

4^ο

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο



Μηχανήματα

Ελάττωσης

Μεγέθους



Μηχανήματα Ελάττωσης Μεγέθους

4.1 Ελάττωση μεγέθους στερεών προϊόντων

4.1.1. Γενικά

Η διεργασία της ελάττωσης μεγέθους των στερεών προϊόντων αναφέρεται στον **τεμαχισμό και το άλεσμα** των προϊόντων αυτών. Η ελάττωση του μεγέθους μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους και εξυπηρετεί συνήθως έναν από τους εξής σκοπούς: α) εξαγωγή χρήσιμων υλικών από την πρώτη ύλη, π.χ. αλεύρι από σιτάρι, β) δημιουργία προϊόντος με κατάλληλη μορφή για κατανάλωση, π.χ. κονιοποιημένα μπαχαρικά, γ) διευκόλυνση της ανάμειξης του προϊόντος με άλλα υλικά για τη δημιουργία ομοιογενών μειγμάτων και δ) αύξηση της επιφάνειας του προϊόντος, για να διευκολύνεται η μεταφορά θερμότητας και μάζας από ή προς το προϊόν, π.χ. τεμαχισμός των ζαχαρότευτλων για τη διευκόλυνση της εκχύλισης της ζάχαρης, τεμαχισμός διάφορων λαχανικών για τη μείωση του χρόνου βρασμού ή ξήρανσης, άλεσμα του καφέ.

4.1.2. Μηχανήματα άλεσης

Υπάρχουν τρεις τύποι μηχανημάτων άλεσης που συνήθως χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων, οι κυλινδρόμυλοι, οι σφυρόμυλοι και οι μύλοι τριβής.

Κυλινδρόμυλος

Ο κυλινδρόμυλος αποτελείται από δύο οριζόντιους κυλίνδρους που συγκρατούνται σε στενή επαφή με τη βοήθεια ενός ελατηρίου (Σχ. 4.1). Η επιφάνεια των κυλίνδρων μπορεί να είναι λεία ή αυλακωτή. Οι κύλινδροι περιστρέφονται με αντίθετη φορά και σε ορισμένες περιπτώσεις με διαφορετική ταχύτητα, έτσι ώστε το προϊόν να υφίσταται συγχρόνως σύνθλιψη και διάτμηση. Το διάκενο μεταξύ των κυλίνδρων ρυθμίζεται ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό ψιλοτεμαχισμού, χρειάζεται όμως προσοχή ώστε το διάκενο αυτό να είναι το ίδιο σε όλο το μήκος των κυλίνδρων. Υπάρχουν και κυλινδρόμυλοι με δύο συνήθως ζεύγη κυλίνδρων. Στο πρώτο ζεύγος των κυλίνδρων γίνεται μια πρώτη θραύση του τεμαχίου π.χ. σπόρου, ενώ στο δεύτερο ζεύγος γίνεται το άλεσμα.

Κυλινδρόμυλοι με δύο ζεύγη κυλίνδρων χρησιμοποιούνται στην αλευροβιομηχανία.



Σχήμα 4.1 Κυλινδρόμυλος

Σφυρόμυλος

Ο σφυρόμυλος αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο άξονα με σφυριά, ο οποίος περιβάλλεται από ένα κέλυφος με δυο ανοίγματα, την είσοδο και την έξοδο του προϊόντος. Μια επένδυση από σκληρό υλικό στο εσωτερικό του κελύφους, σχηματίζει την πλάκα θρυμματισμού. Ένα κόσκινο, από το οποίο μπορεί να περάσει μόνο το υλικό που έχει ψιλοτεμαχιστεί επαρκώς, είναι τοποθετημένο στην έξοδο. Συνήθως υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής του κόσκινου αυτού ανάλογα με την επιθυμητή διάμετρο του αλεσμένου προϊόντος (Σχ. 4.2).

Κατά τη λειτουργία, το προϊόν περνά από το άνοιγμα τροφοδοσίας και, καθώς εισέρχεται στο εσωτερικό, υφίσταται αλληπάλληλα κτυπήματα από τα περιστρεφόμενα σφυριά. Η θραύση του προϊόντος γίνεται τόσο από τις κρούσεις των σφυριών στο προϊόν, όσο και από τις κρούσεις του προϊόντος στην πλάκα θρυμματισμού.

Οι σφυρόμυλοι χρησιμοποιούνται σε ελαιουργεία για το άλεσμα της ελιάς και αλλού.



