
<b>Λίπη (%)</b>	0.382	0.717	0.174	0.316
<b>Στερεά(%)</b>	0.881	0.532	0.675	0.495
<b>Πρωτείνες (%)</b>	0.611	0.451	0.687	0.787
<b>Λακτοζη(%)</b>	0.825	0.883	0.855	0.898

Με βάση τα αποτελέσματα της τροφοδότησης των προβάτων στις τρεις περιόδους, διαπιστώνεται ότι το βάρος των προβάτων έχει τη μεγαλύτερη μεταβολή. Η συσχέτιση των δειγμάτων ανά περάμετρο έδειξε ότι καμία παράμετρος δεν έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των προβάτων (βάρος) ούτε στην ποσότητα και περιεκτικότητα του γάλακτος που παράγουν για τροφοδότηση με 14 (1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> περίοδος) και 20% (3<sup>η</sup> περίοδος) ενσίρωματος. Η τροφοδότηση των προβάτων με ενσίρωμα από ελαιόκαρπο είναι δυνατό να αυξήσει το βάρος των προβάτων ακόμα και η περιεκτικότητα της τροφής σε ενσίρωμα ήταν 10% της τροφής τους χωρίς να επηρεάζεται ο οργανισμός τους (Neofytou et al., 2020; Petrotos et al., 2021).



Σχήμα 11 Μεταβολή μέσης τιμής ανά μήνα και ανά παράμετρο για το κοπάδι του μάρτυρα (red) και του δείγματος (bleu).

## Συμπεράσματα

Ο σκοπός της παρούσας έκθεσης είναι η διερεύνηση της επίδρασης της σύνθεσης του ενσιρώματος στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου ενσιρώματος. Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν διαφορετικές συνθέσεις ενσίρωσης για την ανεύρεση της κατάλληλης συγκέντρωσης ουρίας και μελάσας παρουσία ελαιόκαρπου και αχύρου.

Με βάση τα αρχικά αποτελέσματα, παρατηρείται ότι, η αύξηση της συγκέντρωσης της μελάσας και της ουρίας οδηγεί σε καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως οξύτητα, pH και μικροβιακός πληθυσμός. Οι περιπτώσεις ενσίρωσης 4, 8 (4% μελάσα και 1% ουρία) και 12 (4% μελάσα και 1,5% ουρία) οδηγούν σε μεγαλύτερη μείωση του pH και υψηλότερη συγκέντρωση αζώτου, μικροβιακού φορτίου και γαλακτικού οξέος. Ωστόσο, στις περιπτώσεις ενσίρωσης 5 και 9 όπου δεν προστέθηκε μελάσα παρατηρήθηκε από την 5<sup>η</sup> ημέρα αύξηση του pH που αποτελεί ένδειξη διακοπής της διεργασίας της ενσίρωσης. Στην περίπτωση 1, όπου δεν προστέθηκε μελάσα κατά την παρασκευή του ενσιρώματος δεν παρατηρείται αύξηση του pH και με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα η ενσίρωση είναι ενεργή, βεβαια σε μικρότερο βαθμό από τις υπόλοιπες περιπτώσεις που είχε προστεθεί μελάσα. Η προσθήκη ουρίας απουσίας μελάσας φαίνεται ότι είναι ανασταλτική για την ενσίρωση.

Γενικότερα, η περίπτωση 12 (4% μελάσα και 1,5% ουρία) φαίνεται να έχει την καλύτερη απόδοση ενσίρωσης. Ωστόσο και οι περιπτώσεις ενσίρωσης 8 (4% μελάσα και 1% ουρία) και 11 (2% μελάσα και 1,5% ουρία) φαίνεται να έχουν υψηλή απόδοση με μικρές διαφοροποιήσεις από την περίπτωση 12. Η περίπτωση 1, όπου δεν υπάρχει ούτε ουρία ούτε μελάσα κατά την παρασκευή, φαίνεται να έχει επίσης καλή απόδοση. Η επιλογή της κατάλληλης περίπτωσης ενσίρωσης πλέον επέρχεται σε οικονομικά κριτήρια όσον αφορά το κόστος ουρίας και μελάσας. Ωστόσο, βασικό στοιχείο είναι η απόδοση της ενσίρωσης, προκειμένου να παρασκευαστεί το κατάλληλο υλικό για την διατροφή των προβάτων και την καλύτερη ανάπτυξη τους.

Επομένως η βέλτιστη περίπτωση ενίρωσης είναι η περίπτωση 12 για το λόγο αυτό όταν ήταν απαραίτητη η ενσίρωση μεγάλης κλίμακας για την διατροφή των προβάτων επιλέχθηκε αυτή η αναλογία. Η σύσταση της περίπτωσης 12 χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του ενσιρώματος μεγάλης κλίμακας. Δείγματα από το ενσίρωμα λήφθηκαν για να αξιολογηθεί η διαδικασία ενσίρωσης στο εργαστήριο, και παράλληλα το ενσίρωμα χρησιμοποιήθηκε για την τροφή των προβάτων σε ποσοστό 14 και 20% του σιτηρεσίου. Τα αποτελέσματα της τροφοδότησης κατά τη διάρκεια του συνόλου της πειραματικής διαδικασίας έδειξαν ότι η

μεγαλύτερη επίδραση αφορούσε το βάρος των προβάτων. Η ποσότητα και η περιεκτικότητα του γάλακτος σε στερεά, λιπή και λακτόζη, διαπιστώθηκε ότι είχε μια ελαφρά βελτίωση.

