

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Συστήματα αποθήκευσης ενσιρωμάτων

12.1. Εισαγωγή

Μετά την κοπή, στο κατάλληλο για κάθε καλλιέργεια, στάδιο και τη μάρανση, αν αυτή απαιτείται, ακολουθεί η επιλογή του συστήματος αποθήκευσης του ενσιρώματος. Η αποθήκευση απαιτεί μεγάλη επένδυση σε κεφάλαιο, εξοπλισμό και εργασία. Πρέπει να είναι αποτελεσματική για να αποφευχθούν μεγάλες απώλειες ΞΟ, υποβάθμιση της ποιότητας και άνοδος του κόστους/t ΞΟ. Είναι διαθέσιμα πολλά συστήματα αποθήκευσης (επίγεια ή υπόγεια, κατάλληλα για τεμαχισμένη ή δεματοποιημένη ενσίρωση), τα οποία μπορούν να δώσουν υψηλής ποιότητας ενσίρωμα. Όμως, κάθε κτηνοτροφική επιχείρηση πρέπει να επιλέγει το καταλληλότερο, γι' αυτήν, σύστημα, με βάση το διαθέσιμο εξοπλισμό, την εμπειρία και τις προσωπικές προτιμήσεις. Το σύστημα αποθήκευσης πρέπει να είναι συμβατό με το διαθέσιμο σύστημα διανομής της ζωοτροφής. Κακός σχεδιασμός του συστήματος αποθήκευσης (ακατάλληλη θέση, μεγάλη απόσταση από τα ζώα, ακατάλληλη μέθοδος διανομής) μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία την προσπάθεια ένταξης της ενσίρωσης στο σύστημα διατροφής των ζώων.

12.2. Αποθήκευση σε σιρούς

Η χορτομάζα αποθηκεύεται σε σιρούς χύδην, τεμαχισμένη ή ατεμάχιστη. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 10, η κοπή γίνεται με σιροκοπτικά μηχανήματα κατάλληλα για γραμμικές καλλιέργειες, για συλλογή (pick up) χόρτου ή με αυτοφωρτούμενα ρυμουλκά. Η χορτομάζα τεμαχίζεται σε διάφορα μήκη, ανάλογα με το μηχανολογικό εξοπλισμό

(απλό, διπλό ή τεμαχισμό ακριβείας) και τον επιδιωκόμενο στόχο και κατόπιν αποθηκεύεται χύδην, σε απλούς σωρούς ή σε σύνθετα συστήματα. Οι κύριες κατηγορίες σιρών, με βάση τη θέση στο έδαφος, το σχήμα και γενικά, τον τρόπο κατασκευής είναι: α) οι επίγειοι, με ή χωρίς τοιχώματα, β) οι ταφροειδείς, γ) οι ημιταφροειδείς, δ) οι κενού αέρος, ε) οι σήραγγες πλαστικού και στ) οι κατακόρυφοι. Η κατάταξη αυτή δεν είναι απόλυτη, αφού υπάρχουν πολλές παραλλαγές και συνδυασμοί αυτών των τύπων.

12.2.1. Επίγειοι σιροί σε σωρό

Είναι ο απλούστερος και πιο διαδομένος τύπος σιρού. Η τεμαχισμένη χορτομάζα τοποθετείται σε σωρούς, στην επιφάνεια του εδάφους, ακολουθεί συμπίεση, συνήθως, με ελκυστήρα και διαμόρφωση του σχήματος του σωρού (σφηνοειδές στενόμακρο) με φορτωτή ή χωματουργικό μηχάνημα που φέρει λεπίδα (Εικόνα 12.1). Όταν ολοκληρωθεί η συμπίεση, γίνεται κάλυψη με φύλλο πλαστικού, οι άκρες του οποίου θάβονται στο έδαφος. Για να επιτευχθεί καλή επαφή με το πλαστικό και να μην σχηματισθούν θύλακες αέρα, πάνω στο πλαστικό τοποθετούνται, εφαπτόμενα, παλιά ελαστικά ή χώμα (Εικόνα 12.2). Επειδή δεν υπάρχουν τοιχία, το ύψος του σιρού είναι περιορισμένο, με συνέπεια η επιφάνεια σε σχέση με τον όγκο του ενσιρώματος (λόγος επιφάνειας/όγκο) να είναι μεγάλη, αυξάνοντας τις απώλειες λόγω αε-



Εικόνα 12.1. Επίγειος σιρός σε σωρό.

