

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**Πτυχιακή Εργασία**  
με θέμα:  
**Επεξεργασία Ζαχαρότευτλων**



ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ  
ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ  
ΚΑΜΗΛΛΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2003

132

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
Στατιστικά στοιχεία.....	1

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων

1.1. Γενικά.....	4
1.2 Ποικιλίες.....	5
1.3 Έδαφος.....	5
1.4 Τεχνική της καλλιέργειας.....	5
1.4.1 Αμειψισπορά.....	5
1.4.2 Επιλογή χωραφιού.....	6
1.4.3 Φθινοπωρινή προετοιμασία χωραφιού.....	7
1.4.4 Ανοιξιιάτικη προετοιμασία χωραφιού.....	9
1.4.5 Σπορά.....	10
1.4.6 Λίπανση.....	11
1.4.7 Ποτίσματα.....	12
1.4.8 Ζωικοί εχθροί ζαχαρότευτλων.....	14
1.4.9 Ζιζάνια ζαχαρότευτλων.....	15
1.4.10 Ριζομανία ζαχαρότευτλων.....	15
1.4.11 Κερκόσπορα ζαχαρότευτλων.....	16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

#### Συγκομιδή - Αποθήκευση ζαχαρότευτλων

2.1 Εποχή συγκομιδής.....	17
2.2 Τρόποι συγκομιδής.....	18
2.3 Αποθήκευση ζαχαρότευτλων.....	19



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### Παραγωγή ζάχαρης

3.1	Η ιστορία της ζάχαρης.....	21
3.2	Η ιστορία της ζάχαρης στην Ελλάδα.....	22
3.3	Βασικές έννοιες στη Ζαχαροβιομηχανία.....	23
3.4	Η εξαγωγή της ζάχαρης από το τεύτλο.....	27
3.5	Παραγωγική διαδικασία.....	28 <sub>B</sub>
3.5.1	Παραλαβή τεύτλων.....	29
3.5.2	Μεταφορά των τεύτλων στο εργοστάσιο με την υγρή εκφόρτωση.....	31
3.5.3	Καθαρισμός των τεύτλων.....	31
3.5.4	Απόβλητα Bruckner.....	36
3.5.5	Κοπή τεύτλων - Κοπτικές μηχανές.....	37
3.5.6	Σταθμός εκχύλισης.....	38
3.5.6.1	Προβλήματα που παρουσιάζονται στον σταθμό εκχύλισης, πιθανά αίτια.....	42
3.5.7	Πρέσες ποττού.....	42
3.5.7.1	Προβλήματα που παρουσιάζονται στο σταθμό πρεσών ποττού.....	42
3.5.8	Ασβεστοκάμινος.....	44
3.5.8.1	Λειτουργία της καμίνου.....	46
3.5.9	Καθαρισμός του χυμού.....	48
3.5.9.1	Προασβέστωση.....	49
3.5.9.2	Κυρίως ασβέστωση (ψυχρή - θερμή).....	50
3.5.9.3	Πρώτος κορεσμός.....	51
3.5.9.4	Δεύτερος κορεσμός.....	53
3.5.9.5	Προβλήματα που παρουσιάζονται στον καθαρισμό του χυμού.....	55
3.5.9.6	Αποσκλήρυνση αραιού χυμού με εναλλιάκτες ιόντων.....	57
3.5.10	Θέρμανση των χυμών.....	57
3.5.11	Σταθμός συμπύκνωσης .....	58
3.5.11.1	Βασικές αρχές λειτουργίας της συμπύκνωσης.....	58

3.5.12	Σταθμός κρυστάλλωσης.....	60
3.5.12.1	Κρυστάλλωση.....	60
3.5.12.2	Φυγοκέντρωση και πλύση.....	62
3.5.13	Ξήρανση - Κοσκίνισμα - Ενσάκκιση - Στοιβασία - Αποθήκευση ζάχαρης.....	65
3.5.13.1	Ξήρανση.....	65
3.5.13.2	Κοσκίνισμα.....	66
3.5.13.3	Απομάκρυνση της σκόνης.....	67
3.5.13.4	Ενσάκκιση - στοιβασία.....	68
3.5.13.5	Αποθήκευση.....	69

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**

### **Υπολείμματα**

4.1	Γενικά.....	71
4.2	Μελάσσα.....	71
4.3	Νωπός ποητός ή πούλπα.....	72
4.4	Ξηρός ποητός ή αποξηραμένη πούλπα ή ζαχαρόπιτα.....	73
4.5	Ξηραντήρια ποητού .....	73
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>75</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο ξεκίνημα της εργασίας αυτής θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν για την περάτωση της.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας εξαγωγής ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα. Η καλλιέργεια και επεξεργασία των ζαχαρότευτλων γίνεται στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα. Ειδικότερα, εργοστάσια επεξεργασίας ζαχαρότευτλων υπάρχουν στη Λάρισα, στο Πλατύ, στις Σέρρες, στην Ξάνθη και στην Ορεστιάδα.

Στην εργασία αυτή, αρχικά, δίνονται στοιχεία σχετικά με την καλλιεργούμενη έκταση των τεύτλων, την ποσότητα των τεύτλων που παραλήφθηκαν και κατεργάσθηκαν από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (ΕΒΖ), την ζάχαρη που αποθηκεύτηκε και τα υπολείμματα της επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στα ζαχαρότευτλα και στην καλλιέργειά τους. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην εποχή και στους τρόπους συγκομιδής, αλλά και στην αποθήκευσή τους. Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με την επεξεργασία των τεύτλων. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα υπολείμματα που προκύπτουν από την επεξεργασία των τεύτλων.

### Στατιστικά στοιχεία

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης για την περίοδο του 2001:

α) η καλλιεργούμενη έκταση με ζαχαρότευτλα ανήλθε σε 450.000 στρέμματα. Αναλυτικά τα στοιχεία αναφέρονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1.

Αναλυτική κατανομή των καλλιεργούμενων στρεμμάτων με ζαχαρότευτλα.

	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ σε στρέμματα
ΛΑΡΙΣΑ	107.000
ΠΛΑΤΥ	113.000
ΣΕΡΡΕΣ	95.000
ΞΑΝΘΗ	63.000
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	72.000
ΣΥΝΟΛΟ	450.000



β) η επεξεργασθείσα ποσότητα ζαχαρότευτλων ανήλθε σε 2.803.866 tn και αναλυτικά ανά περιοχή καλλιέργειας παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2.  
Παραγόμενη ποσότητα ζαχαρότευτλων.

	ΤΕΥΤΛΑ tn	
	ΠΑΡΑΛΗΦΘΕΝΤΑ	ΚΑΤΕΡΓΑΣΘΕΝΤΑ
ΛΑΡΙΣΑ	718.544	718.544
ΠΛΑΤΥ	725.401	725.401
ΣΕΡΡΕΣ	371.386	371.386
ΞΑΝΘΗ	441.742	441.742
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	546.793	546.793
ΕΒΖ	2.803.866	2.803.866

γ) η παραγόμενη ποσότητα ζάχαρης ανήλθε σε 315.406,19 tn και η κατανομή της ανά περιοχή καλλιέργειας παρουσιάζεται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3.  
Παραγωγή ζάχαρης/καλλιεργούμενη περιοχή

	ZΑΧΑΡΗ tn
	ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ
ΛΑΡΙΣΑ	79.990,20
ΠΛΑΤΥ	78.313,97
ΣΕΡΡΕΣ	42.495,98
ΞΑΝΘΗ	47.076,90
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	67.529,14
ΕΒΖ	315.406,19

δ) Τα παραγόμενα υποπροϊόντα ανήλθαν σε 139.800 tn μελάσσας, 144.843 tn νωπού ποπτού και 111.993 tn ξηρού ποπτού. Αναλυτικά παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4.

Παραγωγή υποπροϊόντων επεξεργασίας ζάχαρης/καλλιιεργούμενη περιοχή

	ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ		
	ΜΕΛΑΣΣΑ (tn)	ΝΩΠΟΣ ΠΟΛΤΟΣ (tn)	ΞΗΡΟΣ ΠΟΛΤΟΣ (tn)
ΛΑΡΙΣΑ	37.518	47.994	28.120
ΠΛΑΤΥ	36.650	71.100	20.006
ΣΕΡΡΕΣ	17.947	3.221	18.350
ΞΑΝΘΗ	21.550	19.120	16.650
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	26.135	3.408	28.867
ΕΒΖ	139.800	144.843	111.993

## Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων

### 1.1 Γενικά

Τα ζαχαρότευτλα ανήκουν στην οικογένεια *Chenopodiaceae* και η λατινική τους ονομασία *Beta vulgaris*. Είναι αυτοφυές φυτό της Ευρώπης, της Βόρειας και Δυτικής Ασίας.

Ο Θεόφραστος τα αναφέρει σαν "τευτλίον το μέλαν". Ο Dendoll δηλώνει ότι ενώ οι αρχαίοι γνώριζαν τα ζαχαρότευτλα, εν τούτοις δεν τα καλλιεργούσαν μέχρι τον 3ο αιώνα προ Χριστού. Οι Γερμανοί και οι Γάλλοι άρχισαν τη συστηματική τους καλλιέργεια το 1800.

Το βρώσιμο τμήμα του ριζοκόνδυλου αποτελείται από επαλάσσοντες στρώσεις ιστών, που χρησιμεύουν σαν αγωγοί και αποθησαυριστικοί ιστοί. Οι θωρίδες του αποθηκευτικού ιστού είναι σχετικά ευρείες και σκοτεινές, ενώ του αγωγού ιστού είναι σχετικά στενές και ανοιχτόχρωμες. Η εναλλαγή αυτή του χρώματος διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία, όπως και στην αυτή ποικιλία. Υψηλές θερμοκρασίες συντελούν στη μειωμένη ανάπτυξη του χρώματος του ριζοκόνδυλου.

Το ζαχαρότευτλο έχει πλούσιο ριζικό σύστημα, οι ρίζες του φθάνουν τα 70-90 εκατ. και φέρουν πολλές διακλαδώσεις κοντά στην πεπαχημένη ρίζα.



Εικ. 1 Ρίζα ζαχαρότευτλου



Το στέλεχος είναι μικρό δισκοειδές. Το χρώμα του ποικίλει από βαθύ ερυθρό μέχρι χλωροπράσινο. Τα φύλλα είναι απλά, σπειροειδώς τακτοποιημένα κοντά στο ρόδακα και φέρουν στομάτια στις δύο επιφάνειες την άνω και την κάτω. Φέρουν δε την ερυθρή χρωστική Βεταΐνη, η οποία χαρακτηρίζει τα ζαχαρότευτλα.

Το ζαχαρότευτλο είναι διετές φυτό που αναπτύσσει στο δεύτερο χρόνο της σποράς του, ανθικό στέλεχος 1 με 1,5 μέτρο με πολλά άνθη μονήρη ή σε ταξιανθίες. Οι σπόροι των ζαχαρότευτλων είναι πραγματικοί καρποί που περιέχουν 2-6 σπέρματα. Υπάρχουν επίσης και μονόσπερμες ποικιλίες.

## 1.2 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες των ζαχαρότευτλων ανάλογα με το σχήμα και το χρόνο ωριμάνσεως των ριζοκονδύλων ταξινομούνται:

α) στις σφαιρικές πεπλητυσμένες πρώιμες, με αντιπροσωπευτικές ποικιλίες τις *Crosby's Egyptian*, *Green Top Buching*, *Ruby Queen* και *Early Wonder*.

β) Στις σφαιρικές πρώιμες, με αντιπροσωπευτικές ποικιλίες τις *Detroit Dark Red* και *Perfected Detroit*.

γ) στις μακρόριζες όψιμες, με αντιπροσωπευτικές ποικιλίες την *Long Dark Top*.

## 1.3 Έδαφος

Τα ζαχαρότευτλα ευδοκιμούν σε εδάφη καλά στραγγιζόμενα, ελαφρά, όξινα, αμμοπηλώδη ή ιηλοαμμώδη. Είναι ευαίσθητα στα πολύ όξινα εδάφη, το καλύτερο δε pH είναι 6,0 - 7,0.

## 1.4 Τεχνική της καλλιέργειας

### 1.4.1 Αμειψισπορά

Αμειψισπορά είναι η ετήσια εναλλαγή των καλλιεργειών, δηλαδή η μη σπορά του ίδιου φυτού σε ένα χωράφι κάθε χρόνο.

Όταν ένα χωράφι σπέρνεται συνέχεια με το ίδιο φυτό τότε:

α) Το χωράφι με το χρόνο υποβαθμίζεται παραγωγικά και αδυνατίζει.

β) Τα ζιζάνια πληθαίνουν, ιδιαίτερα τα ποηλυτή.

γ) Οι ασθένειες και οι εχθροί πληθαίνουν κάθε χρόνο και ορισμένες από αυτές γίνονται τόσο σοβαρές, ώστε να καταστεί η καλλιέργεια ανπιοικονομική και ασύμφορη.

Έτσι λοιπόν οι ωφέλειες που προκύπτουν από την αμειψισπορά είναι:

α) Διατηρείται το χωράφι γόνιμο και αποδοτικό.

β) Καταπολεμούνται καλύτερα οι ασθένειες και μάλιστα με μικρότερα έξοδα.

γ) Αντιμετωπίζονται καλύτερα και με λιγότερα έξοδα τα ζιζάνια και κυρίως τα ποηλυτή.

δ) Προλαμβάνονται και δεν μπορούν να εκδηλωθούν ορισμένες σοβαρές και καταστροφικές για την καλλιέργεια ασθένειες, όπως για παράδειγμα η ριζομανία.

Ειδικότερα για τα ζαχαρότευτλα προτείνεται η τετραετής αμειψισπορά η οποία επιτυγχάνει ικανοποιητική προστασία της καλλιέργειας· γι' αυτό και οι Γεωπονικές Υπηρεσίες της Βιομηχανίας Ζάχαρης την καθιέρωσαν υποχρεωτικά με το συμφωνητικό τευτλοκαλλιέργειας προβλέποντας για τους παραβάτες αυστηρές ποινές.

Η γενίκευση και η καθιέρωση των τετραετών ζωνών τευτλοκαλλιέργειας (διαίρεση σε τέσσερις σαφώς καθορισμένες ζώνες του αγροκτήματος κάθε χωριού) και η καλλιέργεια σε μια μόνο ζώνη, θα πρέπει να είναι ο μελλοντικός στόχος, προκειμένου να γίνει σίγουρη η αμειψισπορά και να εξαλειφθεί πλήρως ο πειρασμός της παραβίασής της που παρατηρείται κυρίως σε περιοχές με υψηλό εισόδημα από την καλλιέργεια.

#### **1.4.2 Επιλογή χωραφιού**

Για την επιλογή του κατάλληλου χωραφιού για την καλλιέργεια των τεύτλων λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

α) Το χωράφι να μην έχει σπαρεί με τεύτλα τα προηγούμενα τρία χρόνια.

β) Η προηγούμενη των τεύτλων καλλιέργεια να ελευθερώνει το χωράφι όσο το δυνατόν νωρίτερα το καλοκαίρι, ώστε να μπορεί να γίνει σωστά η προετοιμασία για την πρώιμη σπορά (Φεβρουάριο) που είναι σημαντική για την παραγωγή. Προτιμούνται λοιπόν πρώτα χωράφια που έχουν σπαρεί με σιτάρι, μετά με αραβόσιτο και τέλος με βαμβάκι (επιλογή ανάγκης).

γ) Η ζιζανιοκτονία που εφαρμόστηκε κυρίως την τελευταία χρονιά. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες αμειψισποράς ή η κακή τους χρήση, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές και σημαντικές απώλειες στην παραγωγή των τεύτλων, έστω και αν το χρονικό διάστημα εφαρμογής τους ξεπερνάει το έτος.

δ) Το χωράφι να είναι γόνιμο, να διαθέτει ικανοποιητικό αποστραγγιστικό δίκτυο για να μπορεί να κατεργαστεί νωρίς την άνοιξη (Φεβρουάριο), να είναι καθαρό από πέτρες, ποδηγετή ζιζάνια και το κυριότερο να διαθέτει εξασφαλισμένο νερό άρδευσης, τουλάχιστον μέχρι τέλος Αυγούστου και οδική πρόσβαση.

### **1.4.3 Φθινοπωρινή προετοιμασία χωραφιού**

Η προετοιμασία του χωραφιού είναι εξαιρετικής σημασίας για την καλλιέργεια των τεύτλων, τα οποία φυτρώνουν δύσκολα και γι' αυτό πρέπει να σπαρούν νωρίς την άνοιξη (Φεβρουάριο - Μάρτιο). Η προετοιμασία αρχίζει από το προηγούμενο καλοκαίρι με την επιλογή του κατάλληλου χωραφιού και την εκτέλεση διαφόρων εργασιών που στοχεύουν στην:

α) Καταστροφή και ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.

β) Διόρθωση τυχόν αδυναμιών του χωραφιού (συμπύεση, επιφανειακές ανωμαλίες, οξύτητα, αλκαλίωση, κ.λπ.).

γ) Προετοιμασία της επιφάνειας του χωραφιού.

Το χωράφι πρέπει να είναι έτοιμο για σπορά την άνοιξη και να χρειάζεται μόνο ένα ελαφρό σβάρνισμα για να σκεπασθούν τα λιπάσματα και οι ροδιές του ελκυστήρα.



Κατά τη φθινοπωρινή προετοιμασία οι εργασίες που πρέπει να γίνουν στο χωράφι είναι οι ακόλουθες:

α) Καταστροφή των στελεχών (καλαμιές, καλαμποκιές, βαμβακιές κτ.π.), Αμέσως μετά τη συγκομιδή κόβονται τα στελέχη προηγούμενης καλλιέργειας με κατάλληλο στελεχοκόπτη. Η εργασία αυτή είναι απαραίτητη, διότι αν δεν τεμαχισθούν τα στελέχη, εμποδίζουν την σωστή σπορά (βάθος, αποστάσεις).

β) Φρεζάρισμα. Εφαρμόζεται πριν από το φθινοπωρινό όργωμα και σκοπό έχει να τεμαχίσει και να παραχώσει τις ρίζες της προηγούμενης καλλιέργειας (μηδική, καλαμπόκι, βαμβάκι). Είναι χρήσιμο στις περιπτώσεις που το απλό όργωμα - σβάρνισμα δεν έχει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

γ) Ισοπέδωση. Βοηθάει το χωράφι να στεγνώσει γρηγορότερα την Άνοιξη, επιτρέποντας έτσι την πρόωμη σπορά. Επίσης βοηθάει στο ομοιόμορφο πότισμα το καλοκαίρι, μειώνοντας το σάπισμα των τεύτλων.

δ) Βελτίωση της οξύτητας του εδάφους. Η προσθήκη κάθε 4-5 χρόνια ασβεστοϊκούς ζαχαρούργειο στα όξινα εδάφη ή γύψου στα αλκαλικά, βελτιώνει ιδιαίτερα τις αποδόσεις των τεύτλων και των επόμενων καλλιεργειών.

ε) Λίπανση (αναφέρεται αναλυτικά στην παράγραφο 1.4.6).

στ) Εφαρμογή νηματοδοκτόνων. Είναι απαραίτητη στα αμμώδη χωράφια που έχουν κομβονηματοώδεις.

ζ) Υπεδαφοκαλλιέργεια. Η εφαρμογή της, κάθε 4-5 χρόνια, είναι πολύ ωφέλιμη, στα βαριά κυρίως εδάφη, διευκολύνοντας έτσι την συγκράτηση του νερού και την ανάπτυξη των ριζών. Επιβάλλεται όμως να γίνεται πριν το όργωμα, με μεγάλους ελκυστήρες σε ξηρό έδαφος με απλό ή σταυρωτό πέρασμα.

η) Το όργωμα. Είναι η βασική και απαραίτητη ετήσια φθινοπωρινή καλλιεργητική εργασία με την οποία χαλαρώνει το έδαφος, παραχώνονται τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και φέρνονται στην επιφάνεια οι εχθροί των τεύτλων, ώστε να καταστραφούν από τον ήλιο και τους παγετούς.

θ) Χειμερινό σβάρνισμα. Τα μεγάλα σβώλια και τα φθινοπωρινά ζιζάνια καταστρέφονται το χειμώνα με καλλιεργητή ή διάφορες σβάρνες, ώστε το

χωράφι τον Φεβρουάριο να μπορεί να σπαρεί μετά από ένα μόνο ελαφρύ σβάρνισμα.

Όλες οι παραπάνω εργασίες πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν νωρίτερα σε ξηρά χωράφια, για να πετυχαίνουν καλύτερα το στόχο τους και κυρίως να μη συμπιέζουν το έδαφος δημιουργώντας ασφυξία στις επόμενες καλλιέργειες.

#### **1.4.4 Ανοιξιάντικη προετοιμασία χωραφιού**

Σκοπός της ανοιξιάντικης προετοιμασίας είναι κυρίως να εξασφαλιστεί περιβάλλον κατάλληλο για το φύτευμα του σπόρου και την πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Με την ίδια εργασία ενσωματώνονται στο έδαφος τα βασικά λιπάσματα καθώς και τα ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα που τυχόν θα χρησιμοποιηθούν. Επίσης καταστρέφονται και τα φθινοπωρινά ζιζάνια που φύτεψαν στο μεσοδιάστημα.

Κατά την ανοιξιάντικη προετοιμασία πρέπει να προσέξουμε:

α) Το ρώγο του χωραφιού. Να μη βιαστούμε ν' αρχίσουμε την προετοιμασία, πριν μας το επιτρέψει η υγρασία του χωραφιού. Υπάρχει κίνδυνος να το αγριέψουμε βγάζοντας στην επιφάνεια μεγάλους θασπερούς σβώλους που αν ξεραθούν την Άνοιξη δεν ψιλοχωματίζονται πλέον με μηχανήματα.

β) Τα ποηλά περάσματα. Το σωστό είναι να προετοιμαστεί το χωράφι με ένα ή το πολύ, στην ανάγκη, με δύο περάσματα. Τα περισσότερα συμπιέζουν το έδαφος, που είναι ακόμα υγρό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τεύτλα με ποηυριζίες ή σε πολύ συμπιεσμένα χωράφια ρίζες με το μεγαλύτερο μέρος να εξέχει από το έδαφος, μειώνοντας έτσι την παραγωγή (μικρές ρίζες, μεγάλες απώλειες κατά τη συγκομιδή).

γ) Το βάθος κατεργασίας. Επιδίωξή μας είναι να δημιουργήσουμε ένα επιφανειακό στρώμα σχετικά ψιλοχωματισμένου εδάφους, πάχους 3-5 εκατ., δίχως να ενοχλήσουμε το πιο κάτω συμπαγές και περισσότερο υγρό έδαφος, όπου η σπαρτική μηχανή θα πρέπει να εναποθέσει τον σπόρο, προκειμένου να εξασφαλιστεί το φύτευμά του. Συνεπώς, πρακτικά το βάθος κατεργασίας πρέπει να είναι τόσο ώστε ίσα-ίσα να καλύπτονται τα ίχνη των τροχών του τρακτέρ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι περισσότερη προσοχή στην προετοιμασία χρειάζονται τα βαριά εδάφη, διότι δύσκολα κατεργάζονται και δύσκολα επανέρχονται στη σωστή κατάσταση αν γίνει κάποιο λάθος στην κατεργασία. Τα εδάφη αυτά αποτελούν άλληλωςτε και την πλειοψηφία των τευτλιοχωραφιών

Τα πολύ ελαφρά εδάφη, στην περίπτωση των πολλών βροχών το χειμώνα, συμπιέζονται πολύ και είναι πολλές φορές απαραίτητη η βαθύτερη ανοιξιάτικη κατεργασία ή το όργωμα, που μπορούν να γίνουν χωρίς σημαντικό κίνδυνο.

Κατά τη Φθινοπωρινή και Ανοιξιάτικη προετοιμασία, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, προκειμένου να εξασφαλιστεί πρώιμη και σωστή σπορά, με εξασφαλισμένο φύτευμα.

#### **1.4.5 Σπορά**

Η σπορά αποτελεί την πιο κρίσιμη φάση της καλλιέργειας, διότι επηρεάζει σημαντικά όλες τις επόμενες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως το σκάπισμα, τον ψεκάσμό, την άρδευση και κυρίως την συγκομιδή των τεύτλων.