Η επίδραση του ενσιρώματος στην τροφοδότηση των προβάτων πιθανό να ήταν πιο εμφανής με αύξηση της περιεκτικότητας της τροφής σε ενσίρωμα. Σε μελλοντική μελέτη η αύξηση της ποσότητας του ενσιρώματος πιθανό να είναι απαραίτητη και να αξιολογηθεί η επίδραση της τόσο στο βάρος των ζώων και στα χαρακτηριστικά του γάλακτος.



## Βιβλιογραφία

- Abarghoei, M., Rouzbehan, Y., Alipour, D., 2011. Nutritive Value and Silage Characteristics of Whole and Partly Stoned Olive Cakes Treated with Molasses. *J. Agr. Sci. Tech* 13, 709–716.
- Al-ghuraibawi, M.J.H., Sundos, F.M., 2022. Effect of ensiling residues pruning olive trees , twigs and leaves effect of ensiling residues pruning olive trees , twigs and leaves on the performance of awassi lambs.
- AOAC, A. of O.A., 1990. AOAC: Official Methods of Analysis, Association of Official analytical chemist. <https://doi.org/10.7312/seir17116-004>
- APHA, WEF, AWWA, 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater: 20th ed, Choice Reviews Online. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, D.C.  
<https://doi.org/10.5860/choice.37-2792>
- Eliopoulos, C., Markou, G., Chorianopoulos, N., Haroutounian, S.A., Arapoglou, D., 2022. Transformation of mixtures of olive mill stone waste and oat bran or *Lathyrus clymenum* pericarps into high added value products using solid state fermentation. *Waste Manag.* 149, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.06.018>
- Ellis, J.L., Hindrichsen, I.K., Klop, G., Kinley, R.D., Milora, N., Bannink, A., Dijkstra, J., 2016. Effects of lactic acid bacteria silage inoculation on methane emission and productivity of Holstein Friesian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 99, 7159–7174. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10754>
- Henderson, N., 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45, 35–56.  
[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z)
- Li, H., Ran, Q., Jia, Z., Shuai, Y., Zhou, Q., Guan, H., 2023. Effect of different dry matter content on fermentation characteristics and nutritional quality of Napier grass silage with novel lactic acid bacteria strains. *Lett. Appl. Microbiol.* 76, 1–7.  
<https://doi.org/10.1093/lambio/ovad018>
- McDonald, P., 1982. Silage fermentation. *Trends Biochem. Sci.* 7, 164–166.

[https://doi.org/10.1016/0968-0004\(82\)90127-X](https://doi.org/10.1016/0968-0004(82)90127-X)

- Moon, N.J., 1984. A short review of the role of lactobacilli in silage fermentation. *Food Microbiol.* 1, 333–338. [https://doi.org/10.1016/0740-0020\(84\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0740-0020(84)90066-2)
- Neofytou, M.C., Miltiadou, D., Sfakianaki, E., Constantinou, C., Symeou, S., Sparaggis, D., Hager-Theodorides, A.L., Tzamaloukas, O., 2020. The use of ensiled olive cake in the diets of Friesian cows increases beneficial fatty acids in milk and Halloumi cheese and alters the expression of SREBF1 in adipose tissue. *J. Dairy Sci.* 103, 8998–9011. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18235>
- Nkosi, B.D., Meeske, R., 2010. Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. *South African J. Anim. Sci.* 40, 229–237. <https://doi.org/10.4314/sajas.v40i3.7>
- Okoye, C.O., Wang, Y., Gao, L., Wu, Y., Li, X., Sun, J., Jiang, J., 2023. The performance of lactic acid bacteria in silage production: A review of modern biotechnology for silage improvement. *Microbiol. Res.* 266, 127212. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127212>
- Petrotos, K., Papaioannou, C., Kokkas, S., Gkoutisidis, P., Skoufos, I., Tzora, A., Bonos, E., Tsinas, A., Giavasis, I., Mitsagga, C., 2021. Optimization of the Composition of a Novel Bioactive Silage Produced by Mixing of Ground Maize Grains with Olive Mill Waste Waters, Grape Pomace and Feta Cheese Whey. *AgriEngineering* 3, 868–893. <https://doi.org/10.3390/agriengineering3040055>
- Spoelstra, S.F., Hindle, V.A., 1989. Influence of wilting on chemical and microbial parameters of grass relevant to ensiling. *Netherlands J. Agric. Sci.* 37, 355–364. <https://doi.org/10.18174/njas.v37i4.16620>
- Tzamaloukas, O., Orford, M., Miltiadou, D., Papachristoforou, C., 2015. Partial suckling of lambs reduced the linoleic and conjugated linoleic acid contents of marketable milk in Chios ewes. *J. Dairy Sci.* 98, 1739–1749. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8540>
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Zhao, J., Dong, Z., Li, J., Chen, L., Bai, Y., Jia, Y., Shao, T., 2019. Effects of lactic acid bacteria and molasses on fermentation dynamics, structural and nonstructural carbohydrate composition and in vitro ruminal fermentation of rice straw silage. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 32, 783–791. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0543>