ρόβιας σήψης. Το πρόβλημα μπορεί να περιοριστεί με τη διαμόρφωση των σωρών σε στενόμακρο σχήμα. Επίσης, λόγω απουσίας τοιχίων, κατά τη συμπίεση, ο ελκυστήρας μπορεί να ανατραπεί ή να βουλιάξει, γι' αυτό, η εμπειρία των οδηγών είναι πολύτιμη (Εικόνα 12.3). Για να διασφαλιστεί η ευστάθεια του ελκυστήρα, καλό είναι αυτός να φέρει διπλούς τροχούς (Εικόνα 12.4) ή να χρησιμοποιηθεί ερπυστριοφόρο όχημα με λεπίδα, που παρουσιάζει καλή ευστάθεια.



Εικόνα 12.2. Επίγειος σιρός σε σωρό κατά την κάλυψη με πλαστικό και παλιά ελαστικά, τα οποία πρέπει να εφάπτονται για καλή εφαρμογή του πλαστικού στη χορτομάζα.



Εικόνα 12.3. Λόγω απουσίας τοιχίων, στους επίγειους σωρούς ενσίρωσης, ο ελκυστήρας μπορεί να ανατραπεί ή να βουλιάξει κατά τη συμπίεση. Η εμπειρία των οδηγών είναι πολύτιμη (φωτό Δ. Ηλιόπουλος).



Εικόνα 12.4. Διαμόρφωση και συμπίεση επίγειου σωρού ενσίρωσης με ελκυστήρα που φέρει διπλούς τροχούς και αντίβαρο.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Το χαμηλό κόστος κατασκευής, η κάλυψη και το παράχωμα του πλαστικού γίνεται εύκολα και γρήγορα.
- Η εγκατάσταση μπορεί να γίνει σε κάθε τύπο εδάφους (πχ πετρώδες, με επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα).
- Αν το έδαφος στραγγίζει επαρκώς κι είναι ανεκτικό στο πάτημα των ζώων, το τάισμα μπορεί να γίνει απ' ευθείας στο σιρό, αφού αυτός περικλειστεί με κινητό, ηλεκτροφόρο σύρμα.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Έχει μεγάλη εκτεθειμένη επιφάνεια στον αέρα και το ηλιακό φως (μεγάλος λόγος επιφάνειας/όγκου), που απαιτεί μεγάλη επιφάνεια πλαστικού για να καλυφθεί. Το ενσίρωμα δεν μπορεί να συντηρηθεί για περισσότερο από 2-3 έτη και παρουσιάζει μεγαλύτερες απώλειες ΞΟ και ποιότητας σε σχέση με άλλα συστήματα.
- Λόγω μη ύπαρξης τοιχίων, η συμπίεση είναι δύσκολη και υπάρχει κίνδυνος ατυχημάτων.

12.2.2. Επίγειοι ταφροειδείς σιροί με τοιχία

Οι σιροί αυτοί (clamps, bunkers) είναι παρόμοιοι με τους προηγούμενους, με μόνη διαφορά ότι η χορτομάζα είναι εγκλωβισμένη

σε τοιχία (Εικόνα 12.5). Είναι πολύ διαδομένοι σιροί και απαντώνται, συνήθως, σε καλά οργανωμένες κτηνοτροφικές μονάδες. Οι σιροί έχουν σχήμα ορθογώνιο και φέρουν άνοιγμα στη μία στενή πλευρά, χωρίς να αποκλείεται να είναι ανοιχτοί και στις δύο στενές πλευρές. Τα τοιχία μπορεί να είναι σκυρόδετα, ξύλινα (έχουν χρησιμοποιηθεί ξύλινοι δοκοί σιδηροδρόμου) ή από ατσάλι. Το δάπεδο μπορεί να είναι στρωμένο με σκυρόδεμα ή έδαφος. Η αντοχή και η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής, αφού τα οξέα της ενσίρωσης δρουν διαβρωτικά μετά από μακροχρόνια, συνεχή χρήση. Για να απομακρύνονται τα υγρά απόβλητα της ενσίρωσης, το δάπεδο πρέπει να είναι κεκλιμένο. Επίσης, τα τοιχία του σιρού πρέπει να έχουν κλίση προς τα έξω, γιατί με το βάρος της χορτομάζας, το πλαστικό σφραγίζει καλύτερα κι αυξάνεται η πίεση στη βάση του σιρού (Εικόνα 12.5). Οι κλίσεις των δαπέδων και των τοιχίων, ανάλογα με τα υλικά κατασκευής, παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.1.