Η έγκαιρη και σωστή προετοιμασία του χωραφιού παρέχει και τη δυνατότητα της πρώιμης σποράς, με στόχο την πραγματοποίησή της μέσα στον Φεβρουάριο και το αργότερο μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου. Συνεπώς πρέπει να αξιοποιείται κάθε περίοδος καλοκαιρίας μετά το χειμώνα, χωρίς βέβαια να επιτρέπεται η είσοδος στο χωράφι όταν είναι πολύ υγρό.

Τα πλεονεκτήματα τη πρώιμης σποράς είναι: η καλύτερη αξιοποίηση της υπάρχουσας ακόμη υγρασίας του εδάφους, οι αυξημένες πιθανότητες βροχόπτωσης, το ομοιόμορφο φύτευμα, η καλύτερη ανάπτυξη των φυτών, το μικρότερο κόστος ζιζανιοκτονίας, η καλύτερη προστασία από τις προσβολές των εντόμων, τα μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια επανασποράς αν χρειαστεί και η καλύτερη τελική απόδοση.

Η απόσταση σποράς επάνω στην γραμμή είναι σημαντική και καθοριστική για την περαιτέρω εξέλιξη της καλλιέργειας. Στόχος της είναι το φύτευμα 8.000-11.000 φυτών στο στρέμμα, ομοιόμορφα κατανεμημένα,



ώστε με τις απώλειες μέχρι το φθινόπωρο να συγκομιστούν 7.000-10.000 τεύτλα, τα οποία θα δώσουν και τις καλύτερες αποδόσεις.

Κατά την σπορά, όμως, πρέπει να προσέξουμε τ' ακόλουθα:

α) Την επιλογή και προετοιμασία του χωραφιού

β) Το βάθος σποράς. Σε καλά ψιλοχωματισμένα χωράφια και με πρώιμη σπορά, μπορεί να είναι 2 εκατ., ενώ σε δυσκολότερες συνθήκες 3-4 εκατ.

γ) Την απόσταση μεταξύ των γραμμών. Έχει καθιερωθεί η απόσταση των 50 εκατ. και σε λίγες περιοχές παραμένει παραδοσιακά η απόσταση των 45 εκατ.

δ) Την επιλογή της σπαρτικής μηχανής. Προτιμούνται οι εξειδικευμένες μηχανές (δωδεκάσειρες μηχανές που σπέρνουν μόνο τεύτλα) και οι εξάσειρες συντηρημένες πνευματικές ή μηχανές ακριβείας που διαθέτουν τα ειδικά για την σπορά των τεύτλων εξαρτήματα.

ε) Την επιλογή ικανού χειριστή.

στ) Την ταχύτητα σποράς. Να μην τρέχει το τρακτέρ με ταχύτητα μεγαλύτερη από 4-5 χιλιόμετρα (κανονικό περπάτημα ανθρώπου).

ζ) Την ρύθμιση του αέρα ή του κτενιού του σποροδιανομέα στις πνευματικές μηχανές.

#### 1.4.6 Λίπανση

Αν ληφθεί υπόψη ότι η ζάχαρη φτιάχνεται στα φύλλα των ζαχαρότευτλων, τότε η σωστή θρέψη πρέπει να φαίνεται στην καλή εμφάνιση του φυλλώματος. Όμως σωστή θρέψη σημαίνει επάρκεια στην ποσότητα των απαραίτητων στοιχείων Άζωτο-Φωσφόρο-Κάλιο (N-P-K) στη σωστή αναλογία. Ωστόσο και άλλα θρεπτικά στοιχεία θεωρούνται απαραίτητα σε πιο μικρές ποσότητες, όπως είναι το Μαγνήσιο, το Βόριο, ο Ψευδάργυρος, το Μαγγάνιο κ.ά.

Οι ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία είναι περίπου γνωστές. Ένα μέρος των αναγκών αυτών (συνήθως το μεγαλύτερο) ικανοποιείται από τη φυσική γονιμότητα του χωραφιού, το μέρος αυτό μπορεί να εκτιμηθεί με εδαφολογική ανάλυση. Το υπόλοιπο μέρος ικανοποιείται με λιπάσματα.

Έτσι, λοιπόν, κάθε χωράφι θέλει τη δική του άριστη δόση. Η δόση αυτή μπορεί να αλληιάζει από χρονιά σε χρονιά (λόγω της προηγούμενης

καλλιέργειας, των προηγούμενων λιπάνσεων και αποδόσεων του χωραφιού αυτού).

#### ΜΕΣΗ ΑΡΙΣΤΗ ΔΟΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Κατά τα τελευταία χρόνια

#### ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

↗ ΑΖΩΤΟ --> 12-14 λιπαντικές μονάδες (χιλγ. N) στο στρέμμα

➔ ΦΩΣΦΟΡΟΣ --> 9-11 λιπαντικές μονάδες (χιλγ. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στο στρέμμα

↘ ΚΑΛΙΟ --> 0-45 λιπαντικές μονάδες (χιλγ K<sub>2</sub>O) στο στρέμμα

Οι δόσεις αυτές προϋποθέτουν αφράτο χωράφι σε βάθος 0-60 εκατ. και σχετικά καλή διάθεση νερού για ποτίσματα. Η ομοιόμορφη εφαρμογή του λιπάσματος είναι απαραίτητη.

Δόση λιπάσματος μικρότερη της άριστης, καταλήγει σε μικρότερο βάρος ριζών και χαμηλότερο εισόδημα. Αντίθετα δόση λιπάσματος μεγαλύτερη της άριστης, ρίχνει το ζαχαρικό τίτλο και καταλήγει σε χαμηλότερο εισόδημα.

#### 1.4.7 Ποτίσματα

Από πειραματικές μελέτες έχει εκτιμηθεί ότι οι συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό, στο διάστημα μιας καλλιεργητικής χρονιάς, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται από 540 κυβ. μέτρα/στρέμμα (περιοχή Θράκης) έως 610 κυβ. μέτρα/στρέμμα (πεδιάδα Θεσσαλίας). Οι διακυμάνσεις προς τα πάνω ή προς τα κάτω, που οφείλονται στις μεταβολές του καιρού από χρόνο σε χρόνο, περιορίζονται σε ποσοστό  $\pm 10\%$ . Κάποιες μικρότερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν επίσης σαν συνέπεια μιας πρωιμότερης σποράς ή μιας όψιμης συγκομιδής.

Αφαιρώντας την ποσότητα του νερού, που είναι ήδη αποθηκευμένη στο έδαφος κατά την εποχή της σποράς, και την ωφέλιμη βροχή, που συνήθως πέφτει κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, οι μέσες καθαρές ανάγκες σε νερό ποτίσματος, στις περιοχές τευτλοκαλλιέργειας διαμορφώνονται ως εξής:

ΘΕΣΣΑΛΙΑ	390 κυβ. μέτρα στο στρέμμα
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	350 κυβ. μέτρα στο στρέμμα
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	320 κυβ. μέτρα στο στρέμμα
ΘΡΑΚΗ	310 κυβ. μέτρα στο στρέμμα

Οι πρώτες ανάγκες των ζαχαρότευτλων για πότισμα εμφανίζονται αμέσως μετά τη σπορά, στις περιπτώσεις εκείνες που δεν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος ή δεν βρέχει για να φυτρώσουν οι σπόροι. Το ελαφρύ πότισμα που γίνεται, τότε, για υποβοήθηση του φυτρώματος θεωρείται λύση ανάγκης. Το καλό φύτευμα των σπόρων θα πρέπει, κατά κανόνα, να επιδιώκεται από νωρίτερα, με σωστή προετοιμασία των χωραφιών από το φθινόπωρο και με λιγότερη κατεργασία κατά την Άνοιξη, για να συγκρατείται στο έδαφος η απαιτούμενη υγρασία για το φύτευμα.

Μετά την ολοκλήρωση του φυτρώματος και πριν το κλείσιμο των γραμμών, τα τεύτλα έχουν περιορισμένο φύλλωμα, και ως εκ τούτου μικρές ανάγκες σε νερό οι οποίες συνήθως αυτήν την εποχή ικανοποιούνται από τα υπάρχοντα εδαφικά αποθέματα. Το ριζικό σύστημα, τότε, αναπτύσσεται γρήγορα σε βάθος και εκμεταλλεύεται αρκετό όγκο εδάφους.

Εάν όμως κατά την Άνοιξη επικρατήσουν έντονες ξηροθερμικές συνθήκες, γεγονός που προκαλεί προβλήματα στα βαριά αργιλλώδη εδάφη τα οποία αρχίζουν να σχίζονται, συνίσταται ένα ελαφρύ πότισμα που θα βοηθήσει στο καλύτερο πλύσιμο των λιπασμάτων και στο ταχύτερο κλείσιμο των γραμμών.

Η κρίσιμη περίοδος κατά την οποία τα τεύτλα έχουν μεγάλη ανάγκη τόσο νερού όσο και θρεπτικών στοιχείων, αρχίζει λίγο πριν από το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου 150 ημέρες μετά την ημερομηνία σποράς.

Η πρακτική, όμως, έχει δείξει ότι κρίσιμη περίοδος μπορεί να είναι οποιοδήποτε διάστημα της βλαστικής περιόδου των ζαχαρότευτλων κατά το οποίο τα φυτά έχουν ανάγκη νερού, αλλά δεν μπορεί να ικανοποιηθεί.

Η λήξη των ποτισμάτων συνίσταται να γίνεται 2 έως 4 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή με σκοπό τα φυτά να επιταχύνουν την ωρίμανση, ώστε να επιτευχθεί υψηλότερος ζαχαρικός τίτλος.

Η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για το πότισμα εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους. Τα βαριά χωράφια δέχονται μεγαλύτερες ποσότητες. Όταν, όμως, τα ποτίσματα γίνονται κανονικά, οι ποσότητες του νερού δεν διαφέρουν πολύ στις διάφορες κατηγορίες εδαφών.

Το νερό που θα χρησιμοποιήσουν τα ζαχαρότευτλα, είναι αυτό που μπορούν να συγκρατήσουν τα εδάφη σε βάθος 60 εκατ. δύο ημέρες περίπου μετά από ένα πλήρες πότισμα, όπως ακριβώς ένα σφουγγάρι μετά το στράγγισμα. Η ποσότητα αυτή, είναι η μεγαλύτερη δόση νερού που επιτρέπεται να ρίξουμε.

Σε κανονικά επαναλαμβανόμενα ποτίσματα οι δόσεις είναι:

ελαφρά - αμμουδερά εδάφη	40-50 κυβ. μέτρα/στρέμμα
μεσαία - αμμοπηλώδη εδάφη	50-70 κυβ. μέτρα/στρέμμα
βαριά-αργιλήδη εδάφη	60-80 κυβ. μέτρα/στρέμμα

#### 1.4.8 Ζωικοί εχθροί

Τα έντομα που προσβάλλουν τα ζαχαρότευτλα είναι: α) Οι σιδεροσκώληκες (*Agriotes sp.*), β) ο κλεονός (*Bothynoderes punctiventris*), γ) ο τανυμέκος (*Tanymecus dilaticollis*), δ) οι αγρότιδες (*Agrotis sp.*), ε) ο άλτης (*Chaetocnema tibialis*), στ) η κασσίδα (*Cassida nobilis*), ζ) ο μικρός λίκος (*Lixus scabriocollis*), η) ο μεγάλος λίκος (*Lixus junci*), θ) οι αφίδες (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*), ι) οι κάμπιες του φυλλώματος (*Mamestra brassicae*, *Plussia gamma* κ.ά.), ια) η φθοριμαία (*Scrobipalpa ocellatella*), ιβ) η μηλολόνη (*Melolontha melolontha*), ιγ) η γρυλλοτάληπη (*Gryllotalpa gryllotalpa*).

Από τα παραπάνω έντομα οι σιδεροσκώληκες, οι κλεονοί, οι τανυμέκοι, οι αγρότιδες και ο άλτης είναι έντομα των νεαρών τεύτλων.

Άλλοι ζωικοί εχθροί των ζαχαρότευτλων είναι ο τετράνυχος (*Tetranychus urticae*) και οι κομβονηματοώδεις του γένους *Meloidogyne*.

#### 1.4.9 Ζιζάνια ζαχαρότευτλων

Τα ζιζάνια που φυτρώνουν στις καλλιέργειες των τεύτλων είναι: α) η αγριοπιπεριά (*Polygonum persicaria*), β) η αιθούζα (*Aethusa cynapium*), γ) η αημιροήλουβουδιά (*Chenopodium rebrum*), δ) η βερόνικα (*Veronica hederifolia*), ε) το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), στ) το κίρσιο (*Cirsium arvense*), ζ) η ηουβουδιά (*Chenopodium album*), η) η περικοκλήδα (*Convolvulus arvensis*), θ) το πολύγονο το αναρριχώμενο (*Bidderdykia convolvulus*), ι) το πολυκόμπι (*Polygonum aviculare*), ια) το σινάπι (*Sinapis arvensis*), ιβ) η στελλήαρια (*Stellaria media*), ιγ) η αγριομπαραμπακιά (*Abutilon theophrasti*), ιδ) η αγριομελίτζάνα (*Xanthium strumarium*), ιε) η αντράκλα (*Portulaca oleracea*), ιστ) το βήητο (*Amarenthus retroflexus*), ιζ) ο στύφνος (*Solanum nigrum*), ιη) ο τάτουηας (*Datura stramonium*), ιθ) η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), κ) ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*), κα) η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*), κβ) η σετάρια (*Setaria viridis*), κγ) η κύπερη (*Cyperus rotundus*).

#### 1.4.10 Ριζομανία των ζαχαρότευτλων

Η ριζομανία είναι η πιο σοβαρή ασθένεια των τεύτλων. Προκαλείται από ιό, που μεταδίδεται στο φυτό από έναν μύκητα του εδάφους. Οι ζημιές που προκαλεί μπορεί να φθάσουν στις πολύ σοβαρές περιπτώσεις, μέχρι την ολοκληρωτική καταστροφή των τεύτλων.

Πρώτη μακροσκοπική ένδειξη της προσβολής σε ένα χωράφι είναι η εμφάνιση, σε μικρά ή μεγάλα τμήματα του αγρού, φυτών με φύλλωμα κιτρινωμένο ή μαραμένο, μοιλονότι το έδαφος είναι υγρό. Αυτό αποτελεί σοβαρή υποψία και χρειάζεται να εξετασθούν αμέσως τα συμπτώματα στις ρίζες.

Έτσι λοιπόν οι προσβεβλημένες ρίζες εμφανίζουν επάνω στην κύρια ρίζα ποθυάριθμα ριζίδια, στένεμα της ρίζας και μαύρισμα εσωτερικά των ιστών από το στένεμα και πέρα. Σε προχωρημένο στάδιο τα ριζίδια τελικά νεκρώνονται και η ρίζα σαπίζει ή ξηραίνεται και έτσι τα φυτά παρουσιάζουν συμπτώματα μαρασμού, όταν επικρατούν ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες.





**Εικ. 2 Έντονη προσβολή από ριζομανία**

Χρειάζεται όμως, ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μη συγχέεται η ριζομανία με την πολυριζία (διχαλωτές ρίζες), η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να συνυπάρχει.

Στην πολυριζία τα τεύτλα είναι άσπρα τόσο εξωτερικά, όσο και σε τομή τους και δεν παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά άφθονα ριζίδια. Αντίθετα με τη ριζομανία οι διχαλωτές ρίζες της πολυριζίας εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της ασθένειας στις πλάγιες ρίζες.

#### **1.4.11 Κερκόσπορα των τεύτλων**

Η κερκόσπορα μαζί με τη ριζομανία είναι από τις σοβαρότερες ασθένειες των ζαχαρότευτλων. Μπορεί να εμφανιστεί τόσο στα τέλη Μαΐου - αρχές Ιουνίου όσο και στα τέλη Ιουλίου - τέλη Αυγούστου. Στην πρώτη περίπτωση ανάλογα με την ανάπτυξη των φυτών και τις καιρικές συνθήκες στα φύλλα εμφανίζονται μικρές καφετιές κηλίδες, που σιγά-σιγά πολλαπλασιάζονται και τελικά ξεραίνουν ολόκληρα τα φύλλα. Στη δεύτερη περίπτωση το χωράφι φαίνεται σαν καμμένο. Τα φυτά βγάζουν καινούρια φύλλα, καταναλώνοντας ζάχαρη που είχε αποθηκευτεί στη ρίζα.

Οι ζημιές που προκαλούνται από την κερκόσπορα μπορεί να φτάσουν στο 40% της παραγωγής του ζαχάρου. Η υψηλή υγρασία στην περιοχή του φυλλώματος των φυτών και η θερμοκρασία των 25-30°C ευνοούν την ανάπτυξη και την εξάπλωση της ασθένειας. Συνεπώς, οι βροχές από τα μέσα Μαΐου και μετά, αφού κλείσουν οι γραμμές των τεύτλων, καθώς και τα ποτίσματα, δημιουργούν ιδιαίτερα επικίνδυνες συνθήκες.

### Συγκομιδή - Αποθήκευση ζαχαρότευτλων

#### 2.1 Εποχή συγκομιδής

Ο χρόνος συγκομιδής μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των τεύτλων μειώνοντας ή αυξάνοντας την απόδοσή τους. Καθορίζεται:

α) Από την κατάσταση της φυτείας. Άρρωστα τεύτλα από ριζομανία ή κερκόσπορα ή άλλη σοβαρή αρρώστια, χωράφια με πολλή και μεγάλη ζιζάνια, χωράφια που στερούνται νερό άρδευσης ή εφαρμόστηκε ελλιπή λίπανση και τα φυτά παρουσίασαν κίτρινα φυλλώματα ή έχασαν τελείως το φύλλωμά τους, πρέπει να συγκομίζονται άμεσα, πριν ακόμα αναβλαστήσουν. Η καθυστέρηση της συγκομιδής θα προκαλέσει περαιτέρω απώλειες.

β) Από την κατάσταση του χωραφιού. Βαριάς συστάσεως εδάφη (αργιλώδη, αλατούχα, κ.λπ.), χωράφια με ανεπαρκές στραγγιστικό ή οδικό δίκτυο, πρέπει να συγκομίζονται πριν από τις βροχές του φθινοπώρου, γιατί κατά τη συγκομιδή με τις λάσπες θα παρουσιάσουν μεγάλες απώλειες και αυξημένες ξένες ύλες.

γ) Από την κατάσταση θρέψεως του χωραφιού (NITROTEST). Από τα στοιχεία των δειγματοληψιών των μίσχων, που λαμβάνονται κυρίως τον Ιούλιο, μπορεί να γίνει εκτίμηση της προοπτικής που έχει η φυτεία για αύξηση της παραγωγής. Έτσι μπορεί να καθοριστεί η σωστή ημερομηνία συγκομιδής η οποία γνωστοποιείται στον ενδιαφερόμενο παραγωγό.

δ) Από την σειρά κλήρωσης. Είναι ενιαία, ανά χωριό ή ανά ποικιλία (πρώιμη, μέση ή όψιμη) ή ανά τοποθεσία (υψώματα, βάλτος).

Γενικότερα όμως, με το ξηροθερμικό Ελληνικό Φθινόπωρο τα περιποιημένα τεύτλα συνεχίζουν να αποθηκεύουν σάκχαρα μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου. Με την αλλαγή του καιρού σταματάει πρακτικά η παραγωγή σακχάρων και αυξάνεται η κατανάλωσή τους με τη δημιουργία νέου φυλλώματος. Οι απώλειες συγκομιδής και η συμπίεση του χωραφιού μέχρι τον Οκτώβριο είναι σχετικά μικρές ενώ κατά το Νοέμβριο και Δεκέμβριο λόγω βροχών γίνονται πολύ επιζήμιες.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι: τα περιποιημένα τεύτλα συμφέρει να συγκομίζονται την ημέρα της παράδοσης εφόσον αυτή γίνει τον Οκτώβριο, ενώ μετά τον Οκτώβριο η συγκομιδή πρέπει να γίνεται νωρίτερα από την προγραμματισμένη ημερομηνία παράδοσης και να αποθηκεύονται. Στις περισσότερες χώρες, με δροσερό φθινόπωρο, η συγκομιδή διαρκεί περίπου 45 ημέρες (Σεπτέμβριος - Οκτώβριος).

## **2.2 Τρόποι συγκομιδής**

Η συγκομιδή των τεύτλων στην Ελλάδα, εδώ και πολλά χρόνια, γίνεται αποκλειστικά με μηχανές. Έτσι οι τευτλοπαραγωγοί διευκολύνονται σημαντικά, διότι η συγκομιδή που ήταν η πιο δύσκολη, κουραστική και δαπανηρή εργασία στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων, γίνεται πλέον άνετα και με λιγότερα έξοδα



*Εικ. 3. Συγκομιστική μηχανή τεύτλων*



Τα μειονεκτήματα της μηχανικής συγκομιδής είναι: οι απώλειες των τεύτλων, οι αυξημένες ξένες ύλες, η συμπίεση του χωραφιού. Τα μειονεκτήματα αυτά μπορούν να ξεπεράσουν τα πλεονεκτήματα της μηχανικής συγκομιδής εάν το χωράφι, η συγκομιστική μηχανή και ο χειριστής της, παρουσιάσουν κάποιες αδυναμίες. Από εκατοντάδες μετρήσεις δοκιμαστικών αγρών της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης διαπιστώθηκε ότι οι απώλειες συγκομιδής κυμαίνονται στο 5-30% της αξίας των τεύτλων (300-1800 κιλά/στρέμμα).

### **2.3 Αποθήκευση ζαχαρότευτλων**

Τα τεύτλα μετά τη συγκομιδή τους μπορούν να αποθηκευτούν για 4-5 ημέρες στα χωράφια, στους ελεύθερους χώρους των εργοστασίων και στα σιλό.



**Εικ. 4. Αποθήκευση τεύτλων στο εργοστάσιο**

Η σωστή αποθήκευση των τεύτλων στο χωράφι επιδιώκει μικρές απώλειες ζάχαρης και δυνατότητα φθηνής και εύκολης μεταφόρτωσης κατά τις βροχερές ημέρες. Οι κυριότερες προϋποθέσεις για μια επιτυχή αποθήκευση είναι:

- Τα τεύτλα να είναι υγιή και να συγκομίζονται με μικρές μηχανικές βλάβες, σωστή αποκορύφωση και κατά το δυνατό λιγότερες ξένες ύλες.
- Ο χώρος αποθήκευσης να είναι επίπεδος, συμπιεσμένος, με καλή στράγγιση και προσβάσιμος στα φορτωτικά και μεταφορικά μέσα με οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες.
- Ο σωρός να έχει ύψος περίπου 2 μέτρα, ώστε να αερίζεται εύκολα και ανάλογο πλάτος, ώστε να φορτώνεται με τα διαθέσιμα στην περιοχή φορτωτικά μηχανήματα.
- Να υπάρχει στην περιοχή μεγάλο εργατικό δυναμικό συγκομιδής, μετά τα μέσα Οκτωβρίου, ώστε να υπερκαλύπτεται το ημερήσιο πρόγραμμα των εργοστασίων. Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο χειριστές για 20ωρη ημερήσια συγκομιδή.

Τα σιλό είναι υπαίθρια πλάτω με διαμερίσματα, που συγκοινωνούν με ελαφρά κλίση, περίπου 2%, με τα κανάλια-αυλάκια μεταφοράς των τεύτλων. Είναι εφοδιασμένα με συστήματα αερισμού και με ακροφύσια νερού, για την προώθηση των τεύτλων στο εργοστάσιο. Ο χρόνος παραμονής των τεύτλων στα σιλό δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τις 8-16 ώρες κατά τους θερινούς μήνες, Αύγουστο-Σεπτέμβριο, ώστε να αποφεύγονται οι αλλοιώσεις. Από τα τέλη Σεπτεμβρίου, σε συνδυασμό με τις επικρατούσες θερμοκρασίες και τις μετεωρολογικές προβλέψεις της ΕΜΥ ο χρόνος παραμονής στα σιλό, σταδιακά μπορεί να αυξηθεί ώστε μετά τις 10 Οκτωβρίου τα ζαχαρότεύτλα να μπορούν να μένουν 2 ή 3 ημέρες. Αυτό βοηθάει στη δημιουργία αποθεμάτων για την αντιμετώπιση διακοπών προσκόμισης λόγω βροχοπτώσεων.