Σχήμα 4.2 Σφυρόμυλος

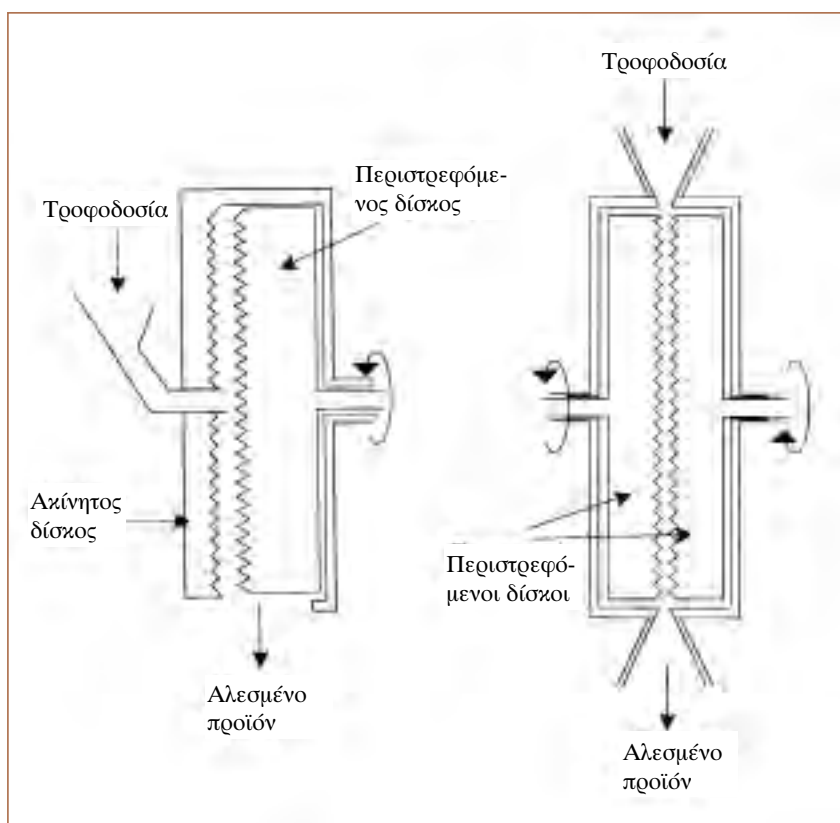
Μύλος τριβής

Ο μύλος τριβής αποτελείται από δύο δίσκους κάθετους ή οριζόντιους, που κρατούνται σε στενή επαφή μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ελατηρίου. Η επιφάνεια των δίσκων δεν είναι λεία αλλά έχει συνήθως αυλακώσεις ή ακόμη και προεκτάσεις με μορφή καρφιών (Σχ. 4.3).

Κατά τη λειτουργία είτε περιστρέφονται και οι δύο δίσκοι κατ' αντίθε-

τη φορά είτε περιστρέφεται μόνο ο ένας δίσκος και ο άλλος είναι ακίνητος. Το υλικό, που πρόκειται να θρυμματιστεί, τοποθετείται στο κέντρο των δίσκων και αναγκάζεται να κινηθεί προς την περιφέρεια περνώντας ανάμεσα από τους δύο δίσκους. Η διάτμηση, που υφίσταται κατά τη διέλευση του ανάμεσα από το μικρό διάκενο των δυο δίσκων, το θρυμματίζει. Το μέγεθος του τελικού προϊόντος και η δυναμικότητα του μύλου εξαρτώνται από τη μορφή της επιφάνειας των δίσκων, από την ταχύτητα περιστροφής και από το διάκενο των δίσκων.

Οι μύλοι τριβής χρησιμοποιούνται για το άλεσμα μπαχαρικών, καφέ και άλλων προϊόντων.

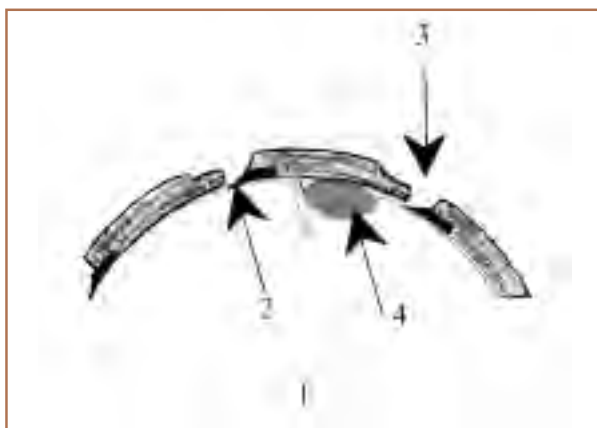


Σχήμα 4.3 Μύλος τριβής.

4.1.3. Μηχανήματα κοπής

Πολλές φορές είναι απαραίτητο ορισμένα προϊόντα κατά την επεξεργασία τους να κοπούν σε φέτες, σε κύβους, ή σε ορθογώνια κομμάτια, όπως π.χ. οι προτηγανισμένες πατάτες, τα πατατάκια τσιπς, οι κύβοι φρούτων σε φρουτοσαλάτες.