Εικόνα 12.5. Επίγειος ταφροειδής σιρός με σκυρόδετα τοιχία. Είναι στενότερος στη βάση, απ' ότι στην κορυφή, για να σφραγίζει καλύτερα το πλαστικό από το βάρος της χορτομάζας.

Η όλη κατασκευή πρέπει να ανέχεται τα φερόμενα φορτία, γι' αυτό, ο σχεδιασμός απαιτεί τη βοήθεια μηχανικού.

Πίνακας 12.1. Κλίση δαπέδου και τοιχίων σιρών.

Τύπος δαπέδου	Συνιστώμενη κλίση δαπέδου ως προς την κάθετο
Έδαφος-μηχανική διατροφή	50:1 έως 60:1
Έδαφος-απευθείας διατροφή	Έως 30:1
Σκυρόδεμα-μηχανική διατροφή	80:1 έως 100:1
Τύπος τοιχίων	Συνιστώμενη κλίση τοιχίων ως προς την κάθετο
Έδαφος-στεγνή άργιλος	1:6 έως 1:8
Έδαφος-χαλαρό έδαφος	1:3 (κανονικά πρέπει να είναι σκυρόδετο)
Σκυρόδεμα	1:8

Πηγή: Kaiser κά (2004).

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Ευκολότερη και καλύτερη συμπίεση, με αποτέλεσμα λιγότερες απώλειες από αερόβια σήψη.
- Ανεκτό κόστος κατασκευής, η κατασκευή είναι αξιοποιήσιμη για πολλά χρόνια.
- Η κατασκευή μπορεί να γίνει σε περιοχές με πετρώδες έδαφος κι επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα.
- Όταν το δάπεδο είναι σκυρόδετο, ο σιρός είναι προσβάσιμος ακόμη και με βροχερό καιρό.
- Αν το πλαστικό κάλυψης προστατευτεί από την ηλιακή ακτινοβολία (τοποθετώντας έδαφος), το ενσίρωμα μπορεί να συντηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα (>3 έτη).
- Είναι προσβάσιμο για απευθείας τάισμα.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Υψηλότερο κόστος κατασκευής, σε σχέση με τους απλούς σιρούς, όταν χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα.
- Τα πλευρικά τοιχία είναι δύσκολο να καλυφθούν αεροστεγώς με το πλαστικό.
- Τα όμβρια ύδατα δεν απομακρύνονται εύκολα από το σιρό, περνούν στο ενσίρωμα, προκαλώντας απώλειες ή λιμνάζουν σε εσοχές του πλαστικού κάλυψης, μειώνοντας την αντοχή του.

Ειδική κατηγορία των ταφροειδών σιρών με τοιχία είναι αυτοί που φέρουν κινητά τοιχία (Εικόνα 12.6). Μετά την εγκατάσταση των τοιχίων και το γέμισμα του σιρού, ακολουθεί συμπίεση της χορτομάζας. Για να

καλυφθεί ο σιρός με πλαστικό φύλλο, τα τοιχεία μπορεί να αφαιρεθούν ή να παραμείνουν.



Εικόνα 12.6. Επίγειος σιρός με κινητά τοιχεία.

Τα τοιχεία υποστηρίζονται από μεταλλικές μπάρες ή σωλήνες με υλικό κατασκευής ξύλο, μεταλλικά φύλλα, λεπτά φύλλα μπετόν ή μπάλες αχύρου. Τα υλικά στήριξης και κατασκευής των κινητών τοιχείων πρέπει να είναι ανθεκτικά γιατί, κατά τη συμπίεση του σιρού, υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης και πρόκλησης σοβαρού ατυχήματος. Οι κίνδυνοι είναι αυξημένοι όταν χρησιμοποιούνται μπάλες αχύρου. Το πλαστικό κάλυψης του σιρού δύσκολα εφαρμόζει αεροστεγώς και πιθανώς, να τρυπήσει στα άκρα. Αυτά τα προβλήματα περιορίζουν τη διάδοση του συστήματος. Γενικά, το σύστημα σιρού με κινητά τοιχεία έχει τα παρακάτω

Πλεονεκτήματα:

- Γρήγορη και με μικρό κόστος κατασκευή.
- Κατάλληλο για αποθήκευση διαφόρων ειδών ή μικρών ποσοτήτων ενσιρώματος (που προκύπτουν από μικρές, σε ποσότητα, κοπές).
- Εξοικονόμηση πλαστικού και αποθήκευση μεγάλης ποσότητας ενσιρώματος.
- Εύκολο άπλωμα και στεγανοποίηση του πλαστικού.