Μόνο κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ενδείκνυται (κατά το μήνα Νοέμβριο ή Δεκέμβριο) να γίνει αποθεματοποίηση (ακόμα και έξω από τα σιλό του εργοστασίου), ώστε να συγκομιστούν όλα τα τεύτλα και να μη παραταθεί ή να μη διακοπεί η παραγωγή ζάχαρης από έλλειψη τεύτλων.



## Παραγωγή ζάχαρης

### 3.1 Η ιστορία της ζάχαρης

Η ιστορία της ζάχαρης είναι συνδεδεμένη με την ιστορία του πολιτισμού. Στην αρχαιότητα ήταν γνωστό μόνο το μέλι. Η ζάχαρη, από την σανσκριτική λέξη «ΣΑΡΚΑΡΑ», αρχίζει την ιστορία της από τον 4ο αιώνα π.Χ., με την ανακάλυψη από τους στρατιώτες του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην κοιλάδα του Ινδού ποταμού, "ενός καλαμιού που δίνει μέλι χωρίς μέλισσες". Τον 7ο αιώνα μ.Χ. οι Άραβες εισβάλλουν στην Μέση Ανατολή και ανακαλύπτουν ακόμη μια φορά το σακχαροκάλαμο, που επεκτείνουν την καλλιέργειά του στην πεδιάδα της Μεσογείου. Εργαστήρια παραγωγής ζάχαρης από σακχαροκάλαμο γίνονται στη Ρόδο, στη Κύπρο, στην Αίγυπτο, στη Βόρεια Αφρική, στη Σικελία, στις Βελαρίδες νήσους και στη Νότια Ισπανία. Η ανακάλυψη του Νέου Κόσμου τροποποίησε πλήρως την γεωγραφία της ζάχαρης. Το σακχαροκάλαμο καλλιεργήθηκε σε τροπικά κλίματα, όπως στα νησιά της Καραϊβικής, που ονομάστηκαν έτσι και νησιά της ζάχαρης.

Η ζάχαρη εμφανίζεται στην Κεντρική Ευρώπη τον 12ο αιώνα χάρη στους σταυροφόρους που την μετέφεραν από την Συρία. Η εισαγωγή γινόταν από το λιμάνι της Βενετίας. Η πώλησή της γινόταν σε πολύ υψηλή τιμή από τα φαρμακεία σαν πολυτίμο, εξωτικό προϊόν, σε μορφή κώνων ζάχαρης, σπασμένων συσσωματωμάτων ζάχαρης ή σε σκόνη.

Εισαγόταν ακατέργαστη και γινόταν καθαρισμός της στις ραφιναρίες, που είχαν ανεγερθεί κυρίως κοντά στα μεγάλα ευρωπαϊκά λιμάνια. Η γαλλική επανάσταση και το ηπειρωτικό εμπόργκο που επέβαλλε η Γαλλία στα αγγλικά πλοία, εμπόδιζαν την εισαγωγή της ζάχαρης από σακχαροκάλαμο, έτσι προκύπτουν αυστηροί περιορισμοί στην κατανάλωσή της. Είναι λοιπόν αναγκαίο, να βρεθεί ένα ευρωπαϊκό φυτό από το οποίο να βγαίνει ζάχαρη, όπως από το σακχαροκάλαμο.

Ήδη το 1747 ο Marggraf, γερμανός χημικός, απέδειξε ότι στο κτηνοτροφικό τεύτλο περιέχεται η ίδια ζάχαρη που βγαίνει από το

σακχαροκάλαμο. Εικοσιπέντε χρόνια αργότερα, ο συμπατριώτης του Achard επανέλαβε και τελειοποίησε τα πειράματά του. Το 1900 η ζάχαρη από τεύτλο αντιπροσωπεύει το 63% της παγκόσμιας παραγωγής. Σήμερα το 40% της παραγόμενης ζάχαρης προέρχεται από τα τεύτλα και το 60% από το σακχαροκάλαμο.

### **3.2 Η ιστορία της ζάχαρης στην Ελλάδα**

Το 1842 ιδρύεται το πρώτο ελληνικό ζαχαρουργείο κοντά στο χωριό Κανούριο της Λοκρίδας, ύστερα από σύμβαση που υπέγραψε το 1839 το Ελληνικό Δημόσιο με Γαλλοβελγική Εταιρεία. Η εταιρεία όμως χρεοκόπησε και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε.

Το 1892 θεμελιώθηκε το "Σακχαροποιείο Χρηστάκη Β. Ζωγράφου" στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας. Λειτουργήσε από το 1894 μέχρι το 1909 και η συνοδική παραγωγή ζάχαρης πλησίασε τους 8.000 τόνους. Ο σκληρός ανταγωνισμός της ξένης ζάχαρης και η αδυναμία καταπολέμησης των ζωικών εχθρών των τεύτλων, ήταν οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν το ζαχαρουργείο σε κλείσιμο.

Το 1960 ιδρύθηκε η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Το 1961 λειτούργησε το πρώτο εργοστάσιο στη Λάρισα, το 1962 στο Πλάτυ, το 1963 στις Σέρρες. Η δυναμικότητα επεξεργασίας των παραπάνω εργοστασίων ήταν 2000 τόνοι τεύτλων το 24ωρο/εργοστάσιο. Το 1972 λειτούργησε το τέταρτο στην Ξάνθη και το 1975 το πέμπτο στην Ορεστιάδα με δυναμικότητα επεξεργασίας 3.000 τόνων τεύτλων το 24ωρο το καθένα.

Τα εργοστάσια επεξεργάζονται τεύτλα από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου (100 ημέρες περίπου καμπάνιας) επί 24ωρου βάσεως χωρίς διακοπή. Τον υπόλοιπο χρόνο το τακτικό προσωπικό ασχολείται με τη συντήρηση των μηχανημάτων, με βελτιώσεις και προσθήκες νέου εξοπλισμού. Στην περίοδο λειτουργίας προσλαμβάνονται άτομα ως έκτακτο προσωπικό.

### 3.3 Βασικές έννοιες στη Ζαχαροβιομηχανία

Για την καλύτερη κατανόηση της παραγωγικής διαδικασίας της ζάχαρης κρίνεται σκόπιμο να επισημανθούν κάποιες έννοιες. Έτσι λοιπόν:

- Διάλυμα είναι ένα ομογενές μίγμα, που αποτελείται από δύο ή περισσότερα καθορισμένα σώματα.

Τα διάφορα σιρόπια που κυκλοφορούν μέσα στο εργοστάσιο είναι διαλύματα που αποτελούνται από: α) νερό, β) ζάχαρη, γ) άλλες ουσίες που δεν είναι ζάχαρη και ονομάζονται "μή ζάχαρα".

- Κορεσμένο είναι ένα διάλυμα ζάχαρης όταν υπάρχει διαλυμένη τόση ζάχαρη όση ακριβώς μπορεί να διαλυθεί στη δεδομένη θερμοκρασία και τη δεδομένη ποσότητα νερού.
- Διαλυτότητα της ζάχαρης είναι η ποσότητα ζάχαρης που απαιτείται να διαλυθεί για να έχουμε κορεσμένο διάλυμα σε μια ορισμένη θερμοκρασία.
- Ακόρεστο είναι ένα διάλυμα όταν έχει μικρότερη διαλυμένη ποσότητα ζάχαρης απ' αυτήν που μπορεί να διαλυθεί σε μια δεδομένη θερμοκρασία.
- Υπέρκορο είναι το διάλυμα που περιέχει περισσότερη ζάχαρη από την ποσότητα που πρέπει να διαλυθεί σε δεδομένη θερμοκρασία.
- Βαθμός ή συντελεστής υπερκορεσμού είναι ο λόγος της ποσότητας ζάχαρης που βρίσκεται σε 100 μέρη νερού δια της διαλυτότητας της ζάχαρης στη θερμοκρασία του διαλύματος.
- BRIX ή Ξηρά Ουσία, είναι το σύνολο των διαλυμένων στερεών συστατικών σε 100 gr διαλύματος, δηλαδή  $BRIX = ZACHARA + MH ZACHARA$ . Τα Brix μετρώνται με ειδικά όργανα που λέγονται διαθλασίμετρα.
- POL ή περιεκτικότητα επί τοις % σε ζάχαρη. Από το POL μπορούμε να βρούμε πόση ζάχαρη μπαίνει μέσα στο εργοστάσιο, πόση βρίσκεται σε κυκλοφορία, πόση πηγαίνει στη μελάσσα και γενικά να προσδιορίσουμε τις απώλειες και κατ' επέκταση την απόδοση λειτουργίας του εργοστασίου. Το POL μετριέται με ειδικό όργανο που λέγεται πολωσίμετρο ή ζαχαρόμετρο.

- Μη Ζάχαρα (Συσχετισμός POL και BRIX). Έστω ότι ένα σιρόπι έχει POL = 16 και BRIX = 18. Αυτό σημαίνει ότι, το σιρόπι έχει 18 γραμμάρια ξηρές ουσίες, απ' τις οποίες τα 16 γραμμάρια είναι ζάχαρη, τα 2 είναι μη ζάχαρη και τα 82 είναι νερό. Δηλαδή τα 100 γραμμάρια του σιροπιού έχουν: 100 γραμμάρια = 16 γραμμάρια ζάχαρης + 2 γραμμάρια μη ζάχαρη + 82 γραμμάρια νερό.
- Καθαρότητα Q. Αν διαιρέσουμε το POL ενός χυμού με το αντίστοιχο Brix και το πηλίκο που θα προκύψει το πολλαπλασιάσουμε με το 100, τότε προκύπτει ένας αριθμός που εκφράζει την καθαρότητα του χυμού.

$$\text{Καθαρότητα (Q)} = \frac{\text{POL χυμού}}{\text{Brix χυμού}} \times 100$$

Η σημασία της καθαρότητας ενός χυμού στη ζαχαροβιομηχανία είναι πολύ μεγάλη, γιατί όσο πιο μεγάλη είναι η καθαρότητα ενός σιροπιού, δηλαδή όσο πιο λίγα μη ζάχαρη περιέχει, τόσο πιο εύκολα γίνεται η κρυστάλλωση και τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση σε ζάχαρη. Όλη η προσπάθεια από την εκχύλιση μέχρι τον πυκνό χυμό, έχει μοναδικό σκοπό την αύξηση της καθαρότητας, με την απομάκρυνση όσο το δυνατόν περισσότερων μη ζαχάρων.

- pH. Οι ενώσεις που υπάρχουν στη φύση, όταν διαλύονται στο απεσταγμένο νερό δίνουν διαλύματα, τα οποία χαρακτηρίζονται ως όξινα, βασικά ή αλκαλικά και ουδέτερα. Η γνώση της τιμής του pH έχει μεγάλη σημασία στη ζαχαροβιομηχανία. Για το λόγο αυτό στα σπουδαιότερα σημεία του εργοστασίου μπαίνουν αυτόματα πεχάμετρα για την συνεχή παρακολούθηση και μερικές φορές ρύθμιση του pH των διαφόρων χυμών. Αν στα διάφορα στάδια της επεξεργασίας οι χυμοί δεν έχουν το κατάλληλο pH, τότε η ζάχαρη καταστρέφεται, μεταβάλλεται το χρώμα των χυμών και προκαλούνται διαβρώσεις στις εγκαταστάσεις του ζαχαρουργείου. Συνίσταται, λοιπόν, η προσοχή του pH στα διάφορα σημεία του ζαχαρουργείου.
- Αλκαλικότητα ενός διαλύματος είναι το ποσό των βάσεων σε γραμμάρια που βρίσκεται διαλυμένο σε 100 cm<sup>3</sup> διαλύματος.



Το pH και η αλκαλικότητα, αναφέρονται στο ίδιο πράγμα, δηλαδή το μεν pH απλώς χαρακτηρίζει αν ένα διάλυμα είναι αλκαλικό, η δε αλκαλικότητα μετρά πόσο αλκαλικό είναι το διάλυμα.

- Χρώμα. Ένα βασικό κριτήριο για τη σωστή πορεία της παραγωγικής διαδικασίας μέσα στο ζαχαρουργείο αποτελεί και το χρώμα των διαφόρων χυμών.

Το χρώμα ελέγχεται στο διήθημα I, στο διήθημα II, στον αραιό χυμό, στον πυκνό χυμό, στο ζαχαροδιάλυμα, στη ζάχαρη και στη μελάσσα. Ανοικτό χρώμα στους χυμούς και στα σιρόπια σημαίνει ότι έγινε καλός καθαρισμός των μη ζαχάρων, η δε κρυστάλλωση των σιροπιών αυτών είναι ευκολότερη.

Το χρώμα μετριέται με όργανο που λέγεται χρωματόμετρο στο Χημείο Ελέγχου Παραγωγής. Μετριέται σε μονάδες STAMER ST° (παλαιά μονάδα) ή ICUMSA (νεώτερη μονάδα).

- Ιμβερτοσάκχαρο. Η σακχαρόζη (κοινώς ζάχαρη) είναι μια οργανική ένωση, που αποτελείται από δύο επί μέρους χημικές ενώσεις, τη γλυκόζη και τη φρουκτόζη.

Αν σ' ένα διάλυμα σακχαρόζης ρίξουμε οξύ, τότε η σακχαρόζη διασπάται στις δύο ενώσεις που την αποτελούν. Το ισομοριακό αυτό μίγμα, των δύο παραπάνω ενώσεων καλείται ιμβερτοσάκχαρο και η διάσπαση αυτή της σακχαρόζης (σε όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον) καλείται ιμβερτοποίηση.

Κατά την παραγωγική διαδικασία αποφεύγουμε όξινο ή ισχυρώς αλκαλικό περιβάλλον, ισχυρές τοπικές υπερθερμάνσεις, καθώς και μικροβιολογικές μολύνσεις, γιατί όλα αυτά βοηθούν την ιμβερτοποίηση της ζάχαρης και έτσι έχουμε αυξημένες απώλειες ζάχαρης.

Τα τεύτλα όταν αναπτύσσονται σχηματίζουν μαζί με τη σακχαρόζη και ιμβερτοσάκχαρο. Τα ελληνικά τεύτλα έχουν ιμβερτοσάκχαρο περίπου 1% Brix. Το ιμβερτοσάκχαρο του τεύτλου ή των διαφόρων σιροπιών προσδιορίζεται με ανάλυση στο Χημείο Ελέγχου Παραγωγής και εκφράζεται % κατά βάρος ή ανά 100 Brix.

Γενικά η παρουσία του ιμβερτοσακχάρου δεν είναι επιθυμητή και προκαλεί προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία, γιατί μετατρέπεται εύκολα σε οξέα, που προκαλούν διαβρώσεις σε διάφορα μηχανήματα, όπως επίσης αύξηση του χρώματος και αφρισμούς, ενώ τα οξέα που σχηματίζονται δημιουργούν έμμεσα άλατα που επικάθονται στους αυλούς.



Το ιμβερτοσακχαρο μπορεί να υπάρχει στο τεύτλο, να σχηματίζεται μετά την εξαγωγή του από τους αγρούς ή να σχηματίζεται κατά την εκχύλιση στο εργοστάσιο. Στον καθαρισμό του χυμού επιδιώκεται η απομάκρυνση του ιβερτοσακχάρου.

- MARK είναι όλα εκείνα τα συστατικά του τεύτλου, τα οποία κατά την εκχύλιση, με ορισμένη ποσότητα θερμού νερού και για ορισμένο χρόνο, παραμένουν ακόμη αδιάλυτα. Το MARK, δηλαδή, είναι οι μη υδατοδιαλυτές ουσίες που περιέχει το τεύτλο. Ο προσδιορισμός της τιμής του MARK γίνεται στο Χημείο Ελέγχου Παραγωγής.
- Αριθμός MUS είναι το βάρος των προσφάτων τεμαχιδίων και τριμμάτων που έχουν μήκος μικρότερο από 1 εκατ. στα 100 gr τεμαχιδίων. Ο αριθμός MUS πρέπει να είναι 3-5% και όχι μεγαλύτερος από 5%.
- Αριθμός SILIN, είναι το μήκος σε μέτρα που έχουν 100 gr προσφάτων τεμαχιδίων. Δίνει μια εικόνα της επιφάνειας του τεμαχιδίου και εξαρτάται από την σπαργή, το μέγεθος των τεύτλων, τον τύπο και την κατάσταση των μαχαιριών και τις συνθήκες λειτουργίας των κοπτικών μηχανών. Μια συνήθης τιμή πρέπει να είναι γύρω στο 12.
- Σουηδικός αριθμός, είναι ο λόγος του βάρους των προσφάτων τεμαχιδίων που είναι μεγαλύτερα από 5 εκατ., προς το βάρος των τεμαχιδίων που είναι μικρότερα από 1 εκατ.

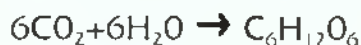
$$\text{Σουηδικός αριθμός} = \frac{\text{Βάρος τεμαχιδίων} > 5 \text{ εκατ. μήκος}}{\text{Βάρος τεμαχιδίων} < 1 \text{ εκατ. μήκος}}$$

Ο σουηδικός αριθμός πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 10

- Εκχύλιση στη ζαχαροβιομηχανία, εννοείται η εκλεκτική παραλαβή της ζάχαρης από ένα μίγμα ουσιών που περιέχονται στο τεύτλο, με τη χρησιμοποίηση νερού σαν διαλυτικό μέσο.
- Συντελεστής διήθησης Fk είναι ένας συντελεστής που προσδιορίζει την ευκολία με την οποία διηθούνται οι λασποχυμοί. Ο προσδιορισμός του Fk, γίνεται με την συσκευή BRIEGHEL-MUELLER σε ορισμένες συνθήκες πίεσης (ελαφρό κενό) και θερμοκρασίας (65°) με ανάδευση. Ικανοποιητικές τιμές Fk για καλή απόδοση των φίλτρων είναι οι μικρότερες του 3.

### 3.4 Η εξαγωγή της ζάχαρης από το τεύτλο

Σκοπός του εργοστασίου ζάχαρης είναι η εξαγωγή της από το τεύτλο, χωρίς κανένα χημικό μετασχηματισμό. Το πραγματικό εργοστάσιο ζάχαρης είναι το τεύτλο και μάλιστα το φύλλωμά του. Εκεί γίνεται η φωτοσύνθεση, όπου με το CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας, την υγρασία του εδάφους και με την επίδραση του ηλιακού φωτός σχηματίζονται σάκχαρα (υδατάνθρακες).



Τα σάκχαρα αποθηκεύονται στη ρίζα του τεύτλου. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, το τεύτλο είναι διετές φυτό. Η συγκομιδή του για βιομηχανική χρήση γίνεται τον πρώτο χρόνο ενώ τον δεύτερο χρόνο ανθοφορεί και παράγει σπόρους. Κατά τη συγκομιδή τα φύλλα αποκόπτονται και χρησιμοποιούνται για κτηνοτροφή ή παραμένουν στο χωράφι για λίπασμα, ενώ τα τεύτλα μεταφέρονται στο εργοστάσιο για επεξεργασία.

Το τεύτλο περιέχει:



14-17% σάκχαρα, 76-78% νερό, 4-5% αδιάλυτα ξηρά συστατικά (MARK) και 2-3% διαλυτά ξηρά συστατικά (αζωτούχα και ανόργανα συστατικά)

Τα αδιάλυτα ξηρά συστατικά (κυτταρίνη, λιγνίνη, πηκτίνη, πεντοζάνες) αποτελούν τα κύρια συστατικά του παραπροϊόντος που λέγεται πούλπα. Τα διαλυτά ξηρά συστατικά μετά την απομάκρυνση του 1/3 περίπου, στο στάδιο του καθαρισμού του χυμού, ξαναβρίσκονται στη μελάσσα, όπου δεσμεύουν ένα μέρος ζάχαρης.

### **3.5 Παραγωγική διαδικασία**

Το σχήμα 1 παρουσιάζει ένα απλοποιημένο διάγραμμα ροής της παραγωγής ζάχαρης από τα τεύτλα:

# ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ ΑΠΟ ΤΕΥΤΛΑ

ΠΑΡΑΛΑΒΗ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

ΕΚΧΥΛΙΣΗ

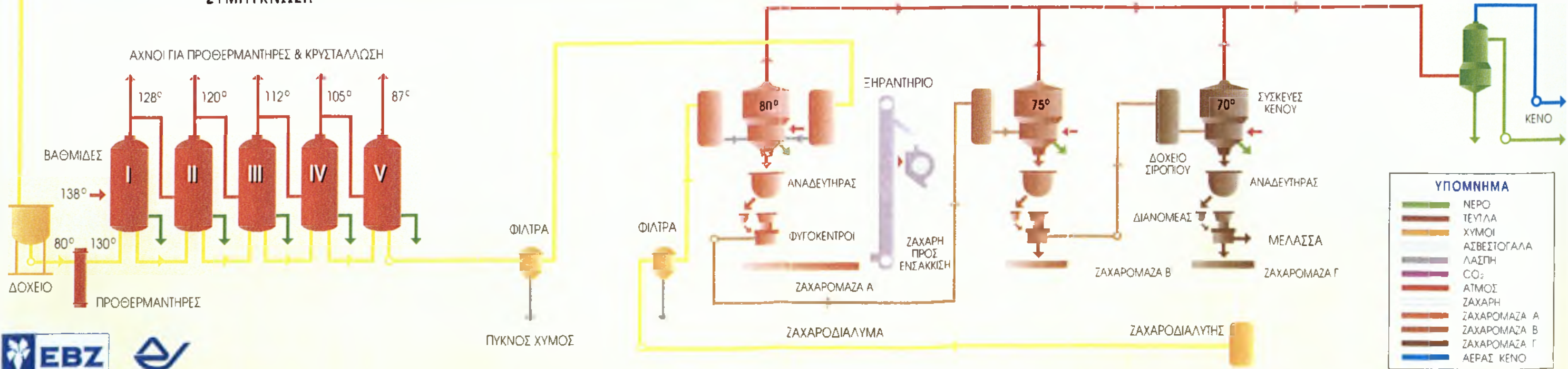
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΧΥΜΟΥ



ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ

ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ

ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΥΡΓΟΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
	ΝΕΡΟ
	ΤΕΥΤΛΑ
	ΧΥΜΟΙ
	ΑΣΒΕΣΤΟΓΑΛΑ
	ΛΑΣΠΗ
	CO <sub>2</sub>
	ΑΤΜΟΣ
	ΖΑΧΑΡΗ
	ΖΑΧΑΡΟΜΑΖΑ Α
	ΖΑΧΑΡΟΜΑΖΑ Β
	ΖΑΧΑΡΟΜΑΖΑ Γ
	ΑΕΡΑΣ ΚΕΝΟ





### 3.5.1 Παραλαβή τεύτλων

Τα τεύτλα αφού προηγουμένως αποφυλλωθούν μεταφέρονται στο εργοστάσιο είτε οδικά, είτε σιδηροδρομικά. Ανάλογα με τις συνθήκες συγκομιδής, περιέχουν ένα ποσοστό ξένων υλών (πέτρες, χώματα, κ.λπ), που κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων. Κατά μέσο όρο το ποσοστό αυτό για τη χώρα μας κυμαίνεται μεταξύ 4,0 και 5,5%



**Εικ. 5. Οδική μεταφορά τεύτλων στο εργοστάσιο**

Η παρουσία των ξένων υλών προκαλεί ζημιές στο σύστημα μεταφοράς και κοπής των τεύτλων και στη συνέχεια προβλήματα στην εκχύλιση αυτών. Το εργοστάσιο όμως, είναι εξοπλισμένο με σύστημα περισυλλογής και απομάκρυνσης των ξένων υλών με ειδικές σχάρες, δονητές, χορτοπαγίδες κ.λπ.

Όταν τα τεύτλα φτάσουν στο εργοστάσιο ζυγίζονται και ακολουθεί η εκφόρτωσή τους ή με την ξηρά οδό στις εγκαταστάσεις των ανατρεπτικών μηχανημάτων και από εκεί στα σιλό, ή με την υγρά οδό, όπου με τη βοήθεια νερού τα τεύτλα από τα βαγόνια, μέσω καναλιών, πηγαίνουν στο εργοστάσιο για κατεργασία.





**Εικ. 6. Εκφόρτωση τεύτλων στο εργοστάσιο**

Κατά την εκφόρτωση γίνεται:

α) Τυχαία δειγματοληψία για κάθε φορτίο (με αυτόματο δειγματολήπτη). Από το δείγμα αυτό, στο Χημείο Τεύτλων, προσδιορίζεται ο ζαχαρικός τίτλος (POL). Ο προσδιορισμός του POL θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, γιατί βάση του POL γίνεται η πλήρωμή των παραγωγών και η χρέωση του εργοστασίου με "εισαχθείσα ζάχαρη".

β) Η εκτίμηση των ξένων υλών. Η σωστή εκτίμηση των ξένων υλών είναι βασική προϋπόθεση για ένα σωστό προσδιορισμό της ποσότητας της ζάχαρης που θα εισαχθεί στο εργοστάσιο. Με την υποεκτίμηση των ξένων υλών χρεώνεται το εργοστάσιο πέτρες, φύλλα, χώματα, κ.λπ., για "εισαχθείσα ζάχαρη", ενώ με την υπερεκτίμηση των ξένων υλών έχουμε πλαστή εικόνα των αποτελεσμάτων του εργοστασίου, επειδή η "εισαχθείσα ζάχαρη" είναι περισσότερη από αυτήν που αγοράζεται στην πραγματικότητα.

Γι' αυτό θα πρέπει να ζυγίζονται καθημερινά οι ποσότητες των ξένων υλών που μαζεύονται από τις χορτοπαγίδες και τις λιθοπαγίδες, να

εκτιμώνται τα κακώς αποκορυφωμένα τεύτλα και το προσκολλημένο σ' αυτά χρώμα, ώστε να έχουμε καθημερινά ένα πρόχειρο ισοζύγιο ξένων υλών.

Στις διατάξεις εκφόρτωσης και αποχωρισμού των ξένων υλών θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν καλύτερα η απομάκρυνση των ξένων υλών χωρίς να πληγώνονται τα τεύτλα, γιατί έτσι δημιουργούνται εστίες μικροβιολογικών μολύνσεων και απωλειών.

Σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει η πτώση των τεύτλων από ταινία σε ταινία ή από οποιαδήποτε άλλη μεταφορική διάταξη δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 1 μέτρο, ενώ η αντλία των τεύτλων ή οι άλλες διατάξεις μεταφοράς, κατά τη διάρκεια της πλήσης των τεύτλων, δεν θα πρέπει να δημιουργούν θραύσματα.

Η αποφυγή του πληγώματος και θρυματισμού των τεύτλων συμβάλλει στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος και στον περιορισμό των απωλειών της ζάχαρης.

### **3.5.2 Μεταφορά των τεύτλων με την υγρή εκφόρτωση**

Η μεταφορά των τεύτλων με την υγρή εκφόρτωση στο εργοστάσιο γίνεται με νερό μέσω καναλιών και αντλιών.

Η αναλογία του νερού μεταφοράς ποικίλει και εξαρτάται από το ύψος των ξένων υλών, το είδος των μηχανικών μέσων και της αντλίας που χρησιμοποιείται. Η ποσότητα του νερού είναι 600-800% του βάρους των τεύτλων.

Το pH του νερού μεταφοράς πρέπει να παρακολουθείται και να ρυθμίζεται με χλωράσβεστο ή ασβέστη, ώστε να είναι περίπου 7,0-8,5.

### **3.5.3 Καθαρισμός των τεύτλων.**

Ο καθαρισμός των τεύτλων γίνεται κατά το πέρασμά τους διαδοχικά από:

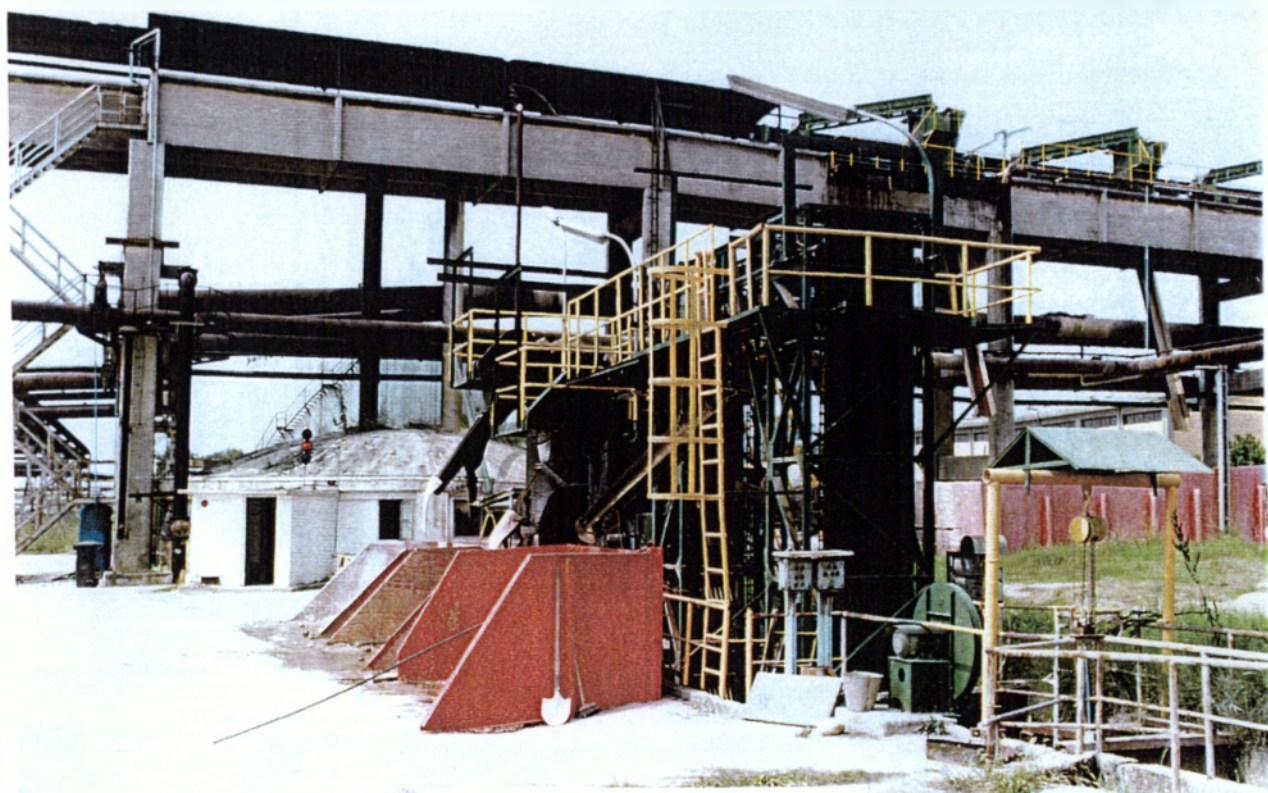
α) Τις λιθοπαγίδες.

Η αρχή λειτουργίας των λιθοπαγίδων στηρίζεται στην διαφορετική ταχύτητα καταβύθισης των λίθων στο νερό, σε σχέση με τα τεύτλα. Ταχύτητα καταβύθισης ίδια με τα τεύτλα έχουν και πέτρες διαμέτρου 1 εκατ. Πέτρες με διάμετρο μικρότερη του 1 εκατ. φτάνουν μέχρι το πλυντήριο και απομακρύνονται από τις τρύπες του διάτρητου πυθμένα του αμμοσυλλέκτη,



που έχουν διάμετρο περίπου 2 εκατ. Πέτρες με μεγαλύτερη ταχύτητα καταβύθισης από 1.7 m/sec, πρακτικά συλλέγονται στις λιθοπαγίδες.

Στις λιθοπαγίδες υπάρχει μια καταπακτή, καθ' όλη δε την έκτασή της οδηγείται νερό από κάτω προς τα πάνω, ώστε τα μεν τεύτλα και οι μικρές πέτρες να υπερπηδούν την καταπακτή, ενώ οι μεγάλες πέτρες να βυθίζονται.



**Εικ. 7 και 8 Λιθοπαγίδες**





β) Τις χορτοπαγίδες.

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στο διαφορετικό ειδικό βάρος των φύλλων, χόρτων, κ.λπ. σε σχέση με τα τεύτλα και στη διαφορετική ταχύτητα καταβύθισης κατά τη ροή.

γ) Τον ουροσυλλέκτη.

Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στη διαφορετική ταχύτητα καταβύθισης στο νερό των μικρών λίθων, ουριδίων των τεύτλων και των φύλλων.

δ) Το πλυντήριο τεύτλων.

Τα τεύτλα τελικά καθαρίζονται στο πλυντήριο. Στα εργοστάσια της Ε.Β.Ζ. υπάρχουν πλυντήρια σκαφοειδή με χαμηλή στάθμη νερού ή με υψηλή στάθμη νερού.

Στον πρώτο τύπο το νερό με ελεύθερη ροή μπαίνει στο πλυντήριο και φτάνει σχεδόν μέχρι τον άξονά του, ενώ στον δεύτερο τύπο το νερό που μπαίνει με ελεύθερη ροή στο πλυντήριο υπερχειλίζει, απομακρύνοντας έτσι φύλλα, χόρτα, κ.λπ. Και στους δύο παραπάνω τύπους πριν από το πλυντήριο αποχωρίζεται το νερό μεταφοράς με το μεγαλύτερο ποσοστό ουριδίων, θραυσμάτων από τεύτλα και φυσικά με το μεγαλύτερο ποσοστό άμμου, μικρών λίθων, κ.λπ.



Εικ. 9 →



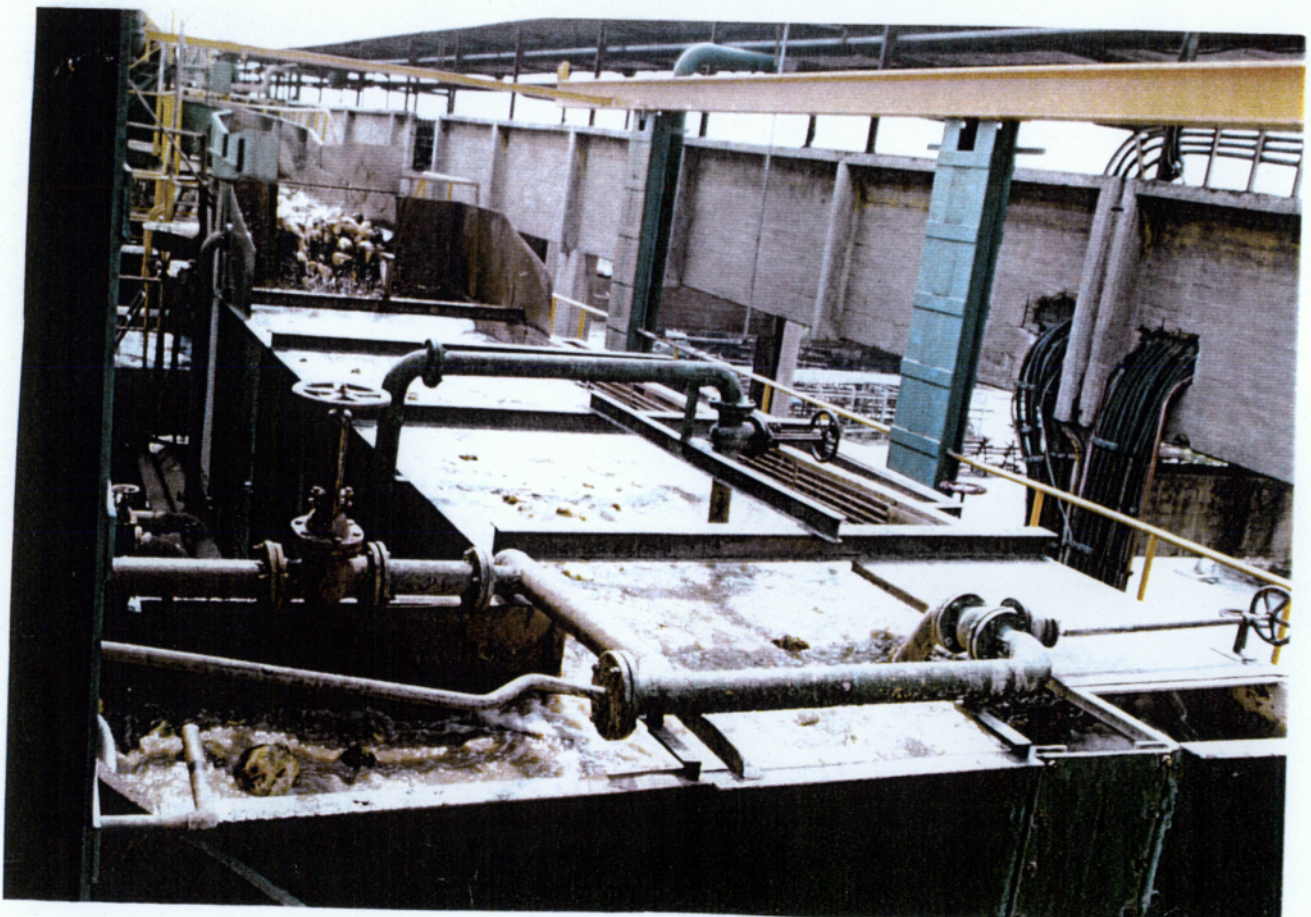


**Εικ. 9 και 10. Μεταφορά των τεύτλων στο πλυντήριο**





*Εικ. 11 και 12 Πλυντήριο τεύτλων*





Τα πλυμμένα τεύτλα, με διάφορα συστήματα, οδηγούνται σε σιλό πάνω απ' τις κοπτικές μηχανές.



**Εικ. 13.** Μεταφορά των τεύτλων στα σιλό μετά το πλύσιμο

#### **3.5.4. Απόβλητα Bruckner**

Η ποσότητα του νερού μεταφοράς και πλύσης τεύτλων είναι περίπου δεκαπλάσια σε σχέση με τα τεύτλα. Η μεγάλη αυτή κατανάλωση οδήγησε στην ανάγκη ανακύκλωσης του νερού.

Ήδη από το 1985 σε όλα τα εργοστάσια της Ε.Β.Ζ. το νερό μεταφοράς και πλύσης των τεύτλων από το πλυντήριο οδηγείται σε μεγάλη κυκλική δεξαμενή καθίζησης (BRUCKNER), αφού προηγουμένως διέλθει από διατάξεις αμμοδιαχωριστών. Το νερό που υπερχειλίζει επαναχρησιμοποιείται, ενώ συνεχώς απομακρύνονται τα λασπόνερα από τον πυθμένα, τα οποία με ειδικές αντλίες οδηγούνται στις χωματοδεξαμενές.

Οι αντλίες θα πρέπει να λειτουργούν συνεχώς για να μην κατακάθεται η λάσπη μέσα στις σωληνώσεις. Η απαιτούμενη ταχύτητα ροής είναι 2 m/sec.

Το ανακυκλωμένο νερό έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος, γι' αυτό τα τεύτλα επιπλέουν καλύτερα.

Πρέπει να επιδιώκεται, ώστε η λάσπη που στέλνεται στις χωματοδεξαμενές από το BRUCKNER να είναι όσο το δυνατόν πιο πυκνή, για να εξασφαλιζεται μακρύς χρόνος παραμονής και επεξεργασίας στις χωματοδεξαμενές. Δεν θα πρέπει να εισάγονται στις δεξαμενές αραιωμένα απόβλητα, γιατί αυτό συντομεύει το χρόνο παραμονής των αποβλήτων.

Τα απόβλητα του εργοστασίου πρέπει να διαχωρίζονται σε :

- νερά με μικρή μόλυνση, που μπορούν ή να ανακυκλωθούν για τη συμπλήρωση των αναγκών σε φρέσκο νερό ή να διατεθούν απ' ευθείας στον αποδέκτη, όταν μετά από έλεγχο βρεθεί ότι η επιβάρυνσή τους είναι εντός των ορίων που θέτει η Πολιτεία και
- νερά με μεγάλη μόλυνση.

Πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια, εκ μέρους του εργοστασίου, ώστε τα νερά που οδηγούνται στις χωματοδεξαμενές, για παραπέρα επεξεργασία, να έχουν την κατά το δυνατόν μικρότερη οργανική επιβάρυνση, πράγμα που θα διευκολύνει κατά πολύ τη σωστή και σε σύντομο χρονικό διάστημα εξυγίανσή τους.

### **3.5.5. Κοπή τεύτλων - Κοπτικές μηχανές**

Οι κοπτικές μηχανές τροφοδοτούνται με τεύτλα από το σιλό που βρίσκεται πάνω απ' αυτές. Κόβουν τα τεύτλα σε τεμαχίδια με μεγάλη επιφάνεια, όσο το δυνατόν ομοιόμορφα και με μικρό ποσοστό MUS.

Από την ποιότητα των τεμαχιδίων εξαρτάται το ύψος της κατεργασίας, η ποσότητα του ακατέργαστου χυμού (%) (ABZUG) και εν μέρει η ποιότητά του.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των τεμαχιδίων και τη δυναμικότητα των κοπτικών μηχανών είναι:

- α) Η ποιότητα των τεύτλων.
- β) Ο τύπος της μηχανής και των μαχαιριών.
- γ) Ο αριθμός στροφών της μηχανής.
- δ) Ο αριθμός μαχαιριών.
- ε) Η καλή προπαρασκευή των μαχαιριών (ακόνισμα, τοποθέτηση).
- στ) Η έγκαιρη αλλαγή μαχαιριών.
- ζ) Η υπερκείμενη στήλη τεύτλων (κανονικό απόθεμα στα σιλό).



### 3.5.6 Σταθμός Εκχύλισης

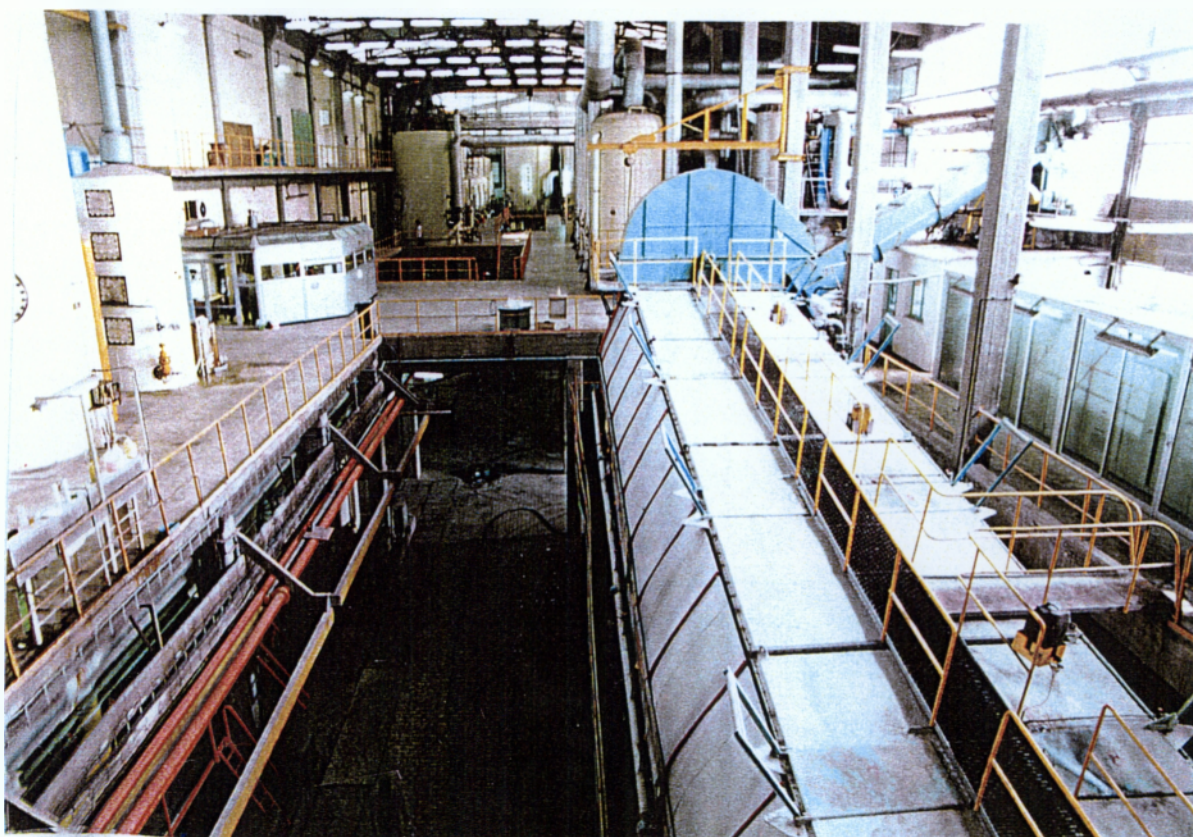
Στους σταθμούς εκχύλισης προσπαθούμε να παραλάβουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ζάχαρης από τα τεμαχίδια, γι' αυτό φροντίζουμε ο χυμός να είναι κατά το δυνατόν πικνότερος, μεγαλύτερης καθαρότητας και ευκατέργαστος.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην εκχύλιση είναι:

- Η θερμοκρασία εκχύλισης.
- Η επιφάνεια των τεμαχιδίων και η ποιότητά τους.
- Η ποιότητα και η ποσότητα του νερού εκχύλισης.
- Η διάρκεια εκχύλισης.

Τα τεμαχίδια που προκύπτουν από τις κοπτικές μηχανές ζυγίζονται αυτομάτως και μπαίνουν στους εκχυλιστήρες συνεχούς λειτουργίας, τύπου D.D.S. ή πύργους BUCKAU-WOLF, ενώ μπαίνει συνεχώς ζεστό νερό (φρέσκο και το νερό των πρεσσών).

α) Ο εκχυλιστήρας τύπου D.D.S. αποτελείται από μια επιμήκη κεκλιμένη κλειστή σκάφη, με κυλινδρικό πυθμένα. Τα φρέσκα τεμαχίδια μπαίνουν στο κατώτερο άκρο με ελεύθερη πτώση, χωρίς προθέρμανση, διατρέχουν όλη την εγκατάσταση και βγαίνουν σαν "εκχυλισθέντα τεμαχίδια" από το ανώτερο άκρο με ένα περιστρεφόμενο τροχό.



Εικ. 14. Εκχυλιστήρας τύπου D.D.S.

Η προώθηση των τεμαχιδίων επιτυγχάνεται με δύο ατέρμονες κοχλίες. Η απόσταση των στοιχείων μεταξύ των δύο ελίκων μειώνεται συνέχεια όσο πλησιάζουμε προς την έξοδο των τεμαχιδίων και αυτό για να μη γλιστρούν τα τεμαχίδια προς τα πίσω.

Οι έλικες πρέπει μόλις, να καλύπτονται από τα τεμαχίδια και ο χυμός να ρέει σχετικά βαθειά, για ν' αποφεύγεται η ανομοιόμορφη ροή και ο σχηματισμός ρυακιών. Η σκάφη έχει κλίση  $8^\circ$  περίπου και επιτρέπει τη διατήρηση σταθερής στάθμης χυμού σ' όλο το μήκος της. Η στάθμη εξαρτάται από την ποιότητα των τεμαχιδίων, το ύψος της κατεργασίας και τον αριθμό στροφών.

Οι έλικες στρέφονται με ταχύτητα 0,3-1,1 στρ./min. Ο εκχυλιστήρας εργάζεται κατ' αντιστροφή δηλαδή τα μεν τεμαχίδια των τεύτλων μπαίνουν από το κάτω μέρος της σκάφης, το δε νερό εκχύλισης (το φρέσκο και το νερό των πρεσσών) από το πάνω μέρος.

Το σημείο εισόδου του φρέσκου νερού βρίσκεται λίγο πριν από τον τροχό εκκένωσης, ενώ το σημείο εισόδου του νερού των πρεσσών σε απόσταση περίπου 1,5 μέτρο απ' αυτόν.