Μειονεκτήματα:

- Κίνδυνος πρόκλησης ατυχήματος κατά τη συμπίεση.

- Ακατάλληλο σύστημα για μακροχρόνια αποθήκευση.
- Κόστος εργατικών για συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση.
- Κακή εφαρμογή του πλαστικού στα άκρα, με αυξημένη πιθανότητα αερόβιας σήψης.

12.2.3. Υπόγειοι ταφροειδείς σιροί

Οι υπόγειοι, ταφροειδείς σιροί κατασκευάζονται υπεδαφίως, σε έδαφος επίπεδο. Συνήθως, το ενσίρωμα καλύπτεται με το έδαφος που απομακρύνθηκε κατά τη διάνοιξη της τάφρου και η κατασκευή είναι κεκλιμένη για να απομακρύνονται τα όμβρια ύδατα. Πριν την τοποθέτηση του εδάφους, προηγείται κάλυψη με πλαστικό, χωρίς όμως αυτό να είναι απαραίτητο. Ο σιρός καλύπτεται με έδαφος ή/και πλαστικό. Αν τοποθετηθεί πλαστικό, το πάχος του εδαφοστρώματος πρέπει να είναι 30cm, ενώ αν δεν τοποθετηθεί, το έδαφος πρέπει να έχει πάχος, τουλάχιστον, 50cm. Το έδαφος δεν πρέπει να είναι αμμώδες (υψηλό πορώδες) ή αργιλώδες (με απώλεια υγρασίας συστέλλεται και σχίζεται), γιατί εισχωρεί αέρας στο σιρό. Αν ο σωρός της χορτομάζας συρρικνωθεί προοδευτικά, πρέπει να τοποθετηθεί επιπλέον έδαφος. Αυτού του είδους οι σιροί χρησιμοποιούνται για μακροχρόνια συντήρηση ενσίρωματος και πρέπει να κατασκευάζονται μόνο σε ξηρές περιοχές. Επίσης, το άνοιγμα του σιρού γίνεται κατά την ξηρή περίοδο για να αποφευχθεί η είσοδος υδάτων. Η κατασκευή τους πρέπει να αποφεύγεται σε σημεία με επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα. Η πλήρωση και η συμπίεση του σιρού απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή γιατί, αν τα τοιχώματα δεν είναι στέρεα (πχ χωμάτινα), μπορεί να καταρρεύσουν και να πλακώσουν τον ελκυστήρα. Σε τέτοια περίπτωση, δεν πρέπει να γίνει βαθιά εκσκαφή τάφρου. Γενικά, η στατικότητα του εδάφους καθορίζει το επιτρεπτό βάθος εκσκαφής.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Ιδανικό σύστημα για μακροχρόνια αποθήκευση.
- Κατασκευή χαμηλού κόστους, εφόσον δεν γίνουν σκυρόδετα τοιχεία και δάπεδο.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Ακατάλληλο σύστημα για περιοχές με επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα.

- Ο σιρός δεν πρέπει να ανοιχθεί με βροχερό καιρό.
- Ο σιρός πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για μακροχρόνια αποθήκευση.
- Αν ο σιρός έχει χωμάτινα τοιχία μπορεί να καταρρεύσει. Ακόμη και σε περίπτωση που είναι στέρεα, απαιτείται επισκευή («φρεσκάρισμα») κάθε φορά που τοποθετείται νέος σιρός.

12.2.4. Ταφροειδείς σιροί σε λόφους

Είναι τάφος διαμορφωμένη σε επικλινές, λοφώδες έδαφος, ώστε μια ή περισσότερες πλευρές του σιρού να σχηματίζονται από το έδαφος (Εικόνα 12.7).

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Καλή στράγγιση των υγρών, όπως σε όλους τους υπέργειους σιρούς.
- Το κόστος κατασκευής είναι σχετικά χαμηλό και η χρήση πλαστικού περιορισμένη.
- Είναι σύστημα τόσο για βραχυχρόνια όσο και για μακροχρόνια αποθήκευση.
- Η συμπίεση είναι εύκολη και οι απώλειες περιορισμένες.
- Αν το έδαφος στραγγίζει επαρκώς, μπορεί να γίνει απευθείας τσίμα των ζώων.



Εικόνα 12.7. Ταφροειδής σιρός σε λόφο.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Ακατάλληλη επιλογή θέσης κατασκευής προκαλεί διήθηση νερού στο σιρό.
- Σε πετρώδες έδαφος, το κόστος κατασκευής είναι υψηλό.
- Απαιτεί ανθεκτικά τοιχία για την αποφυγή κατάρρευσης κατά την πλήρωση και τη λήψη του ενσιρώματος.
- Χωμάτινο δάπεδο μπορεί να δυσχεράνει τη λήψη της τροφής, κατά τη φάση της διανομής.

12.2.5. Ημιταφροειδείς σιροί

Οι ημιταφροειδείς σιροί (trench) είναι μια παραλλαγή μεταξύ των υπόγειων και των υπέργειων σιρών με τοιχία (Εικόνες 12.8, 12.9). Στους ημιταφροειδείς σιρούς, το ενσίρωμα αποθηκεύεται, μερικώς, κάτω απ' την επιφάνεια του εδάφους (1,0-1,5m). Η κατασκευή τους είναι εύκολη και σχετικά οικονομική. Στην περίπτωση που δεν κατασκευαστούν τοιχία ή δάπεδο από σκυρόδεμα, η διαμόρφωσή τους μπορεί να γίνει με ελκυστήρα που φέρει χωματουργική λεπίδα. Διανοίγεται τάφρος και με το έδαφος της εκσκαφής διαμορφώνονται τα τοιχία. Μπορεί να γίνουν ένα ή/και δύο τοιχία, αν μεταφερθεί επιπλέον έδαφος από άλλο σημείο. Όταν το έδαφος δεν είναι συνεκτικό, τα τοιχία πρέπει να έχουν κλίση 1:3, ενώ όταν είναι σκυρόδετα, η κλίση, ως προς τον κάθετο άξονα, φτάνει το 1:8. Το δάπεδο πρέπει να είναι κεκλιμένο, ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα από τον απορρέοντα χυμό ή τα όμβρια ύδατα. Η κλίση πρέπει να αυξάνεται όταν το δάπεδο είναι στο έδαφος (Πίνακα 12.1).

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Κατασκευή σχετικά μικρού κόστους, που απαιτεί λιγότερο πλαστικό σε σχέση με σιρούς χωρίς τοιχία.
- Κατάλληλοι για μακροχρόνια αποθήκευση, αν το πλαστικό καλυφθεί με έδαφος.
- Σε σχέση με τους υπόγειους ταφροειδείς σιρούς, έχουν λιγότερα προβλήματα λόγω των όμβριων υδάτων, αφού είναι υπέργειοι και τα νερά απορρέουν στον περιβάλλοντα χώρο.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Κατασκευή με τοιχία από έδαφος έχει μεγάλες απώλειες, αφού διαβρώνεται από τα όμβρια ύδατα και απαιτεί «φρεσκάρισμα».

- Σιρός με χωμάτινο δάπεδο και βροχερό καιρό δυσκολεύει την κίνηση των μηχανημάτων διανομής ενσιρώματος.



Εικόνα 12.8. Ημιταφροειδής σιρός με σκυρόδετα τοιχία.



Εικόνα 12.9. Ημιταφροειδής σιρός με τοιχία από έδαφος, αμέσως μετά την πλήρωση.

12.2.6. Επιλογή τοποθεσίας και προσδιορισμός μεγέθους ταφροειδών σιρών

Οι ταφροειδείς σιροί είναι απλές, επιμήκεις κατασκευές, προσαρμοσμένες άριστα στα δεδομένα των συνήθων αγροτικών εκμεταλλεύ-

σεων λόγω του σχετικά, μικρού κόστους και της ευκολίας κατασκευής. Οι ταφροειδείς σιροί πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις (Γεωργάκης 1975):