Ο ακατέργαστος χυμός βγαίνει από το κάτω μέρος του εκχυλιστήρα D.D.S., αφού περάσει μέσα από μια σίτα που συνεχώς καθαρίζεται από ένα ζεύγος βραχιόνων.

Η θέρμανση του εκχυλιστήρα γίνεται με ατμούς από τη συμπύκνωση με τη βοήθεια μανδύων ατμού, που βρίσκονται στο κάτω μέρος του εκχυλιστήρα. Ο χρόνος θέρμανσης των τεμαχιδίων είναι περίπου 115-130', ενώ ο χρόνος παραμονής τους μέσα στον εκχυλιστήρα (είσοδος - έξοδος) είναι περίπου 125-130'.

β) Ο εκχυλιστήρας τύπου BUCKAU-WOLF, αποτελείται από δύο ομόκεντρους κύλινδρους. Στον εσωτερικό είναι προσαρμοσμένα πτερύγια υπό μορφήν ατέρμονα κοχλία. Το ίδιο και στο εσωτερικό του εξωτερικού κυλίνδρου. Τα τεμαχίδια προθερμαίνονται και μαζί με το χυμό εισάγονται από το κάτω μέρος του πύργου με ειδική αντλία. Ο εσωτερικός κύλινδρος στρέφεται με ταχύτητα 0,5-1,1 στρ./min. Χαρακτηριστικό του πύργου, είναι ότι έχει συσκευή για ζεμάτισμα, στην οποία η θερμοκρασία ανεβαίνει απότομα μέχρι το επιθυμητό σημείο. Η συσκευή ζεματίσματος είναι κυλινδρικού τύπου σε οριζόντια θέση και η προώθηση των τεμαχιδίων

γίνεται με ατέρμονα κοχλία. Στο εμπρόσθιο μέρος του πύργου υπάρχει αγωγός τροφοδοσίας, ενώ στο κάτω μέρος της ίδιας πλευράς και πίσω από ειδική σίτα γίνεται η λήψη του ακατέργαστου χυμού. Συνολικά ο χυμός που κυκλοφορεί στη συσκευή ζεματίσματος φτάνει το 400% του βάρους των τεύτλων. Ο χρόνος παραμονής των τεμαχιδίων στη συσκευή ζεματίσματος είναι 8-10, ενώ ο χρόνος εκχύλισης, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου του ζεματιστήρα, είναι 70-85'. Η θερμοκρασία του ακατέργαστου χυμού, κατά την έξοδό του, είναι 40-45°C. Από το πάνω μέρος του πύργου βγαίνουν τα εκχυλισθέντα τεμαχίδια με τη βοήθεια ειδικών βραχιόνων, από περισσότερες της μιας θυρίδας, και οδηγούνται με ατέρμονα κοχλία στο σταθμό πρεσσών.

Γενικότερα όμως, για την εκχύλιση θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα ακόλουθα:

- Η θερμοκρασία εκχύλισης δεν πρέπει να ξεπερνά τους 72°C, γιατί πάνω από τους 80°C οι μεσοκυττάριοι χώροι στενεύουν και δυσκολεύεται η έξοδος της ζάχαρης, ενώ οι πηκτινικές ουσίες και οι άλληλες ουσίες του κυτταρικού χυμού (μη ζάχαρη) διαλύονται στο νερό και δυσκολεύεται έτσι η επεξεργασία του ακατέργαστου χυμού και η συμπίεση του πολλτού. Στο μέσο της εκχύλισης η θερμοκρασία δεν θα πρέπει να είναι κάτω από 68°C για να εξασφαλίζεται η σωστή εκχύλιση και να αποφεύγεται η μικροβιολογική δραστηριότητα. Η ρύθμιση των θερμοκρασιών εξαρτάται και από την ποιότητα της πρώτης ύλης, έτσι με αλλοιωμένα τεύτλα οι θερμοκρασίες εκχύλισης θα πρέπει να κατέβουν.
- Το νερό εκχύλισης πρέπει να είναι καθαρό, να μην είναι σκληρό, να μην έχει διαλυμένες ουσίες, άλατα (Na,K), να έχει pH 5,0-5,5, ελάχιστη θερμοκρασία 50°C, ενώ η θερμοκρασία του νερού των πρεσσών δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 65°C και η θερμοκρασία του φρέσκου νερού να είναι 60°C.
- Το pH του ακατέργαστου χυμού, όπως και των δειγμάτων του χυμού, από τα διάφορα σημεία των εκχυλιστήρων, κατά μήκος (για τις συσκευές D.D.S.) και καθ' ύψος (για τους πύργους BUCKAU - WOLF), δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο του 6,0. Το αντίθετο δείχνει μικροβιολογική δραστηριότητα, που πρέπει να αντιμετωπίζεται με σοκ φορμαλίνης σε συνδυασμό με άλλα αντισηπτικά.



- Το pH του του νερού των πρεσσών δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο του 5,5-5,4.
- Το φρέσκο νερό οξύνεται με SO<sub>2</sub> (που δρα και σαν ισχυρό απολυμαντικό) μέχρι pH 5,5-5,8. Με το κατάλληλο νερό εκχύλισης πετυχαίνουμε αφαίρεση όλης της ζάχαρης των τεμαχιδίων και ευκολότερη απομάκρυνση των μη ζαχάρων από τον ακατέργαστο χυμό. Στην πράξη, για νερό εκχύλισης χρησιμοποιείται φρέσκο νερό (βιομηχανικό νερό και συμπυκνώματα ατμών), καθώς και το νερό των πρεσσών.
- Ο χρόνος εκχύλισης των τεμαχιδίων, πρέπει να είναι τέτοιος ώστε ούτε οι απώλειες σε ζάχαρη να είναι μεγάλες, ούτε όμως και ο ακατέργαστος χυμός να περιέχει πολλή μη ζάχαρη.
- Η ποσότητα του ακατέργαστου χυμού (ABZUG) υπολογίζεται σαν % κατά βάρος επί της ποσότητας των τεύτλων. Η ποσότητα του ακατέργαστου χυμού (άρα και του νερού που προστίθεται), για να έχουμε λογικές απώλειες, εξαρτάται από την ποιότητα των τεμαχιδίων, από τη θερμοκρασία της εκχύλισης, από τη διάρκεια της εκχύλισης και από το POL των τεμαχιδίων. Για εκχυλίσεις σε εκχυλιστήρες τύπου D.D.S. το βάρος του ακατέργαστου χυμού (ABZUG), δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 110% επί της ποσότητας των τεύτλων, με απώλειες κατά το δυνατόν 0,21-0,26% επί της ποσότητας των τεύτλων. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, έχει υπολογιστεί ότι με αύξηση του ABZUG κατά 1% οι απώλειες μειώνονται κατά 0,01% POL επί της ποσότητας των τεύτλων.  
Η ποσότητα του ακατέργαστου χυμού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$ABZUG = \frac{POL \text{ τεμαχιδίων} - POL \text{ συμπιεσθέντων \% επί της ποσότητας των τεύτλων}}{POL \text{ ακατατέργαστου χυμού}}$$

Ενώ η ποσότητα του φρέσκου νερού εκχυλίσεως είναι ίση με : την ποσότητα του ακατέργαστου χυμού συν την ποσότητα του νωπού ποητού μείον εκατό.

$$\text{Φρέσκο νερό εκχυλίσεως} = (\text{Ακατέργαστος χυμός} + \text{νωπός ποητός}) - 100$$



### **3.5.6.1 Προβλήματα που παρουσιάζονται στο σταθμό εκχύλισης, πιθανά αίτια**

- Η χαμηλή καθαρότητα του χυμού που παρουσιάζεται, μπορεί να οφείλεται στην ποιότητα των τεύτλων, στην ποιότητα του νερού εκχύλισης (όταν δεν είναι καθαρό και περιέχει πολλά άλατα), στην υψηλή θερμοκρασία της εκχύλισης, στο μεγάλο χρόνο παραμονής των τεμαχιδίων στην εκχύλιση, στο pH του νερού εκχύλισης (όταν είναι αλκαλικό) και στην παρουσία πουλπιδίων στο νερό των πρεσσών.
- Η υψηλή περιεκτικότητα σε ιμβερτοσάκχαρο μπορεί να οφείλεται σε τραυματισμό και μακρά αποθήκευση των τεύτλων, σε χαμηλό pH κατά την εκχύλιση ( $\text{pH} < 5$ ), σε κακή πλήυση των τεύτλων και σε παράλειψη προσθήκης αντισηπτικών.
- Οι αφρισμοί κατά την εκχύλιση οφείλονται στην ποιότητα των τεύτλων και στον τρόπο λειτουργίας του εκχυλιστήρα. Η αντιμετώπιση γίνεται με τη χρησιμοποίηση του κατάλληλου αντιαφριστικού.

### **3.5.7. Πρέσες ποπτού**

Υπάρχουν διαφόρων τύπων πρέσες που επιτυγχάνουν ξηρά ουσία του πεπεσμένου ποπτού 22-28%. Με την προσθήκη αλάτων ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ ) στο νερό εκχύλισης η ξηρά ουσία μπορεί να φθάσει μέχρι 34%. Τα νερά των πρεσσών που επιστρέφουν στην εκχύλιση δεν θα πρέπει να έχουν θερμοκρασία κάτω από 65°C.

#### **3.5.7.1. Προβλήματα που παρουσιάζονται στο σταθμό πρεσσών.**

Όταν τα εκχυλισθέντα τεμαχίδια δεν συμπιέζονται καλά αυτό μπορεί να οφείλεται:

- στην ποιότητα των τεμαχιδίων (πολύ μεγάλα ή πολύ μαλακά)
- στο υψηλό pH του νερού εκχύλισης (μεγαλύτερο από 6,5)
- στη χαμηλή θερμοκρασία των εκχυλισθέντων τεμαχιδίων (αν είναι πολύ κρύα)
- στην ανομοιόμορφη τροφοδοσία των πρεσσών

- στο χαμηλό MARK των τεύτλων
- στη χρήση μεγάλης ποσότητας φορμαλίνης
- στον αριθμό στροφών της πρέσσας
- στην ενδεχόμενη φθορά των διακένων μεταξύ ελίκων και του σώματος της πρέσσας.

Όταν το POL των συμπιεσθέντων τεύτλων είναι υψηλό, αυτό μπορεί να οφείλεται στα χοντρά τεμαχίδια, στη χαμηλή θερμοκρασία εκχύλισης, στη μικρή παραμονή των τεμαχιδίων στην εκχύλιση και στην ελλιπή προσθήκη νερού.

### 3.5.8 Ασβεστοκάμινος

Στη Βιομηχανία Ζάχαρης χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ασβεστοκάμινοι κατακόρυφου κυλινδρικού τύπου με ενεργό ύψος 22-51 μέτρα και δυνατότητα φόρτωσης περίπου 140-150 τόνους ασβεστολίθου/24ωρο. Η ασβεστοκάμινος χωρίζεται από πάνω προς τα κάτω σε τρεις ζώνες, επενδυμένες εσωτερικά με πυρίμαχα υλικά (μαγνησίτης, δολομίτης, κ.λπ.). Οι ζώνες αυτές είναι:

- Ζώνη προθέρμανσης. Βρίσκεται στο πάνω μέρος της ασβεστοκαμίνου. Σ' αυτή ξηραίνονται και θερμαίνονται ο ασβεστόλιθος και το κωκ, ενώ απομακρύνονται τα πτητικά συστατικά του κωκ. Τα αέρια φθάνουν με θερμοκρασία 900°C και βγαίνουν με 50°C, θερμαίνοντας τον ασβεστόλιθο και το κωκ μέχρι 800°C. Εδώ δεν αρχίζει η καύση, επειδή το ποσοστό οξυγόνου είναι μικρό, ούτε όμως και η διάσπαση του ανθρακικού ασβεστίου.
- Ζώνη καύσης. Βρίσκεται στο μέσον της ασβεστοκαμίνου και είναι ο χώρος όπου γίνεται η καύση του κωκ και η διάσπαση του ανθρακικού ασβεστίου. Η θερμοκρασία του ασβεστολίθου από 800°C φτάνει τους 1150°C και το κωκ στη θερμοκρασία αυτή καίγεται, ενώ στο εσωτερικό του ασβεστολίθου παραμένει ακόμα αδιάσπαστος πυρήνας
- Ζώνη ψύξης. Στη ζώνη αυτή που βρίσκεται στο κάτω μέρος συμπληρώνεται η αποβολή του CO<sub>2</sub>. Τη θερμοκρασία που χρειάζεται την παίρνει από την ίδια την άσβεστο, γιατί εξωτερικά είναι πολύ θερμότερη

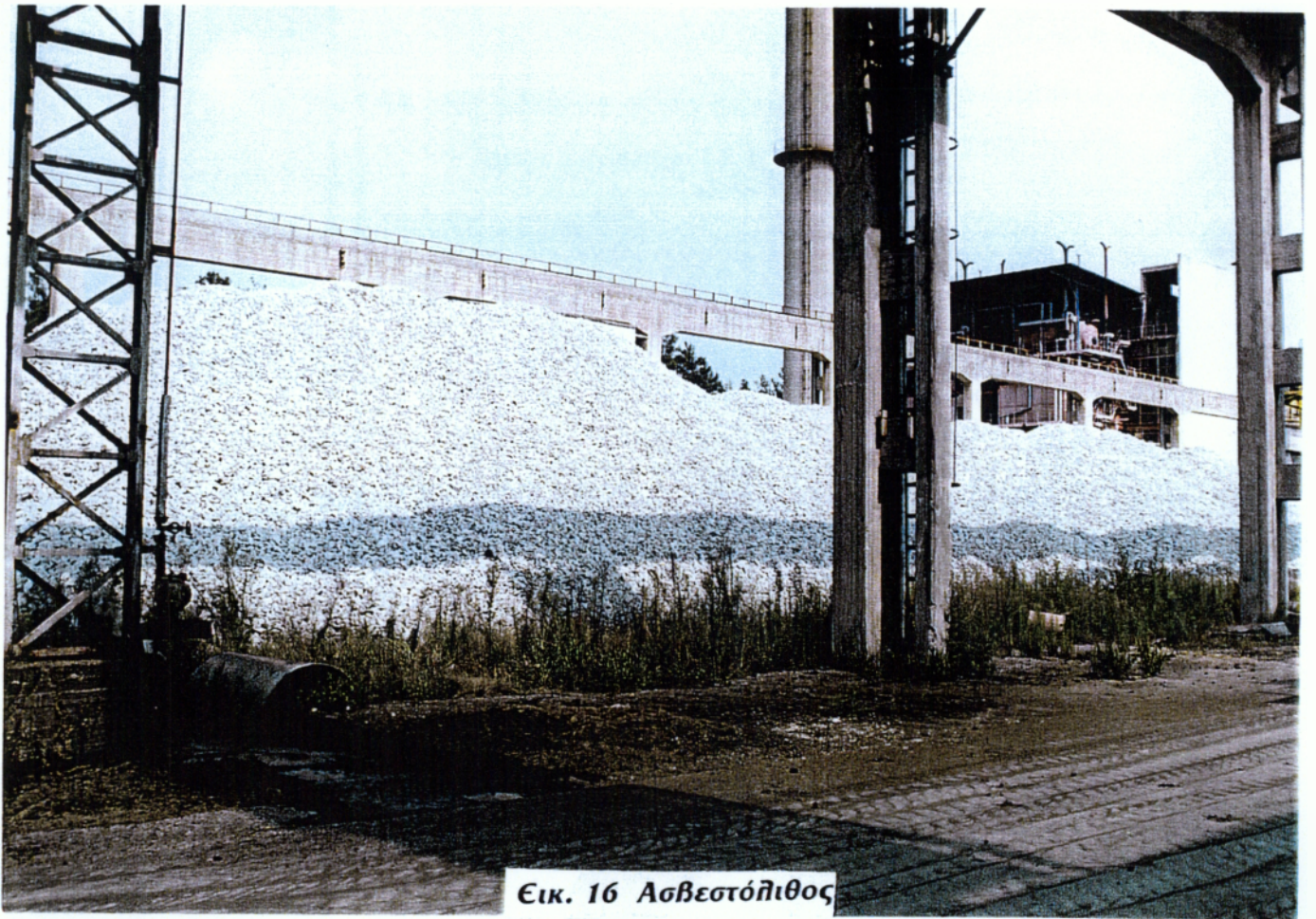
απ' ότι στο εσωτερικό. Τότε ο ασβεστόλιθος (που έχει ήδη μετατραπεί σε άσβεστο) κατεβαίνει προς την έξοδο, ψύχεται από ρεύμα αέρα που αποκτά θερμοκρασία 600 °C κατά την είσοδό του στη ζώνη καύσης. Τέλος στο κάτω μέρος της καμίνου φτάνει η άσβεστος σε θερμοκρασία 50-80 °C.

Σε κάθε ασβεστοκάμινο υπάρχουν, κατά διαστήματα, ανοίγματα παρατηρήσεων απ' όπου μπορεί κανείς να παρακολουθεί την πρόοδο της καύσης.



Εικ. 15. Ασβεστοκάμινος







Στο συγκρότημα της ασβεστοκαμίνου ανήκουν επίσης:

- Ο σταθμός παραγωγής ασβεστογάλακτος, ο οποίος αποτελείται από το τύμπανο σβέσης, τους δονητές, τους αναδευτήρες και τους υδροκυκλώνες. Εδώ η άσβεστος διαλύεται σε ειδικό περιστρεφόμενο τύμπανο. Η τροφοδοσία σε άσβεστο και νερό γίνεται από το άκρο του τυμπάνου, ενώ από το άλλο άκρο παίρνουμε το γάλα της ασβέστου, αφού έχουν ήδη αποχωριστεί τα αδιάλυτα και τα άκαυστα.
- Οι πλυντηρίδες του CO<sub>2</sub> (αερίου κορεσμού). Το αέριο CO<sub>2</sub> βγαίνει από την ασβεστοκάμινο σε θερμοκρασία 60-120 °C, ψύχεται και καθαρίζεται σε πλυντηρίδες, συνήθως χυτοσίδηρες, διαφόρων τύπων. Πριν χρησιμοποιηθεί το αέριο εισάγεται στο κάτω μέρος της πλυντηρίδας, ενώ από πάνω καταϊονίζεται νερό. Στην συνέχεια με αντλίες οδηγείται στο χώρο καθαρισμού του χυμού.

### **3.5.8.1 Λειτουργία της καμίνου**

Πριν τεθεί σε λειτουργία η ασβεστοκάμινος πρέπει να ληφθεί υπόψη αν πρόκειται για νέα θερμοδομή. Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται προηγουμένως ξήρανση με ξύλα για λίγες μέρες πριν την έναρξη της περιόδου. Μετά αρχίζει το γέμισμα και ακολουθεί το άναμμα. Υπάρχει μια τάση, κατά το αρχικό άναμμα, να χρησιμοποιείται μαζί με ξύλα και μεγάλη ποσότητα κωκ, περίπου 1 τόνος, ενώ θα ήταν επαρκής ποσότητα 150 -300 Kgr, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Η αιτία της προσθήκης μεγαλύτερης ποσότητας κωκ στο αρχικό άναμμα είναι ο φόβος μήπως δεν ανάψει η ασβεστοκάμινος, που είναι αδικαιολόγητος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή της πυριμάχου επένδυσης, το σχηματισμό πετρωμάτων υπερόπτου ασβέστου, που σχηματίζει μπλοκ και φράζουν την κανονική εξαγωγή της ασβέστου στους δονητές, απ' τις πρώτες κιόλας μέρες λειτουργίας της ασβεστοκαμίνου.

Για την κανονική λειτουργία και απόδοση της ασβεστοκαμίνου πρέπει το μέγεθος του ασβεστολίθου και του κωκ να είναι ομοιόμορφο (χωρίς μπάζα ο ασβεστόλιθος και χωρίς σκόνη το κωκ). Η Υπηρεσία Παραγωγής και Χημικά Εργαστήρια πρέπει να παρακολουθούν στενά την ποιότητα και το μέγεθος του προσκομιζόμενου ασβεστόλιθου. Η θεωρητική ποσότητα του απαιτούμενου κωκ είναι 6% της ποσότητας του ασβεστολίθου. Οι

μοντέρνες ασβεστοκάμινοι επιτυγχάνουν με κωκ 7% επί της ποσότητας του ασβεστολίθου 7.040 Kcal/kg.

Η ομοιόμορφη ανάμιξη του μίγματος κωκ-ασβεστολίθου πριν την τροφοδοσία της ασβεστοκαμίνου έχει μεγάλη σημασία για την υψηλή απόδοση και την αποφυγή τοπικών υπερθερμάνσεων, που έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή της πυρίμαχης επένδυσης της ασβεστοκαμίνου. Επίσης είναι καλό, να προβλέπεται ένα κοσκίνισμα του κωκ και του ασβεστόλιθου πριν αυτά μπουν στα σιλό αναμονής.

Τα σιλό αναμονής είναι σκόπιμο να έχουν τέτοια χωρητικότητα ώστε το κωκ και η ασβεστόλιθος να παραμένουν 24-40 ώρες. Με τον τρόπο αυτό τα σιλό γεμίζουν από την πρωινή βάρδια. Δεν πρέπει να αναμιγνύονται ασβεστόλιθοι διαφορετικών προελεύσεων, γιατί κάθε ασβεστόλιθος έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας της ασβεστοκαμίνου μπορεί να έχουμε σκληρή ή μαλακή καύση, που τη διακρίνουμε από την ταχύτητα διάλυσης της ασβέστου στο νερό Ένα κομμάτι ασβέστου μαλακής καύσης όταν το ρίξουμε σ' ένα δοχείο με νερό μετά από μερικά λεπτά έχει πλήρως διαλυθεί, ενώ ένα κομμάτι ασβέστου σκληρής καύσης χρειάζεται περισσότερο χρόνο. Εξωτερικά η άσβεστος που έχει υποστεί σκληρή καύση παρουσιάζει ρωγμές.

Το αέριο της ασβεστοκαμίνου που προέρχεται από τη διάσπαση του ασβεστόλιθου και του κωκ, χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του χυμού στον 1ο και 2ο κορεσμό. Πρέπει να έχει περιεκτικότητα 36-42% CO<sub>2</sub>, μια ελαφρά περίσσεια οξυγόνου γύρω στα 2% που εξασφαλίζεται με την πλήρη καύση, ενώ δεν θα πρέπει να περιέχει πάνω από 1% CO που δείχνει ατελή καύση και είναι τοξικό.

Ασφυκτικό είναι και το CO<sub>2</sub>. Αν ο αέρας περιέχει 4% CO<sub>2</sub> εμφανίζεται βόμβος στα αυτιά, κεφαλόπονος, ταχυκαρδία, κατάσταση υπερδιέγερσης και κόπωση. Αν το ποσοστό CO<sub>2</sub> στον αέρα ξεπεράσει το 8-10%, προκαλείται λιποθυμία και θάνατος.

Το CO<sub>2</sub> επειδή είναι βαρύτερο του αέρα συγκεντρώνεται στα χαμηλά σημεία της ασβεστοκαμίνου και των δοχείων. Τυχόν διαρροή αερίων της ασβεστοκαμίνου σε χώρους εργασίας ή στο χώρο που είναι εγκατεστημένες και λειτουργούν οι αντλίες CO<sub>2</sub> πρέπει να ελέγχονται με αναμμένο κερί ή

με συσκευή ανίχνευσης αερίων. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στο σταθμό γάλακτος ασβέστου, ώστε να μην απορρίπτεται με τα απάσβεστα αδιάλυτη άσβεστος, με αποτέλεσμα την αύξηση κατανάλωσης ασβεστόλιθου-κωκ, την αύξηση του κόστους του τελικού προϊόντος, ενδεχομένως και τη μείωση κατεργασίας του εργοστασίου λόγω ανεπάρκειας ασβέστου.

Η απομάκρυνση της άμμου του ασβεστογάλακτος γίνεται με τη χρήση δονητών, υδροκυκλώνων και αμμοδιαχωριστών. Πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, γιατί η ύπαρξη άμμου στο ασβεστόγαλα δημιουργεί κινδύνους φθοράς των αντλιών, εμφράξεις ακόμα και καταβύθιση άμμου στα δοχεία κορεσμού. Στο γάλα ασβέστου που βγαίνει από το τύμπανο υπάρχουν ακόμη μικρά αδιάλυτα τεμαχίδια ασβέστου. Η διάλυση επιτυγχάνεται όταν το γάλα αναδεύεται έντονα σε δοχεία αναμονής με αναδευτήρα με προπέλα. Ο χρόνος παραμονής είναι 4-6 ώρες.

Η πυκνότητα του ασβεστογάλακτος θα πρέπει να είναι γύρω στα 20-23 Be. Για τη σβέση της ασβέστου πρέπει να χρησιμοποιείται όλο το διήθημα των περιστροφικών φίλτρων ή όλο το φτωχό διήθημα των περιστροφικών φίλτρων με κελιά και εν ανάγκη πλούσιο διήθημα.

Ακόμη και με τεύτλα χαμηλής καθαρότητας, όταν η ασβεστοκάμιμος έχει υψηλή απόδοση σε άσβεστο, η κατανάλωση ασβεστόλιθου δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 4,5% επί της ποσότητας των τεύτλων. Η χρησιμοποίηση μεγαλύτερου ποσοστού ασβέστου, πάνω από 85% επί μη ζαχάρων, έχει βέβαια ευνοϊκή επίδραση στην ποσότητα των χυμών, τη διήθηση και τα χρώματα, αλλά είναι αντισυμβαλλόμενη, ενώ το ποσοστό ασβέστου 85% επί μη ζαχάρων είναι ικανό και επαρκές.

### **3.5.9 Καθαρισμός του χυμού**

Σκοπός του καθαρισμού του χυμού είναι: α) η απομάκρυνση των μη ζαχάρων του ακατέργαστου χυμού για μια ζάχαρη καλύτερης ποιότητας και για μικρότερο ποσοστό ζαχαρομελάσσας, 30-40% των μη ζαχάρων απομακρύνονται στο στάδιο του καθαρισμού του χυμού, ενώ τα υπόλοιπα μη ζάχαρα συνοδεύουν τους χυμούς μέχρι το τέλος και γίνονται η αιτία για σχηματισμό της μελάσσας, β) η λήψη θερμοευσταθών χυμών, η καταστροφή



του ιμβερτοσακχάρου (τουλάχιστον κατά 90%) και η απομάκρυνση της σκληρότητας (αλάτων ασβεστίου) και γ) η λήψη διηθήσιμων χυμών και η σωστή απογλύκανση της απορριπτόμενης λάσπης των φίλτρων.

Κριτήρια για τα παραπάνω αποτελέσματα είναι: ο συντελεστής διήθησης (Fk), η καθαρότητα των χυμών, το χρώμα, το ιμβερτοσάκχαρο και η σκληρότητα του αραιού και πυκνού χυμού, που εξαρτώνται επίσης από την ποιότητα των τεύτλων.



**Εικ. 18. Τμήμα καθαρισμού του χυμού**

Σήμερα στα εργοστάσια της Ε.Β.Ζ. ο καθαρισμός του χυμού γίνεται σε τέσσερα κυρίως στάδια:

- i) την προασβέστωση
- ii) την κυρίως ασβέστωση
- iii) τον 1ο κορεσμό
- iv) τον 2ο κορεσμό

### **3.5.9.1 Προασβέστωση**

Από το 1985 όλα τα εργοστάσια της Ε.Β.Ζ. διαθέτουν δοχεία προοδευτικής προασβέστωσης τύπου BRIEGHEL-MULLER. Το δοχείο της προασβέστωσης απλοποιημένα μπορεί να περιγραφεί σαν μια οριζόντια

σκάφη χωρισμένη σε έξι διαμερίσματα. Τα χωρίσματα γίνονται με μεταλλικά πτερύγια που παρέχουν τη δυνατότητα, ανάλογα με τη θέση τους, να μεταβάλλεται η ροή του χυμού μέσα στο δοχείο. Υπάρχει επίσης σύστημα ανάδευσης.

Η προασβέστωση γίνεται με προσθήκη λάσπης από τα φίλτρα (καθιζητήρες 1ου κορεσμού) στο πρώτο διαμέρισμα και στη συνέχεια με προσθήκη ασβεστογάλακτος στο τελευταίο διαμέρισμα του δοχείου. Η προστιθέμενη άσβεστος είναι τόση, ώστε να επιτυγχάνεται σταδιακά αύξηση του pH από 6 σε 10,8 - 11,2 και της αλκαλικότητας από 0,14 - 0,30% CaO.

Στο στάδιο αυτό έχουμε εξουδετέρωση των όξινων συστατικών του ακατέργαστου χυμού, κατακρύμνιση των κολλοειδών ουσιών με θρόμβωση και ποιοτική βελτίωση του ιζήματος (βελτίωση του συντελεστή διήθησης  $F_k$ ).

Κριτήριο του ποσοστού της προστιθέμενης λάσπης και του ασβεστοχυμού, είναι το ολικό ασβέστιο, που βρίσκεται με αναλύσεις στο χυμό προασβέστωσης και πρέπει να είναι στην έξοδο της προασβέστωσης 1,2 - 1,3% CaO.

Η θερμοκρασία προασβέστωσης είναι 40-65°C. Σε ορισμένα εργοστάσια (Λάρισα, Σέρρες) η προσθήκη της λάσπης των φίλτρων του 1ου κορεσμού στον ακατέργαστο χυμό (μέχρι pH = 8), γίνεται σε ξεχωριστό δοχείο, που παρεμβάλλεται ανάμεσα στη εκχύλιση και στο δοχείο προασβέστωσης.

Το pH στην αρχή της προασβέστωσης πρέπει να είναι μεταξύ 8,7-9 για να αποφεύγεται η μικροβιολογική μόλυνση.

### **3.5.9.2 Κυρίως ασβέστωση (Ψυχρή - Θερμή)**

Ο λασποχυμός προασβέστωσης οδηγείται σ' ένα δοχείο με ανάδευση (δοχείο ψυχράς ασβέστωσης), όπου γίνεται προσθήκη μέρους ή όλης της ποσότητας του υπόλοιπου ασβεστογάλακτος. Από το δοχείο της ψυχράς ασβέστωσης ο λασποχυμός οδηγείται σε προθερμαντήρες, όπου θερμαίνεται μέχρι τους 88°C και στη συνέχεια οδηγείται στο δοχείο θερμής ασβέστωσης.

Στην κυρίως ασβέστωση γίνονται διάφορες χημικές αντιδράσεις. Σκοπός της κυρίως ασβέστωσης είναι η προσθήκη της αναγκαίας ποσότητας ασβέστου για τον 1ο κορεσμό.

Η ποσότητα της προστιθέμενης ασβέστου στην ψυχρή και θερμή ασβέστωση είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας σε μη ζάχαρα του ακατέργαστου χυμού και δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 85% CaO, επί μη ζαχάρων. Στην πράξη για 120 μ<sup>3</sup> χυμού χρειάζονται 10-12 μ<sup>3</sup> ασβεστόγαλα 20 Be. Στο στάδιο αυτό προστίθεται περίπου 1-1,5% CaO, οπότε η συγκέντρωση του ολικού ασβεστίου, μετά τη θερμή ασβέστωση, είναι της τάξης του 2,4 - 2,9% CaO (max 3,5% CaO). Στην περίπτωση αυτή το pH ξεπερνά το 12, η αλκαλικότητα κυμαίνεται γύρω στο 1,5 - 1,9% CaO, η δε θερμοκρασία του χυμού μετά το πέρασμα από ειδικούς προθερμαντήρες φτάνει τους 85°C - 88 °C. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ο χρόνος διάρκειας της θερμής ασβέστωσης θα πρέπει να είναι 8-17 λεπτά.

Συντόμευση του χρόνου αυτού έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση ανωμαλιών στην συμπύκνωση, πράγμα που σημαίνει ότι η διάσπαση των αμιδίων και του ιμβερτοσακχάρου δεν ολοκληρώθηκε και θα συνεχιστεί στη συμπύκνωση.

Επιμήκυνση του χρόνου (10-20 λεπτά) είναι επιζήμια, γιατί η ισχυρώς αλκαλική αντίδραση συμβάλλει στη μετατροπή των πρωτεϊνών σε διαλύτες, με αποτέλεσμα την ελάττωση της καθαρότητας του χυμού.

### **3.5.9.3 Πρώτος κορεσμός**

Στον πρώτο κορεσμό η αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα με τον ασβεστούχο χυμό, έχει σαν σκοπό την απομάκρυνση της περίσσειας της ασβέστου σαν αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο. Το ανθρακικό ασβέστιο που σχηματίζεται, προσροφά τα διάφορα μη ζάχαρα, κυρίως όμως τα κολλοειδή που υπάρχουν στον ασβεστωμένο χυμό και βοηθάει τη διήθηση του λασποχυμού.

Στην πραγματικότητα κατά τον 1ο κορεσμό γίνεται συμπληρωματικός καθαρισμός του χυμού με προσρόφηση. Στα δοχεία του 1ου κορεσμού το αέριο CO<sub>2</sub> μπαίνει από το κάτω μέρος, ενώ ο λασποχυμός από το πάνω και βγαίνει από τη βάση του δοχείου.



Η ρύθμιση του pH και συνεπώς και της αλκαλικότητας, γίνεται αυτόματα με ηλεκτρόδια υάλιου που ανάλογα με την τιμή του pH δίνει εντολή σε μια αυτόματη βάνα παροχής αερίου CO<sub>2</sub>.

• Οι παράγοντες που επηρεάζουν το 1ο κορεσμό είναι:

i) Η ποσότητα της ασβέστου που θα πρέπει να είναι 2-3% επί της ποσότητας των τεύτλων. Μικρότερη ποσότητα δίνει ζελατινώδη ιζήματα που διήθονται δύσκολα, ενώ μεγαλύτερη δίνει ιζήματα εύκολα στη διήθηση, αλλά αντισυμβατικά, λόγω της μεγαλύτερης κατανάλωσης της ασβέστου.

ii) Η θερμοκρασία, που θα πρέπει να είναι 85-88 °C. Χαμηλή θερμοκρασία ευνοεί το σχηματισμό λεπτών κρυστάλλων CaCO<sub>3</sub>, με αποτέλεσμα η διήθηση να είναι δυσκολότερη και να σχηματίζονται αφροί στο δοχείο 1ου κορεσμού.

iii) Ο χρόνος, που θα πρέπει να είναι περίπου 7-10'. Μικρός χρόνος δίνει ίζημα λεπτοκρυσταλλικό με πολύ καλές προσροφητικές ιδιότητες, αλλά με δυσκολίες κατά τη διήθηση. Αντίθετα μεγάλος χρόνος δίνει χοντρούς κρυστάλλους, αλλά υπάρχει περίπτωση επαναδιάλυσης των πρωτεϊνών.

iv) Η αλκαλικότητα, που πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,08 - 0,1% CaO. Χαμηλές αλκαλικότητες ευνοούν τη διήθηση, αλλά μπορούν να προκαλέσουν σχηματισμό χρώματος και αύξηση των αλάτων ασβεστίου. Υψηλές αλκαλικότητες δίνουν καλύτερους χυμούς, αλλά δυσκολεύουν τη διήθηση.

v) Η ποιότητα του αερίου κορεσμού. Το CO<sub>2</sub> θα πρέπει να έχει περιεκτικότητα 36-42%. Όσο πλουσιότερο είναι τόσο ευνοϊκότερη είναι η επίδραση.

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι μια καλή διαδικασία κορεσμού απαιτεί μια λεπτή και καλή διανομή του αερίου στο χυμό, στροβιλώδη ροή προς τα πάνω του μίγματος (αερίου-χυμού), ταχύ διαχωρισμό των αερίων από το χυμό στην επιφάνεια του χυμού, αυξημένη πίεση του αερίου στις φυσαλίδες και κατά το δυνατόν μακρύ δρόμο των φυσαλίδων μέσα στο χυμό.

Μετά τον πρώτο κορεσμό ακολουθεί το φιλτράρισμα του πλασποχυμού σε φιλτροπρέσες, στατικούς καθιζητήρες, ή σε φίλτρα καθιζητήρες με εντελώς αυτόματη λειτουργία, όπου το μεν ίζημα με μορφή παχιάς

λάσπης αποχωρίζεται από το χυμό, μέρος αυτής οδηγείται στην προασβέτωση και η υπόλοιπη στα περιστροφικά φίλτρα κενού για την απογλύκανση. Στη συνέχεια το διήθημα οδηγείται στον 2ο κορεσμό.

- Απογλύκανση λάσπης 1ου κορεσμού. Η λάσπη, όπως προκύπτει από τα φίλτρα 1ου κορεσμού, συμπαρασύρει ορισμένη ποσότητα ζάχαρης. Για την παραλαβή της ποσότητας αυτής, η λάσπη οδηγείται σε ειδικά περιστροφικά φίλτρα κενού, όπου απογλυκαίνεται με τη βοήθεια ζεστού νερού. Τα φίλτρα λειτουργούν με κενό 200-250 mmHg και το τύμπανο με 20-25 στροφές/ώρες. Η ποσότητα του προστιθέμενου για την απογλύκανση νερού πρέπει να ελέγχεται συνεχώς, ώστε στο σημείο αυτό να μην επιβαρύνεται το εργοστάσιο με μεγάλες ποσότητες νερού, που θα είχαν αρνητική επίπτωση στο ισοζύγιο θερμότητας. Ο πηλακούντας της λάσπης πρέπει να έχει το κατάλληλο πάχος, 8-12 mm, το δε φιλτρόπανο να είναι σε καλή κατάσταση. Πρέπει να γίνεται πλήση του πανιού σε καθορισμένα διαστήματα με διάλυμα HCL οξέος 3% ή αντικατάσταση αυτού όταν είναι απαραίτητη. Στόχος είναι οι απώλειες στην απογλυκανθείσα λάσπη να μην ξεπερνούν το 0,05% επί της ποσότητας των τεύτλων που αντιστοιχεί σε POL λάσπης 0,4-0,6%.

Η λάσπη μετά τα φίλτρα, με ξηρά ουσία 30-50 %, οδηγείται στις χωματοδεξαμενές. Δεν πρέπει να είναι περισσότερο αραιωμένη, γιατί αυτό θα είναι σε βάρος του χρόνου παραμονής της στις χωματοδεξαμενές. Ενδεχομένως πρόβλημα στη διαθέσιμη χωρητικότητά τους. Το διήθημα που προκύπτει από τα περιστροφικά φίλτρα εν μέρει οδηγείται στο σταθμό παραγωγής ασβεστογάλακτος και εν μέρει στο δοχείο αναμονής των φίλτρων 1ου κορεσμού.

#### **3.5.9.4 Δεύτερος κορεσμός**

Ο 2ος κορεσμός είναι το επόμενο στάδιο του καθαρισμού του χυμού, έχει δε σκοπό την απομάκρυνση των αλάτων ασβεστίου από το διήθημα I. Η παρουσία αλάτων ασβεστίου σημαίνει αποθέσεις στους αυλούς της συμπύκνωσης και αύξηση της παραγόμενης μελάσσας στην παραπέρα επεξεργασία (δηλαδή απώλεια ζάχαρης). Ο 2ος κορεσμός γίνεται σε δοχεία όμοια μ' εκείνα του 1ου κορεσμού και διαρκεί περίπου 5 λεπτά.

Η αλκαλικότητα του 2ου κορεσμού βρίσκεται με Test Optimum αλκαλικότητας, συναρτήσει της ελάχιστης περιεκτικότητας αλάτων ασβεστίου. Με βάση την ευνοϊκή τιμή αλκαλικότητας γίνεται διόρθωση της αλκαλικότητας του χυμού στα δοχεία 2ου κορεσμού, έτσι ώστε να είναι κοντά στην άριστη τιμή. Το pH του 2ου κορεσμού είναι περίπου 9 και ρυθμίζεται με ρυθμιστική βάννα παροχής CO<sub>2</sub> που παίρνει εντολή από αυτόματο pH-μετρο.

Μεγάλη σημασία για το 2ο κορεσμό έχει η φυσική αλκαλικότητα του χυμού, που είναι η ολική αλκαλικότητα που δίνουν τα άλατα Καλίου και Νατρίου στο διήθημα Ι. Η τιμή της φυσικής αλκαλικότητας είναι 0,02 - 0,05% CaO. Έτσι λοιπόν η αλκαλικότητα είναι ίση με την φυσική αλκαλικότητα συν την αλκαλικότητα των αλάτων του CaO. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της φυσικής αλκαλικότητας τόσο καλύτερα γίνεται η απασβέστωση του χυμού. Όταν υπάρχει μικρή φυσική αλκαλικότητα ρίχνουμε διάλυμα σόδας στο χυμό κατά την έξοδο του από τα δοχεία 2ου κορεσμού. Η προσθήκη αυτή γίνεται μόνο όταν η τιμή του pH είναι κάτω του 8,2, γιατί η προσθήκη της σόδας προκαλεί αύξηση του ποσοστού της μελάσσας.

Η θερμοκρασία του 2ου κορεσμού πρέπει να κυμαίνεται από 92-95 °C, για να επιτευχθεί διάσπαση των δισανθρακικών αλάτων και περιορισμός της σκληρότητας του χυμού. Σε ορισμένα εργοστάσια η θερμοκρασία αυτή ξεπερνά τους 100°C, πράγμα που συμβάλλει βέβαια στη διάσπαση των δισανθρακικών αλάτων, αλλά συντελεί και στην αύξηση κατανάλωσης ατμού, γιατί συνδέεται με πολλές θερμικές απώλειες. Καλή απομάκρυνση των δισανθρακικών αλάτων επιτυγχάνεται με το χρόνο παραμονής του χυμού μετά το 2ο κορεσμό σε δοχείο με ανάδευση, για τουλάχιστον 20'.

Το 2ο κορεσμό ακολουθεί το φιλτράρισμα του λασποχυμού του 2ου κορεσμού με φιλτροπρέσες, φίλτρα κηριών ή φίλτρα καθιζητήρες.

Το διήθημα που προκύπτει είναι ο αραιός χυμός, που μετά τη διόδό του από προθερμαντήρες οδηγείται στην 1η βαθμίδα συμπύκνωσης. Σε ορισμένα εργοστάσια το δεύτερο διήθημα υφίσταται θείωση και στη συνέχεια φιλτράρισμα σε φίλτρα ασφαλείας. Μετά τη διόδό του από προθερμαντήρες οδηγείται στην 1η βαθμίδα συμπύκνωσης.



Η λάσπη από το φιλτράρισμα του λασποχυμού του 2ου κορεσμού και εκείνη των φίλτρων ασφαλείας, όπου υπάρχουν, μπορεί να οδηγηθεί ή στο δοχείο της ψυχράς ασβέστωσης ή στο δοχείο αναμονής 1ου κορεσμού.

### **3.5.9.5 Προβλήματα που παρουσιάζονται στον καθαρισμό του χυμού**

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στον καθαρισμό του χυμού είναι:

- Οι αφροί στο δοχείο 1ου κορεσμού. Αυτό σημαίνει είτε ότι δεν έχουν καταστραφεί οι αφρογόνες ουσίες στην κυρία ασβέστωση, είτε ότι έχει διακοπεί ή μειωθεί η παροχή αερίου κορεσμού.
- Η ταχύτητα κατακάθισης του λασποχυμού. Όταν ο λασποχυμός 1ου κορεσμού δεν κατακάθεται γρήγορα, αυτό οφείλεται στη χαμηλή θερμοκρασία του 1ου κορεσμού ή στην ελλιπή προσθήκη ασβεστογάλακτος στην κυρία ασβέστωση. Όταν ο λασποχυμός κατακάθεται πολύ γρήγορα, αλλά το διήθημα I είναι θολό, αυτό σημαίνει ότι το διήθημα είναι υπερκορεσμένο και το pH του είναι μικρότερο του 11.
- Η ποιότητα της λάσπης 1ου κορεσμού. Όταν είναι πολύ μαλακή αυτό οφείλεται: σε όχι σωστή λειτουργία του δοχείου της προασβέστωσης, στη μικρή προσθήκη ασβεστογάλακτος, σε λάθη κατά τον κορεσμό, στην περιεκτικότητα πολλών κολληοειδών στο χυμό, στη μεγάλη περιεκτικότητα πουλιπιδίων του ακατέργαστου χυμού και σε μικροβιολογική μόλυνση κατά την εκχύλιση.
- Όταν η λάσπη των φίλτρων κενού έχει μεγάλο POL, αυτό οφείλεται στις πολλές στροφές του τυμπάνου, στη μικρή ποσότητα του νερού που ψεκάζεται, στην κακή ποιότητα της λάσπης και στην υψηλή κατεργασία.
- Η κατάσταση των φιλτρόπανων. Όταν το φιλτρόπανο σκληραίνει αυτό οφείλεται στην αντίδραση μεταξύ ασβέστου (που περιέχεται στο χυμό) και του διοξειδίου του άνθρακα (του συμπυκνώματος) πάνω στο πανί, οπότε σχηματίζεται ανθρακικό ασβέστιο.
- Το χρώμα του διηθήματος. Όταν το χρώμα του διηθήματος II είναι πρασινωπό, αυτό οφείλεται στη μεγάλη παραμονή του χυμού κατά την παραγωγική διαδικασία (το οξυγόνο ενώθηκε με τον σίδηρο του χυμού και δημιουργήθηκαν νέες χρωστικές), αν είναι καφέ, αυτό σημαίνει ότι

δεν ολοκληρώθηκε η καταστροφή του ιμβερτοσακχάρου στην κυρίως ασβέστωση. Πολύ υψηλό pH στην κυρίως ασβέστωση μπορεί να προκαλέσει καταστροφή ζάχαρης και αλλοίωση του χρώματος.

- Η υψηλή περιεκτικότητα αλάτων. Όταν η περιεκτικότητα των αλάτων είναι υψηλή αυτό αποδίδεται: στη μακρά παραμονή των τεμαχιδίων στην εκχύλιση, στη μεγάλη θερμοκρασία της εκχύλισης, στην κακή ποιότητα του νερού (νερό αλκαλικό), στην κακή ποιότητα των τεύτλων ή των διαφόρων χυμών, στη μικρή προσθήκη ασβεστογάλακτος κατά την κυρίως ασβέστωση, στην απότομη αύξηση του pH στην προασβέστωση και τέλος στην μικρή παραμονή του χυμού στην προασβέστωση.
- Η αλκαλικότητα του χυμού. Όταν έχουμε υπερκορεσμό κατά τον 2ο κορεσμό, τότε ο χυμός επιβαρύνεται με αλκάλια που καταστρέφουν τη ζάχαρη και δημιουργούν μεγάλη πτώση της αλκαλικότητας κατά τη συμπύκνωση.
- Όταν έχουμε τεύτλα καλής ποιότητας και η φυσική αλκαλικότητα του χυμού είναι υψηλή, τότε συνιστάται να διατηρείται ελαφρός υπερκορεσμός στο 2ο κορεσμό.
- Όταν έχουμε υπερκορεσμό στο 2ο κορεσμό, τότε δημιουργούνται όξινα ανθρακικά άλατα, που κατά τη συμπύκνωση διασπώνται σε ανθρακικό ασβέστιο με αποτέλεσμα να υπάρχουν έντονες επικαθίσεις.
- Ο σταθμός των φίλτρων. Στο σταθμό των φίλτρων θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να αποφεύγονται τυχόν υπερχειλίσεις των δοχείων των χυμών, που αυξάνουν τις απροσδιόριστες απώλειες.
- Κάθε δοχείο πρέπει να έχει στο άνω μέρος ένα σημείο υπερχειλίσης και να καταλήγει σ' ένα κοινό δοχείο που θα βρίσκεται σε χαμηλότερη στάθμη. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, να υπάρχει κανάλι περισυλλογής, που θα βρίσκεται στο ισόγειο με υπόγειο φρεάτιο περισυλλογής και κατακόρυφη αντλία ανάκτησης. Οι ανακτώμενοι χυμοί από το φρεάτιο περισυλλογής πρέπει να εισάγονται στην ψυχρή ή θερμή ασβέστωση και όχι στην προασβέστωση που είναι ευαίσθητη.