- Οι απώλειες ΞΟ της χορτομάζας πρέπει να είναι όσο το δυνατό μικρότερες.
- Να επιτρέπουν την απομάκρυνση των εκκρεόντων υγρών.
- Να μην επιτρέπουν την είσοδο επιφανειακών ή όμβριων υδάτων στη χορτομάζα.
- Να επιτρέπουν την εύκολη προσέγγιση, πλήρωση και κένωση.
- Τα τοιχεία και το δάπεδο να αντέχουν στην πίεση, που ασκεί το βάρος της χορτομάζας, καθώς και η διέλευση μηχανημάτων. Να είναι υδατοστεγή, αεροστεγή, ανθεκτικά στην επίδραση οξέων και την αύξηση της θερμοκρασίας έως τους 50°C (λόγω της ζύμωσης αερόβιας-αναερόβιας).
- Οι διαστάσεις τους πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες σε τροφή και να είναι συμβατές με το σύστημα διανομής της.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές αρχές του σχεδιασμού των ταφροειδών σιρών, αναφορικά με την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας, τον προσδιορισμό των διαστάσεων, του μεγέθους και της κατασκευής.

Επιλογή τοποθεσίας

Οι ταφροειδείς σιροί είναι μόνιμες κατασκευές και η επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασής τους απαιτεί τη συνεκτίμηση αρκετών παραμέτρων. Ο σιρός πρέπει να βρίσκεται κοντά στα σημεία διανομής της τροφής, για να μειωθεί το κόστος και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα. Για την καλή αποστράγγιση των υγρών της ενσίρωσης και των όμβριων υδάτων, η κατασκευή πρέπει να γίνει σε υψηλά σημεία, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για υπόγειους ταφροειδείς σιρούς. Σε σημεία με επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα ή με τρεχούμενα ύδατα υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης από τον απορρέοντα χυμό. Η εγκατάσταση του σιρού πρέπει να γίνει σε απόσταση ασφαλείας από κατοικημένες περιοχές ή το γαλακτοκομείο της μονάδας, λόγω ανεπιθύμητων οσμών που αναδίδονται απ' αυτόν. Η εύκολη πρόσβαση στο σιρό, κατά την πλήρωσή του και τη διανομή της τροφής, πρέπει να διασφαλίζεται, ιδιαίτερα σε επικλινή εδάφη, στα οποία απαιτείται η διαμόρφωση δρόμου. Τέτοιες θέσεις, καλό είναι να μην επιλέγονται για την κατασκευή σιρών, εκτός κι αν γίνει εκμετάλλευση της λοφώδους τοποθεσίας για

την αποφυγή κατασκευής τοιχίων. Προσοχή απαιτείται ώστε άνωθεν και κάτωθεν του σιρού να μην διέρχονται δίκτυα ηλεκτρικού ρεύματος, ύδατος ή αποχέτευσης. Άνωθεν του σιρού δεν πρέπει να υπάρχουν κλαδιά δένδρων, ώστε να αποφευχθεί σχίσιμο του πλαστικού κάλυψης από πιθανή πτώση τους.

Διαστάσεις και χωρητικότητα σιρού

Οι διαστάσεις ενός ταφροειδούς σιρού επηρεάζουν το ρυθμό αποσίρωσης της τροφής, την πρόσβαση κατά την αποθήκευση και διανομή του ενσιρώματος και τέλος, το κόστος/τ ενσιρώματος. Η αερόβια σήψη επιταχύνεται όταν η πρόσοψη του σιρού, κατά την αποκομιδή του ενσιρώματος, έχει μεγάλη εκτεθειμένη επιφάνεια και η λήψη γίνεται με ακατάλληλο εξοπλισμό. Αντίθετα, σιρός με μικρή πρόσοψη έχει αυξημένο κόστος κατασκευής, απαιτεί περισσότερο πλαστικό κάλυψης, χρόνο κατασκευής και εργατικά για την αποσίρωση, ανά μονάδα βάρους ενσιρώματος. Γενικά, το πλάτος των ταφροειδών σιρών πρέπει να είναι 1,8 φορές του πλάτους του ελκυστήρα που χρησιμοποιείται για να συμπίεσει το σιρό. Αυτό το πλάτος διασφαλίζει την καλή συμπίεση στο κέντρο του σιρού. Το ύψος του σιρού πρέπει να είναι, το πολύ, 1,5 φορές το ύψος των ζώων, όταν αυτά τρέφονται με ελεύθερη πρόσβαση στο σιρό. Όσο αυξάνεται το ύψος της χορτομάζας, τόσο αυξάνεται η πίεση και η απομάκρυνση του αέρα στη βάση, απαιτείται λιγότερο πλαστικό για την κάλυψη του και μειώνεται το κόστος κατασκευής/τ ενσιρώματος. Το μήκος του σιρού καθορίζεται από τις απαιτήσεις σε ενσίρωμα.