### **3.5.9.6 Αποσκλήρυνση αραιού χυμού με εναλλιάκτες ιόντων**

Η αποσκλήρυνση γίνεται:

α) Με εναλλαγή του ασβεστίου του αραιού χυμού (αποσκλήρυνση) με νάτριο, έτσι αποφεύγεται ή περιορίζεται η δημιουργία επικαθίσεων στις συσκευές συμπύκνωσης και κρυστάλλωσης. Σαν μέσο αναγέννησης των ρητινών χρησιμοποιείται το NaCl. Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η διατήρηση της δυναμικότητας της συμπύκνωσης και η λήψη καλύτερης ποιότητας ζάχαρης. Αντίθετα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι: το υψηλό κόστος του χρησιμοποιημένου άλατος (NaCl), η αύξηση του ποσοστού μελάσσας και η ευκολότερη διάβρωση των αυλών συμπύκνωσης.

β) Με ολοκληρωτική αφαλάτωση των χυμών, δηλαδή με απομάκρυνση των ανιόντων και κατιόντων, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης και τη μείωση του ποσοστού μελάσσας.

### **3.5.10 Θέρμανση των χυμών**

Για την προθέρμανση του χυμού πριν τη θερμή ασβέστωση, χρησιμοποιούνται διαδοχικά τα εξής μέσα:

α) Θέρμανση με τους αχνούς της κρυστάλλωσης του χυμού της εκχύλισης.

β) Θερμό συμπύκνωμα των ατμών του σταθμού συμπύκνωσης (θερμοκρασία 95-100°C), που μετά την ψύξη από τους εναλλιάκτες χρησιμοποιείται για την πλήση της λίασπης των περιστροφικών φίλτρων και για άλλες ανάγκες των περιστροφικών φίλτρων.

γ) Αχνοί 5ης και 4ης βαθμίδας.

Για τον προθερμαντήρα πριν τα φίλτρα 1ου κορεσμού, εφόσον υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αχνοί της 4ης και 3ης βαθμίδας. Για τον προθερμαντήρα πριν το 2ο κορεσμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αχνοί της 3ης και 2ης βαθμίδας. Για τους προθερμαντήρες αραιού χυμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαδοχικά οι αχνοί της 4ης, 3ης, 2ης, 1ης βαθμίδας και απ' ευθείας ο ατμός εξαγωγής των στροβίλων.



### 3.5.11 Σταθμός συμπύκνωσης

Σκοπός του σταθμού συμπύκνωσης είναι η απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας του νερού του αραιού χυμού, ώστε να οδηγηθεί στη κρυστάλλωση ένα σιρόπι (πυκνός χυμός) με Brix πάνω από 60. Αν η εξάτμιση δεν ολοκληρωθεί στο σταθμό συμπύκνωσης, ολοκληρώνεται στο σταθμό κρυστάλλωσης με αποτέλεσμα μείωση της δυναμικότητας του σταθμού κρυστάλλωσης και αύξηση της κατανάλωσης ατμού και καυσίμου του εργοστασίου.

Εξάλλου σκοπός της συμπύκνωσης είναι και η διανομή ατμών της κατάλληλης θερμοκρασίας και πίεσης στα διάφορα σημεία όπου χρειάζεται ατμός.



Εικ. 19. Σταθμός συμπύκνωσης

#### 3.5.11.1 Βασικές αρχές λειτουργίας της συμπύκνωσης

Ο αραιός χυμός μετά τον καθαρισμό του περιέχει 12-15% ξηρά συστατικά (Brix), από τα οποία το 11-14% είναι ζάχαρη. Ο χυμός αυτός συμπυκνώνεται σε πυκνό χυμό περιεκτικότητας 60-70% Brix, εκ των οποίων το 56-65% είναι ζάχαρη. Αυτό επιτυγχάνεται στο σταθμό συμπύκνωσης σε βαθμίδες. Συνήθως χρησιμοποιούνται 4 ή 5 βαθμίδες συμπύκνωσης με ένα ή περισσότερα σώματα. Το κάθε δοχείο-σώμα έχει στο εσωτερικό του κατακόρυφους σωλήνες (αυλούς) μέσα στους οποίους κυκλοφορεί χυμός ενώ στο εξωτερικό ατμός που συμπυκνώνεται σε νερό.

Το νερό που παράγεται από τη συμπύκνωση του ατμού στη 1η βαθμίδα μαζί με λίγο συμπλήρωμα από τη 2η βαθμίδα χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία των λέβητων.

Για να επιτευχθεί η επιθυμητή συμπύκνωση του χυμού με κατά το δυνατόν μικρότερη κατανάλωση ατμού, κάθε σώμα συμπύκνωσης θερμαίνεται με αχνούς από το αμέσως προηγούμενο σώμα. Το πρώτο σώμα συμπύκνωσης θερμαίνεται με τον ατμό των στροβίλων και των λέβητων, μετά από μείωση της πίεσης και ψύξη. Εδώ ο ατμός δίνει τη θερμότητά του και συμπύκνωμα. Ο συμπυκνωμένος χυμός της 1ης βαθμίδας αποδίδει αχνό που θερμαίνει τη 2η βαθμίδα κ.ο.κ.

Σε ορισμένα εργοστάσια της Ε.Β.Ζ. εφαρμόζεται η θερμοσυμπίεση, κατά την οποία μέρος των αχνών της 2ης βαθμίδας, μέσω του ατμοθαλάμου της 3ης βαθμίδας, μετά από ανάμιξη με ατμό υψηλής πίεσης από τους λέβητες, επανεισάγεται στον ατμοθάλαμο της 1ης βαθμίδας. Επιτυγχάνεται έτσι οικονομία καυσίμων. Είναι επίσης δυνατή η ανακύκλωση ατμού 1ης βαθμίδας μέσω του ατμοθαλάμου της 2ης βαθμίδας.

Η συμπύκνωση του αραιού χυμού συνοδεύεται από διάφορες χημικές διαδικασίες, που οφείλονται κυρίως στην αλληλαγή των συνθηκών διαλυτότητας και στις αμοιβαίες αντιδράσεις των ουσιών που είναι διαλυμένες, στις υψηλές συγκεντρώσεις και στις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, όπως για παράδειγμα:

- Η διάσπαση του αμιδικού αζώτου με έκλυση  $\text{NH}_3$ , που λαμβάνει χώρα όταν δεν γίνεται σωστά ο καθαρισμός του χυμού.
- Η μερική οξείδωση της ζάχαρης
- Η μείωση του pH
- Οι αποθέσεις αλάτων
- Η μείωση της πίεσης και θερμοκρασίας στην τελευταία βαθμίδα της συμπύκνωσης που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της δυναμικότητάς της.

Στην παρακολούθηση της λειτουργίας της συμπύκνωσης, συμβάλλει θετικά η καταγραφή των θερμοκρασιών και πιέσεων των ατμών και των δευτερογενώς παραγόμενων ατμών (αχνών), που μπορεί να γίνεται και με αυτόματη συνεχή καταγραφή.

### **3.5.1.2 Σταθμός κρυστάλλωσης**

Ο πυκνός χυμός που προκύπτει από τη συμπύκνωση, μετά από διήθηση και ενδεχομένως θείωση, οδηγείται στο σταθμό κρυστάλλωσης για την παραλαβή ζάχαρης. Η παραλαβή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο σχηματίζονται οι κρύσταλλοι της ζάχαρης, στις συσκευές κρυστάλλωσης και ανάμιξης, ενώ στο δεύτερο γίνεται ο διαχωρισμός της ζάχαρης από το μητρικό σιρόπι με φυγοκέντρηση.

Σκοπός της εργασίας της κρυστάλλωσης είναι η υψηλή απόδοση σε κρυστάλλους και η κατά το δυνατό μεγαλύτερη εξάντληση του μητρικού σιροπιού, η δημιουργία ζαχαρόμαζας που να μπορεί να φυγοκεντρηθεί και η δημιουργία καλής ποιότητας ζάχαρης.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τους παραπάνω στόχους είναι ο βαθμός υπερκορεσμού του μητρικού σιροπιού, το ιξώδες του, το είδος και η ποσότητα των μη ζαχάρων, η ταχύτητα κρυστάλλωσης και η διαφορά θερμοκρασίας.

### **3.5.12.1 Κρυστάλλωση**

Η επεξεργασία του πυκνού χυμού σε ζαχαρόμαζα (έψηση) γίνεται σε συσκευές κενού, έτσι ώστε το νερό να εξατμίζεται και η συσκευή να τροφοδοτείται αντίστοιχα με πυκνό χυμό.

Ανεξαρτήτου κατασκευής, κάθε συσκευή κρυστάλλωσης έχει τα εξής τμήματα:

- Το χώρο της ζαχαρόμαζας
- Το θερμαντικό σώμα (με κατακόρυφους σωλήνες)
- Τις διατάξεις εισαγωγής σιροπιών και άλλων υλών
- Τη διάταξη συγκράτησης των σταγονιδίων της ζαχαρόμαζας που παρασύρονται απ' τους χυμούς (χυμοπαγίδα).
- Τη σύνδεση της συσκευής μέσω δικλίδας με τον καταρράκτη ψύξης των ατμών.
- Τις διατάξεις εκροής ζαχαρόμαζας και εισαγωγής ατμού
- Τις διατάξεις για τον έλεγχο της έψησης



Η συσκευή πριν από κάθε έψηση πρέπει να καθαρίζεται από τους κρυστάλλους της προηγούμενης έψησης.

Η διαδικασία της έψησης διακρίνεται σε τρία μέρη:

α) το σχηματισμό κρυστάλλων, β) την αύξηση των κρυστάλλων και γ) την τελική έψηση της ζαχαρόμαζας (σφίξιμο). Αναλυτικότερα:

α) Σχηματισμός κρυστάλλων

Όταν ο δείκτης κενού δείχνει 25-35 εκατ. κενό, εισάγεται στον κρυσταλλωτήρα μια ποσότητα χυμού (περίπου το 1/3 της δυναμικότητας της συσκευής) που συμπυκνώνεται σε θερμοκρασία 80-85 °C (όταν ο χυμός προέρχεται από χαλασμένα, κτυπημένα ή άγουρα τεύτλα), ποτέ όμως πάνω από 92°C, γιατί στις υψηλές θερμοκρασίες παρουσιάζεται αποσύνθεση της ζάχαρης.

Όταν επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός υπερκορεσμού, γίνεται ο εμβολιασμός του σιροπιού με γαλάκτωμα (ζάχαρης - άχνης και ισοπροπυλικής αλκοόλης). Αν θέλουμε να πάρουμε μεγάλους κρυστάλλους επεμβαίνουμε σε μικρότερο βαθμό υπερκορεσμού. Αντίθετα για μικρούς κρυστάλλους ενεργούμε σε μεγαλύτερο βαθμό υπερκορεσμού.

β) Αύξηση των κρυστάλλων

Όσο σχηματίζονται οι κρύσταλλοι, τροφοδοτούνται με νέο μητρικό σιρόπι με προσοχή, ώστε οι κρύσταλλοι ούτε να διαλυθούν αλλά ούτε να σχηματιστούν νέοι λεπτοί κρύσταλλοι. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση του υπερκορεσμού, που πρέπει να τηρείται χαμηλότερα απ' ό,τι κατά τον αρχικό σχηματισμό των κρυστάλλων και μάλιστα με ρύθμιση της εξάτμισης και της εισαγωγής του χυμού.

γ) Τελική έψηση (σφίξιμο) της ζαχαρόμαζας

Όταν τα 3/4 της χωρητικότητας του βραστήρα έχουν γεμίσει και οι κρύσταλλοι έχουν αποκτήσει το επιθυμητό μέγεθος, αρχίζει μετά την τελευταία εισαγωγή του χυμού η απομάκρυνση της τελικής ποσότητας νερού, μέχρι να έχουμε τα επιθυμητά Brix, περίπου 93.

Η έτοιμη ζαχαρόμαζα είναι μίγμα διαυγών κρυστάλλων και σκοτεινόχρωμου σιροπιού με 6-7% νερό, περίπου 85% ζάχαρη και περίπου 8% μη ζάχαρη.

Η τελική κρυστάλλωση συνεχίζεται στους αναδευτήρες με ανάμιξη και ψύξη και επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες που επηρεάζεται και η

έψηση. Το μητρικό σιρόπι, που κατά το άδειασμα της ζαχαρόμαζας στο αναδευτήρα έχει ένα βαθμό υπερκορεσμού 1,25 στους 75 °C, αυξάνει τον υπερκορεσμό του λόγω πτώσεως της θερμοκρασίας του στους 50°C, που συνήθως γίνεται η φυγοκέντρωση. Η οριακή θερμοκρασία με την οποία η ζαχαρόμαζα αδειάζει από τον βραστήρα είναι 65-70°C.

Η διαδικασία της κρυστάλλωσης είναι η ίδια τόσο για την παραγωγή Α' ζαχαρόμαζας, όσο και για τις Β, Γ και Αφφιναρίσματος. Διαφέρει μόνο η καθαρότητα του σιροπιού τροφοδοσίας και ως εκ τούτου ο χρόνος έψησης, που αυξάνει με την αύξηση της περιεκτικότητας των μη ζαχάρων.

### 3.5.12.2 Φυγοκέντρωση και πλύση

Η ζάχαρη αποχωρίζεται από το μητρικό σιρόπι με φυγοκέντρωση της ζαχαρόμαζας σε φυγόκεντρος συνεχούς ή ασυνεχούς λειτουργίας. Οι φυγόκεντροι αποτελούνται από ένα τύμπανο, που στο εσωτερικό του υπάρχει κόσκινο. Στο κόσκινο παραμένει η ζάχαρη ενώ το μητρικό σιρόπι απομακρύνεται με τη φυγόκεντρο δύναμη.



Εικ. 20. Φυγόκεντρος



Οι φυγόκεντροι λευκής ζάχαρης διακρίνονται από τις φυγοκέντρους Β και Γ ζάχαρης από τις διατάξεις πλήσης και διαχωρισμού του μητρικού σιροπιού.

Στις φυγόκεντρους Α προϊόντος, εκτός από την πλήση με συμπύκνωμα, μπορεί να εφαρμοστεί και πλήση με ζαχαροδιάλυμα που διαρκεί 4" στις 700 στροφές/λεπτό. Στις άλλες περιπτώσεις μέσω πλήσης είναι το ίδιο το μητρικό σιρόπι, ή νερό θερμοκρασίας 102 °C που ψεκάζεται από ακροφύσια πάνω στη στοιβάδα της ζάχαρης, μετά την απομάκρυνση του σιροπιού. Σκοπός της παραπάνω εργασίας είναι η απομάκρυνση των υπολειμμάτων σιροπιού που είναι προσκολλημένα στους κρυστάλλους.

Η εργασία στις φυγοκέντρους πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα με την ποιότητα των χυμών και των σιροπιών.

Επειδή το μητρικό σιρόπι της Γ' ζαχαρόμαζας είναι η μελάσσα, το νερό που προστίθεται στις φυγόκεντρους Γ' πρέπει να υπολογίζεται ανάλογα με την ποιότητα της ζαχαρόμαζας, γιατί παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση και καθαρότητα της μελάσσας.

Κατά τη φυγοκέντρωση ισχύει η σχέση:

$$MH \text{ ZACHARA} / H_2O = 3,5 \text{ έως } 4,0$$

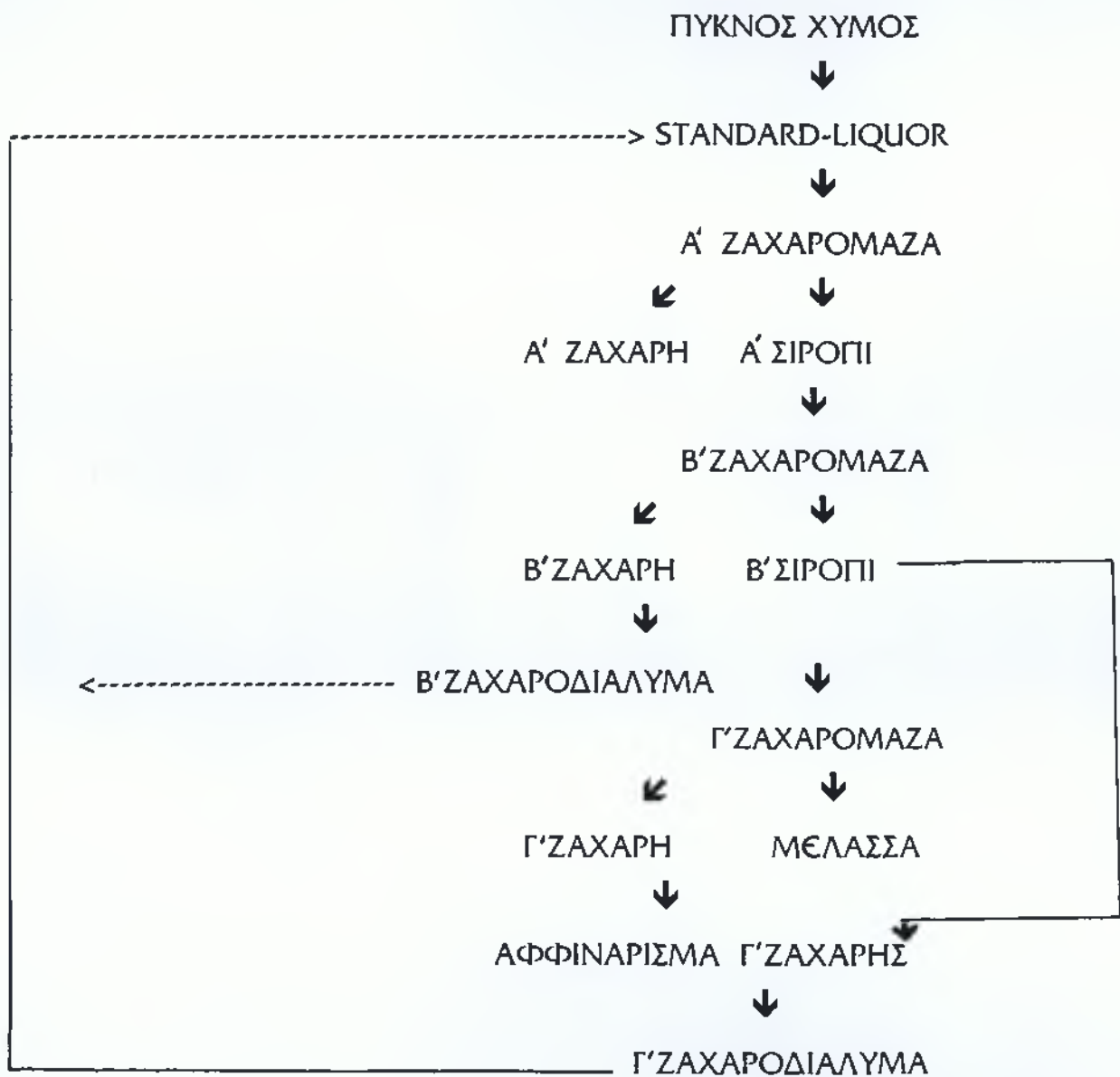
Προτιμότερη είναι η προσθήκη μελάσσας προφυγοκέντρωσης ή αραιωμένης μελάσσας αντί νερού που είναι μελασσογενές και προκαλεί διάλυση ζάχαρης. Πρέπει να γίνεται προσπάθεια, ώστε η καθαρότητα της μελάσσας να είναι τουλάχιστον 60-61%. Αν η καθαρότητα αυξηθεί, για τη διατήρηση των Brix πρέπει να αυξηθεί και το POL. Σε περιπτώσεις καθαρότητας κάτω του 56% μπορεί τα Brix να αυξηθούν πάνω από 80%. Στην περίπτωση αυτή αν παρουσιαστούν δυσκολίες στην άντληση, τότε για να ελαττωθούν λίγο τα Brix το POL μπορεί να κατέβει μέχρι το 45, όχι όμως κάτω από την τιμή αυτή. Με τιμή του POL κάτω από 1,5 η μελάσσα δεν γίνεται δεκτή. Τα ελάχιστα επιτρεπτά Brix είναι 76,6%, κάτω από αυτά η μελάσσα είναι επικίνδυνη για αλλοίωση.

Στην Γ' ζαχαρόμαζα θα πρέπει να γίνεται στο Χημείο Έλεγχου Παραγωγής το NUTSCHE (μέθοδος διάκρισης των ζαχάρων από τα μη ζάχαρα), για τον έλεγχο των φυγοκέντρων. Η θερμοκρασία φυγοκέντρωσης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλή (40-50°C) και να γίνεται έλεγχος στη μελάσσα, μήπως περιέχει ψιλούς κρυστάλλους. Η ζάχαρη που



προέρχεται από τις φυγόκεντρους θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομοιόμορφη. Οι φυγόκεντροι πρέπει να καθαρίζονται μια φορά τουλάχιστον το 24ωρο από τις κρούστες της ζάχαρης που είναι πηγή μόλυνσης. Η κρυστάλλωση και ο διαχωρισμός της ζάχαρης δεν είναι δυνατόν να ολοκληρωθεί σε ένα προϊόν (βαθμίδα).

Παραστατικά το σχήμα των τριών προϊόντων μπορεί να αποδοθεί ως εξής:



Σε ορισμένα εργοστάσια αντί για STANDARD-LIQUOR χρησιμοποιείται πικνός χυμός και ζαχαροδιάλυμα.

### **3.5.13 ΞΗΡΑΝΣΗ - ΚΟΣΚΙΝΙΣΜΑ - ΕΝΣΑΚΚΙΣΗ - ΣΤΟΙΒΑΣΙΑ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΖΑΧΑΡΗΣ**

#### **3.5.13.1 Ξήρανση**

Η ζάχαρη μόλις απομακρυνθεί από τις φυγόκεντρους περιέχει υγρασία, σε τρεις μορφές:

α) Σαν ελεύθερη υγρασία, που αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό. Αυτή περιβάλλει τους κρυστάλλους υπό μορφή λεπτής στοιβάδας αραιού διαλύματος ζάχαρης και απομακρύνεται σχετικά εύκολα.