Συνοπτικά: Ο αριθμός των ζώων και ο ρυθμός κατανάλωσης καθορίζουν το ύψος και το πλάτος. Ο ρυθμός κατανάλωσης και ο χρόνος (σύνολο ημερών) ταΐσματος καθορίζουν το μήκος του σιρού (Pioneer Hi-Bred).

- Σιροί με ύψος μικρότερο των 2,5m **δεν** συνιστώνται:
 - ✓ οι απώλειες σε ύψος 1m από την κορυφή είναι, ποσοστιαία, πολύ μεγάλες σε σχέση με τις συνολικές.
- Σιροί με ύψος πάνω από 4,5m **δεν** συνιστώνται:
 - ✓ εκτός αν υπάρχει, ο κατάλληλος εξοπλισμός λήψης της τροφής για το χειρισμό της πρόσοψης,
 - ✓ το μεγάλο ύψος είναι δυνητικά επικίνδυνο.
- Σιροί στενότεροι των 6m **δεν** συνιστώνται:
 - ✓ δεν είναι ασφαλείς κατά τη συμπίεση,

- ✓ δεν συμπιέζονται καλά στο κέντρο, όταν χρησιμοποιούνται μεγάλοι ελκυστήρες,
- ✓ τα μηχανήματα ελίσσονται με δυσκολία.

Για να υπολογιστεί η χωρητικότητα αποθήκευσης του σιρού (X) πρέπει να είναι γνωστή η πυκνότητα (Π) της ΞΟ ($\text{kg } \Xi\text{O}/\text{m}^3$). Η πυκνότητα εξαρτάται από τον τεμαχισμό (λεπτοτεμαχισμένη χορτομάζα έχει υψηλότερη πυκνότητα) και το ύψος του σιρού. Ενδεικτικές τιμές πυκνότητας είναι για τη μηδική με ποσοστό ΞΟ 42%, τα $237\text{kg } \Xi\text{O}/\text{m}^3$ και για το καλαμπόκι, με ποσοστό ΞΟ 35%, τα $232\text{kg } \Xi\text{O}/\text{m}^3$ (Muck και Holmes 1999). Έτσι, αν προσδιοριστεί με σχετική ακρίβεια η πυκνότητα της ΞΟ και είναι γνωστό το εμβαδόν (E) του σιρού (m^2), εύκολα υπολογίζεται η χωρητικότητα του σιρού σε ενσίρωμα από τη σχέση:

$$X = E \times \Pi$$

Αν ο υπολογισμός γίνει με βάση την ποσότητα του χλωρού χόρτου, με δεδομένο ότι η μέση πυκνότητα σε υγρό ενσίρωμα είναι $650\text{kg}/\text{m}^3$, τότε η περιεκτικότητα του σιρού σε υγρό ενσίρωμα προσδιορίζεται από τον Πίνακα 12.2. Φυσικά, οι ποσότητες διαφοροποιούνται όταν αλλάζει η πυκνότητα. Ενδεικτικά, η πυκνότητα υγρού ενσιρώματος είναι $590\text{kg}/\text{m}^3$ για μηδική με ποσοστό ΞΟ 42% και $690\text{kg}/\text{m}^3$ για καλαμπόκι με 34% ΞΟ. Γι' αυτό, η μέση πυκνότητα υγρού ενσιρώματος στον Πίνακα 12.2 λαμβάνεται ίση με $650\text{kg}/\text{m}^3$.

Πίνακας 12.2. Ποσότητα αποθηκευμένου ενσιρώματος* σε σχέση με τις δύο διαστάσεις (μήκος, πλάτος) του σιρού.

Πλάτος σιρού (m)	Ύψος σιρού (m)		
	2,0	2,5	3,0
3	3,9*	4,9	5,9
4	5,2	6,5	7,8
5	6,5	8,1	9,8
6	7,8	9,8	11,7
7	9,1	11,4	13,7
8	10,4	13,0	15,6
9	11,7	14,6	17,6
10	13,0	16,3	19,5

* t/m μήκους σιρού. (Η πυκνότητα του νωπού ενσιρώματος έχει εκτιμηθεί στα $650\text{kg}/\text{m}^3$).

Πηγή: Muck και Holmes (1999).