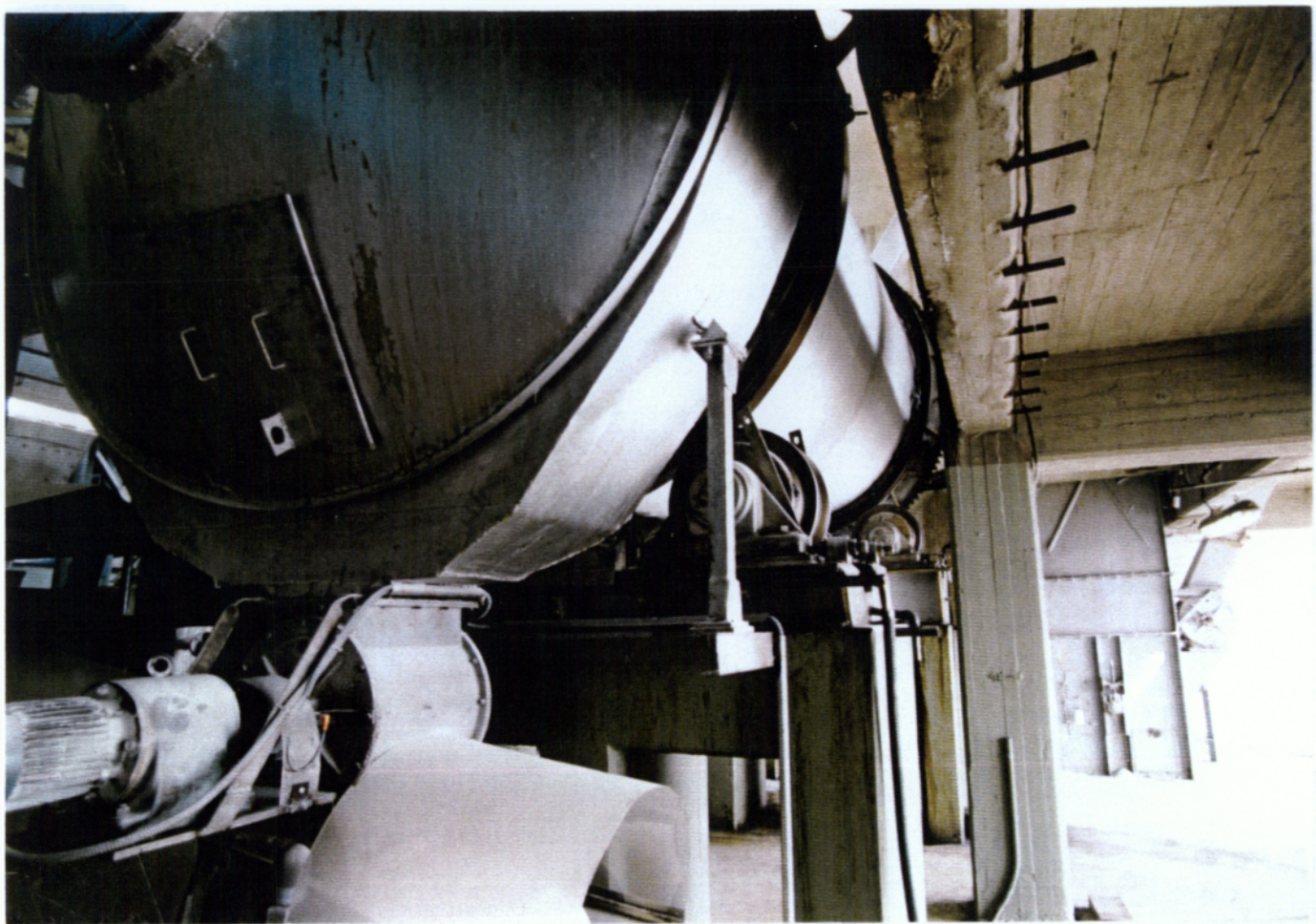
β) Σαν συνδεδεμένη υγρασία που περιβάλλει επίσης τους κρυστάλλους, υπό μορφή όμως λεπτής στοιβάδας πυκνού ισχυρώς υπέρκορου σιροπιού. Η εξάτμιση της υγρασίας αυτής απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο και η ταχύτητα κρυστάλλωσης της ζάχαρης του υπέρκορου σιροπιού δεν διαφέρει από την ταχύτητα κρυστάλλωσης ενός πυκνού διαλύματος ζάχαρης.

γ) Σαν περικλειόμενη υγρασία που βρίσκεται υπό μορφή νησίδων μέσα στον κρύσταλλο της ζάχαρης.

Η απομάκρυνση της υγρασίας αυτής γίνεται χωρίς ιδιαίτερα μεγάλες και δαπανηρές εγκαταστάσεις. Όταν η ζάχαρη ψυχθεί από τους 70-75°C στους 30 °C, όπως για παράδειγμα πάνω στο δονούμενο μεταφορέα, η υγρασία είναι δυνατόν να μειωθεί στο 0,5% ανάλογα και με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Η ζάχαρη, δηλαδή, αποβάλλει συνεχώς υγρασία κατά τη μεταφορά της στο δονούμενο μεταφορέα, στα αναβατόρια, κ.λπ. και η απομάκρυνση της ολοκληρώνεται στο ξηραντήριο ζάχαρης.

Τα ξηραντήρια ζάχαρης είναι συνήθως κυλινδρικού τύπου, ελαφρώς κεκλιμένα, με πτερύγια στο εσωτερικό και με περιστρεφόμενο τύμπανο για να πικνίζεται η προς ξήρανση ζάχαρη. Στο εσωτερικό του τυμπάνου στέλνεται στην αρχή ζεστός αέρας για να ξηράνει τη ζάχαρη μέχρι το επιθυμητό σημείο και στη συνέχεια κρύος αέρας για να κρυώσει η ζεστή ζάχαρη.

Η καλή ξήρανση εξαρτάται από τη σωστή υγρασία στις φυγόκεντρους (η υγρασία της εισερχόμενης στο τύμπανο ξήρανσης ζάχαρης δεν θα πρέπει να είναι πολύ υψηλή) και από την ομοιόμορφη πλήρωση του ξηραντηρίου.



*Εικ. 21. Ξηραντήρια ζάχαρης*

Μετά το Ξηραντήριο, η ζάχαρη πρέπει να έχει θερμοκρασία λίγο μεγαλύτερη από αυτήν του περιβάλλοντος, η δε υγρασία πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από 0,05%.

### **3.5.13.2 Κοσκίνισμα**

Μετά την Ξήρανση η ζάχαρη κοσκινίζεται. Η ζάχαρη που έχει ομοιόμορφους κρυστάλλους και είναι καλά πλυμένη και ξηρή, κοσκινίζεται ευκολότερα χωρίς κίνδυνο να βουλώσουν οι οπές του κοσκίνου.

Από τα συστήματα κοσκίνισματος ο πιο διαδεδομένος τύπος που καταλαμβάνει και το μικρότερο χώρο, είναι ο τύπος των δονούμενων κοσκίνων. Η δόνηση γίνεται ή με άξονα με ελαστικό σύνδεσμο, που περιστρέφεται έκκεντρα ή με ηλεκτρομαγνητικό δονητή. Οι διαστάσεις των κοσκίνων είναι τέτοιες, ώστε να μην επιτρέπουν να φεύγει από το άκρο τους ποσότητα ζάχαρης ακοσκίνιστη. Η κλίση των κοσκίνων είναι 20-40° περίπου, ο δε βαθμός απόδοσής τους τουλάχιστον 90%.





**Εικ. 22. Δονούμενο κόσκινο ζάχαρης**

Με το κοσκίνισμα η ζάχαρη ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες: στην πολύ ψιλή ζάχαρη που είναι η άχνη, στην χονδρόκοκκη ζάχαρη που αποτελείται από διάφορα συσσωματώματα και στη ζάχαρη με την επιθυμητή κοκκομετρική σύσταση.

Η ζάχαρη που δεν έχει απαλλαγεί εντελώς από τη σκόνη, έχει όψη θαμπή. Η χοντρόκοκκη ζάχαρη και η άχνη οδηγούνται στην αναδιάλυση για περαιτέρω επεξεργασία. Οι δονητές πρέπει να καθαρίζονται τουλάχιστον μια φορά το 24ωρο από τις κρούστες της ζάχαρης που είναι πηγή μόλυνσης. Επίσης οι δονητές πρέπει να είναι προφυλαγμένοι από επιμολύνσεις, που μπορεί να προέρχονται από σκόνη, ρεύματα αέρα, δίοδο ανθρώπων, κακές συνθήκες, χυμένα σιρόπια που είναι εστίες ανάπτυξης μικροοργανισμών.

### **3.5.13.3 Απομάκρυνση της σκόνης**

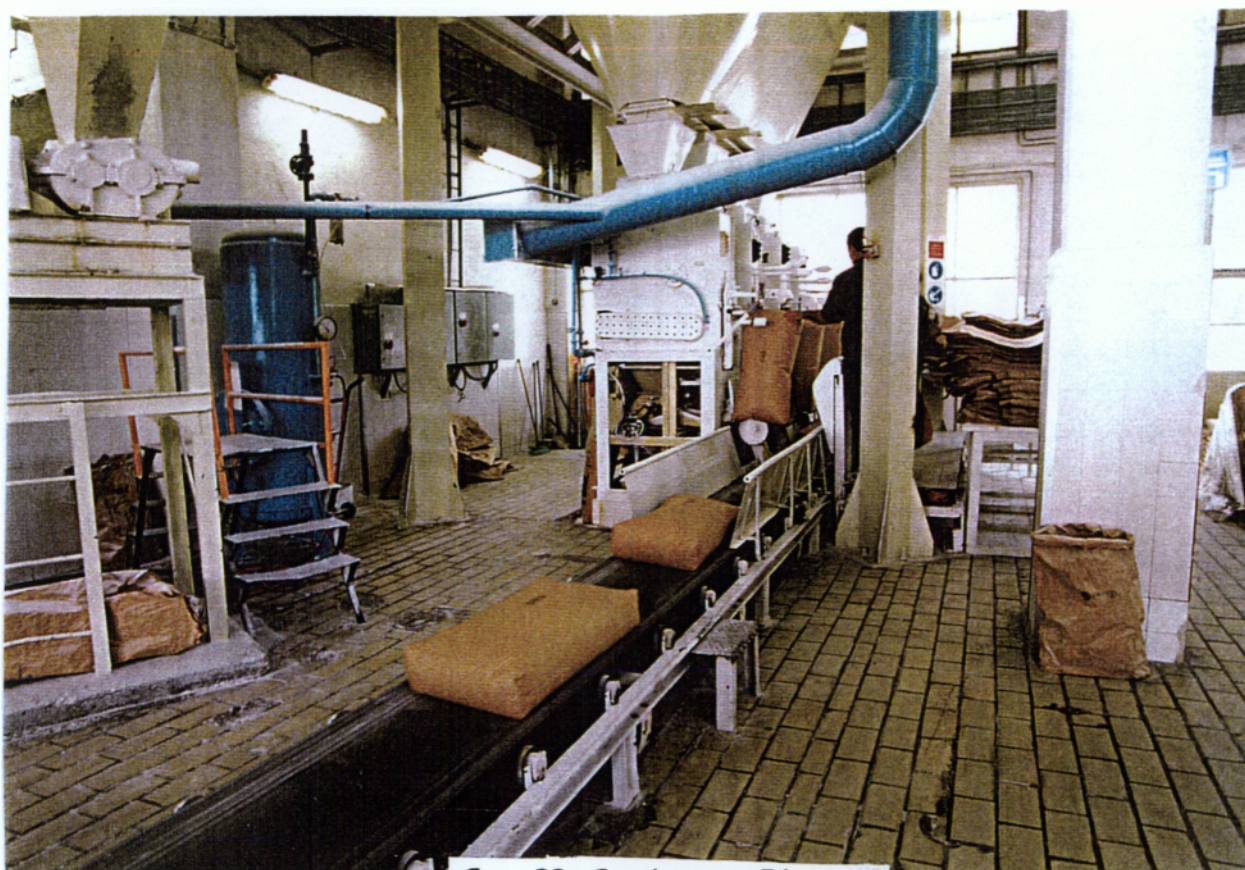
Η σκόνη της ζάχαρης που βρίσκεται στο ξηραντήριο, στα διάφορα αναβατόρια, στα κόσκινα, στις μεταφορικές ταινίες, στις ενσασκιστικές μηχανές, στα σιλό και στα άλλα σημεία της γραμμής επεξεργασίας



απομακρύνεται, είτε με αναρρόφηση, οπότε η ζάχαρη οδηγείται σε κυκλώνες και με νερό που καταϊόνίζεται σχηματίζει ζαχαροδιάλυμα, είτε με ειδικούς υφασμάτινους σωλήνες-φίλτρα, που καθαρίζονται περιοδικά με τίναγμα.

#### **3.5.13.4 Ενσάκκιση - στοιβάδα**

Η ενσάκκιση γίνεται σε χαρτοσάκκους, χωρίς ραφή, τρίφυλλους ή τετράφυλλους των 50 kg, με ειδική βαλβίδα από ενσακκιστικές μηχανές ενός ή δύο στομίων πλήρωσης και διάταξη αυτόματης ζύγισης. Θα πρέπει συνεχώς να γίνεται ο έλεγχος του βάρους των σάκκων με παράλληλες τυχαίες ζυγίσεις, καθώς και ο έλεγχος της κατάστασης των χαρτοσάκκων. Η δυναμικότητα των ενσακκιστικών μηχανών φθάνει τους 360 σάκκους/ώρα.



**Εικ. 23. Ενσάκκιση ζάχαρης**

Οι σάκκοι, μετά την διάταξη αυτόματης ζύγισης, με μεταφορική ταινία οδηγούνται στην αποθήκη ζάχαρης σε ντάνες των 40-50 σάκκων καθ' ύψος.



### 3.5.13.5 Αποθήκευση

Η αποθήκευση της ζάχαρης γίνεται σε:

- Αποθήκες. Η συσκευασμένη σε σάκκους των 50 kg ζάχαρης, με μεταφορική ταινία μεταφέρεται και αποθηκεύεται σε αποθήκες που είναι εφοδιασμένες με σύστημα θέρμανσης, ώστε η θερμοκρασία τους να διατηρείται πάντα πάνω από το σημείο δρόσου του περιβάλλοντος. Έτσι αποφεύγεται η συμπύκνωση της υγρασίας πάνω στους σάκκους.



Κανονικά η θερμοκρασία της αποθήκης δεν θα πρέπει κατέβει κάτω από τους 10 °C και θα πρέπει να βρίσκεται 5 °C πάνω από την εξωτερική. Με τη θέρμανση επιδιώκεται, η σχετική υγρασία του χώρου να διατηρείται 60-70%, για να διατηρηθεί και η υγρασία της ζάχαρης μεταξύ 0,02% - 0,04%. Σε πολύ ξηρή ατμόσφαιρα και όταν η ζάχαρη δεν είναι πολύ ξηρή, υπάρχει κίνδυνος να πετρώσει. Αυτό συμβαίνει και όταν η ζάχαρη περάσει έστω και μια φορά τα όρια της σχετικής υγρασίας.



- Σιλό. Η αποθήκευση χύμα ζάχαρης συνεχώς κερδίζει έδαφος. Αυτό γίνεται σε τσιμεντένια ή μεταλλικά σιλό, εφοδιασμένα με εγκαταστάσεις κλιματισμού.

Τα σιλό κατασκευάζονται με διαμερίσματα, ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση περισσότερων της μιας ποιότητας ζάχαρης μέσα στο ίδιο σιλό. Τα σιλό είναι εφοδιασμένα επίσης με σκάλες, ανελκυστήρες, συστήματα πλήρωσης και παραλαβής ζάχαρης, όργανα μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, κ.λπ.



Εικ. 25



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### Υπολείμματα

#### 4.1 Γενικά

Μετά την επεξεργασία και παραγωγή της ζάχαρης, προκύπτουν ορισμένα υπολείμματα που είναι η μελάσσα, ο νωπός ποητός ή πούλπα και ο ξηρός ποητός ή αποξηραμένη πούλπα ή ζαχαρόπιτα.

#### 4.2 Μελάσσα

Η μελάσσα είναι το προϊόν που μένει μετά τη φυγοκέντρηση του χυμού των τεύτλων, κατά την οποία αποχωρίζονται οι κρύσταλλοι της ζάχαρης. Η μελάσσα περιέχει 50% περίπου διαλυτά στερεά συστατικά (άλατα και ζάχαρη), 10-12% τέφρα και ασήμαντες ποσότητες λιπαρών και άλλων ουσιών, εκτός από τη ζάχαρη. Χρησιμοποιείται ως κτηνοτροφική και σαν πρώτη ύλη παραγωγής οινοπνεύματος και ζύμης αρτοποιίας.



Εικ. 26 Δεξαμενή μελάσσας



### 4.3 Νωπός ποητός ή πούηπα

Μετά τον τεμαχισμό των ριζών των ζαχαρότευθλων στα εργοστάσια ζάχαρης, την εκχύλιση των τεμαχιδίων και την απομάκρυνση του ζαχαρούχου χυμού, ο ποητός που απομένει περιέχει ποηύ υγρασία (περίπου 95%). Για να γίνει εύκολη η χρησιμοποίησή του, συμπιέζεται σε ειδικές πρέσσες ώστε να αποκτήσει περισσότερη ξηρή ουσία. Η αύξηση αυτή επιτεύχθηκε σταδιακά και τα τελευταία χρόνια έχει σταθεροποιηθεί σε ποσοστό πάνω από 20% σε ξηρή ουσία. Έτσι η πούηπα που παραδίνεται στους κτηνοτρόφους περιέχει πλέον περισσότερα θρεπτικά συστατικά στη μονάδα βάρους. Ένα μέρος της πούηπας διατίθεται όπως είναι στους κτηνοτρόφους για τη διατροφή των ζώων τους, ενώ το υπόηλοιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύηη για την παραγωγή της ζαχαρόπιτας.

Η νωπή, φρέσκια, πούηπα διατηρείται χωρίς να αηηλωθεί μόνο για 3-4 μέρες. Μετά αρχίζει να μουηλιάζει και να αναδύει δυσάρρεστες οσμές που την κάνουν ακατάηηηηηη για τη διατροφή των ζώων. Για να αποφύγουμε αυτή την κατάσταση και να διατηρήσουμε τη νωπή πούηπα για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς απώηηιες και επιπτώσεις στην υγεία και παραγωγή των ζώων, θα πρέπει οπωσδήποτε να την ενσιρώσουμε.

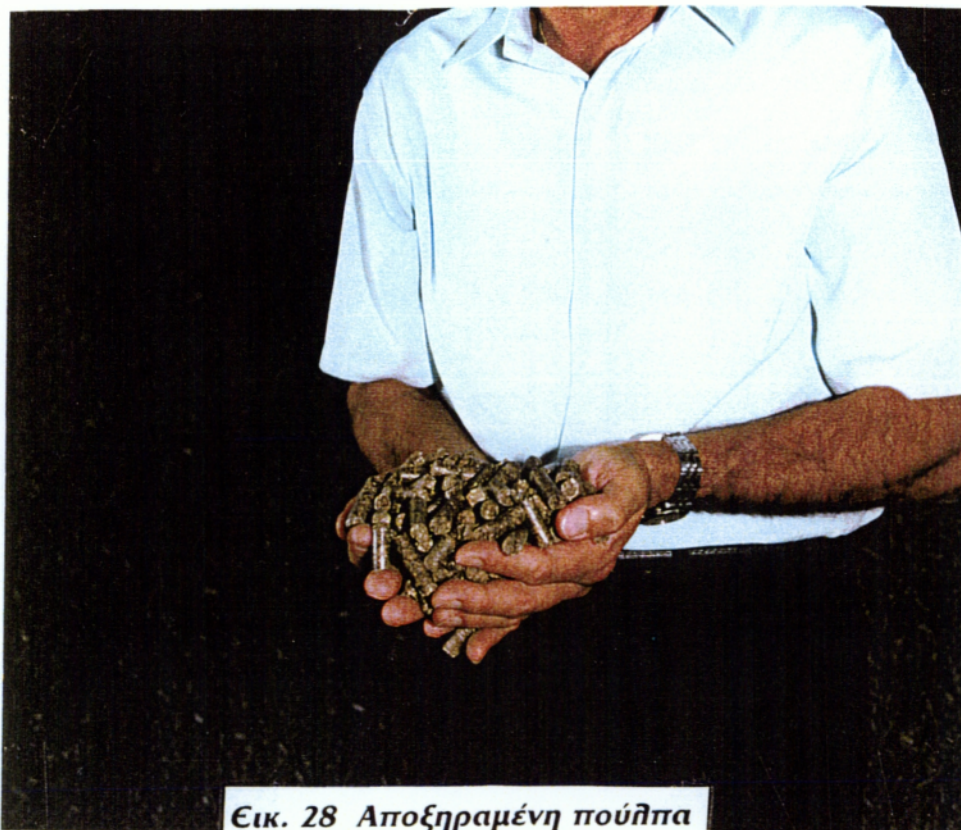


Εικ. 27 Σηλό αποθήκευσης νωπού ποητού



#### 4.4 Ξηρός ποητός ή αποξηραμένη πούληπα ή ζαχαρόπιτα

Η πούληπα αφού αναμιχθεί με λίγη μελάσσα, ξηραίνεται σε κλιβάνους και τέλος συμπιέζεται σε κυκλινδρικούς διαμέτρου 10-12 χιλιοστών. Στη μορφή αυτή η ζαχαρόπιτα παρουσιάζει τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα. Μπορεί να μεταφερθεί και στις πιο απομακρυσμένες εκμεταλλεύσεις και να αποθηκευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς αλλοιώσεις και απώλειες. Είναι νόστιμη και προσλαμβάνεται με μεγάλη όρεξη απ' όλα τα ζώα, χωνεύεται σε μεγάλο ποσοστό, μπορεί να αποτελέσει το μεγαλύτερο μέρος του σιτηρεσίου των βοειδών και προβάτων και να αντικαταστήσει το καλαμπόκι και το κριθάρι όταν αυτά λείπουν. Η υγεία των ζώων καλύτερεύει όταν τους χορηγηθεί ζαχαρόπιτα.



**Εικ. 28 Αποξηραμένη πούληπα**

#### 4.5 Ξηραντήρια ποητού

Τα ξηραντήρια που χρησιμοποιούνται είναι κυλινδρικού περιστρεφόμενου τύπου, με πτερύγια εσωτερικά, για την ομοιόμορφη διασπορά της προς ξήρανση πούληπας κατά την περιστροφή του ξηραντηρίου. Διακρίνουμε ξηραντήρια με πτερύγια σε σχήμα σταυρού και με πτερύγια σε σχήμα τετραγώνου. Όσο πυκνότερα είναι τοποθετημένα τα

πτερύγια, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια εναλλαγής και αποφεύγονται οι εμφράξεις.

Η τροφοδοσία με νωπή πούλπα γίνεται από το εμπρόσθιο μέρος του κυλίνδρου, ενώ από το πίσω μέρος βγαίνει ο ξηρός ποητός ο οποίος ξεχωρίζει από τα αέρια με αναρρόφησή τους από μεγάλο εξαεριστήρα, αφού γίνει αποκονίωση από κυκλώνες. Για την ξήρανση του νωπού ποητού, τα αέρια καύσης έρχονται απευθείας σε επαφή με το νωπό ποητό και προωθούνται ομόρροπα μέσα στον κύλινδρο ξήρανσης. Το υψηλότερο σημείο θερμοκρασίας καυσαερίων βρίσκεται στην αρχή του κυλίνδρου, όπου εισάγεται ο νωπός ποητός. Κατά μήκος του κυλίνδρου η θερμοκρασία των καυσαερίων και το ποσοστό υγρασίας του ποητού μειώνεται συνεχώς.

Οι διαστάσεις των ξηραντηρίων ποητού ενδεικτικά είναι: διάμετρος 3-4 μέτρα και μήκος 18 μέτρα, ενώ η ικανότητα εξάτμισης φτάνει τους 30 τόννους νερό/ώρα. Σαν πηγή θερμότητας χρησιμοποιείται μαζούτ Νο 3000, τόσο για τους καυστήρες περιστροφικής διασποράς, όσο για τους καυστήρες πίεσης.

Προϋποθέσεις της καλής λειτουργίας του ξηραντηρίου είναι:

- α) Η σταθερή παροχή σε νωπό ποητό και μελάσσα.
- β) Η σταθερή ποιότητα του νωπού ποητού, ώστε η ξηρά ουσία του ξηρού ποητού να κυμαίνεται από 88% έως 90%, για να αποφεύγεται η συσσωμάτωση και να διευκολύνεται η εκκένωση με μηχανικά μέσα.
- γ) Η συνεχής παρακολούθηση των οργάνων.
- δ) Ο συνεχής έλεγχος του ξηρού προϊόντος.

Η μελάσσα που προστίθεται σε ποσοστό 20% στο έτοιμο προϊόν θα πρέπει να ζυγίζεται ή να ογκομετρείται, να προθερμαίνεται τουλάχιστον στους 90°C και να αναμιγνύεται καλά με το νωπό ποητό.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- ◇ ΣΠΑΡΤΣΗΣ, Ν. (1995) Γενική και Ειδική Λαχανοκομία. ΑΘΗΝΑ -
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Αμειψισπορά και επιλογή χωραφιού για καλλιέργεια τεύτλων
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001) Φθινοπωρινή προετοιμασία χωραφιού για τεύτλα.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Ανοιξιότικη προετοιμασία χωραφιού και σπορά τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Η λίπανση των ζαχαρότευτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2000). Το πότισμα των ζαχαρότευτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Ζιζανιοκτονία ζαχαρότευτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (1997). Έντομα ζαχαρότευτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Ριζομανία των τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (1987). Κερκόσπορα των τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Συγκομιδή τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Συγκομιστικές μηχανές τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Αποθήκευση τεύτλων.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ. Η παραγωγή της ζάχαρης.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (1994) Εγχειρίδιο παραγωγικής διαδικασίας.
- ◇ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ, (2001). Υπολείμματα ζαχαρότευτλων.