Για την κοπή των προϊόντων αυτών χρησιμοποιούνται ένα ή περισσότερα μαχαίρια, ανάλογα με το επιθυμητό σχήμα του τελικού προϊόντος. Το Σχ. 4.4. δείχνει ένα μηχάνημα που χρησιμοποιείται για την κοπή προϊόντων σε λεπτές φέτες, όπως τα πατατάκια τσιπς. Το μηχάνημα αυτό αποτελείται από ένα τύμπανο που έχει περιφερειακά θυρίδες και μαχαίρια που προεξέχουν προς το εσωτερικό του τυμπάνου. Κατά τη λειτουργία, ο πυθμένας του τυμπάνου περιστρέφεται συμπαρασύροντας το προϊόν, το οποίο αναγκάζεται από τη φυγόκεντρη δύναμη να εφάπτεται στην ακίνητη εσωτερική επιφάνεια του τυμπάνου, όπου βρίσκονται κατά διαστήματα τα προεξέχοντα μαχαίρια. Η φέτα που κόβεται κατά τη διέλευση του προϊόντος εμπρός από κάθε μαχαίρι περνάει μέσα από το άνοιγμα που υπάρχει στο σημείο εκείνο στο τύμπανο και φεύγει προς τα έξω. Το πάχος της φέτας εξαρτάται από το πόσο προεξέχει το μαχαίρι στο εσωτερικό του τυμπάνου.



Σχήμα 4.4 Μηχάνημα κοπής φρούτων και λαχανικών σε φέτες
1. Τύμπανο, 2. Μαχαίρι, 3. Θυρίδα, 4. Προϊόν.

Υπάρχουν άλλα μηχανήματα τα οποία μπορούν να κόψουν τις φέτες, που αναφέρθηκαν παραπάνω, σε λεπτές λωρίδες με τη βοήθεια μιας σει-

ράς από περιστρεφόμενους δίσκους και στη συνέχεια μπορούν να κόψουν τις λωρίδες αυτές σε μικρούς κύβους. Τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποιούνται για την κοπή φρούτων και λαχανικών σε κύβους.

4.2 Ομογενοποίηση

4.2.1. Γενικά

Ομογενοποίηση είναι η διεργασία κατά την οποία γίνεται ελάττωση στο μέγεθος των σταγόνων ενός υγρού, που βρίσκεται διεσπαρμένο (διάσπαρτη φάση) μέσα σ' ένα άλλο υγρό (συνεχής φάση). Ένα παράδειγμα είναι η ομογενοποίηση του γάλακτος, κατά την οποία οι σταγόνες του λίπους του γάλακτος διασπώνται σε μικρότερα σταγονίδια, με αποτέλεσμα το λίπος να παραμένει σε διασπορά μέσα στο γάλα και να μην ανεβαίνει στην επιφάνεια να σχηματίζει στρώμα λίπους (κορυφή). Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ομογενοποίηση μείγματος λαδιού και νερού για την παρασκευή μαγιονέζας.

4.2.2. Μηχανήματα ομογενοποίησης

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την ομογενοποίηση διακρίνονται σε ομογενοποιητές πίεσης και κολλοειδείς μύλους.

Ομογενοποιητές πίεσης

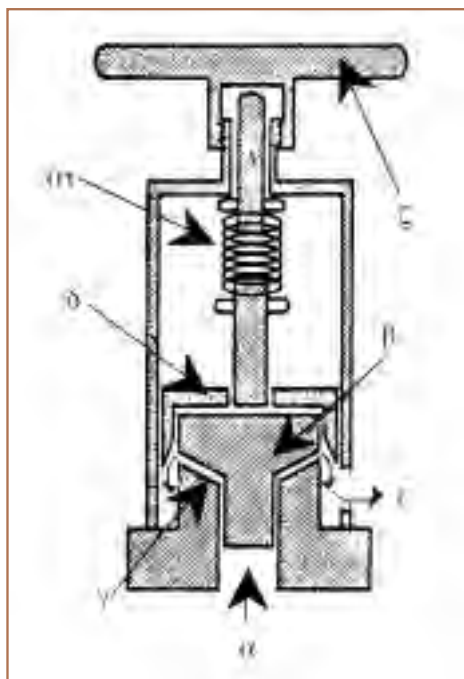
Τα κύρια εξαρτήματα του ομογενοποιητή πίεσης είναι η αντλία υψηλής πίεσης και η βαλβίδα ομογενοποίησης (Σχ. 4.5). Η αντλία ομογενοποίησης είναι συνήθως εμβολοφόρος, για να μπορεί να αναπτύξει τις υψηλές πιέσεις που απαιτούνται για την ομογενοποίηση. Η βαλβίδα ομογενοποίησης, η οποία φαίνεται στο Σχ. 4.6, πιέζεται προς την έδρα της από ένα δυνατό ελατήριο με ρυθμιζόμενη τάση.



Σχήμα 4.5 Ομογενοποιητής πίεσης

Κατά τη λειτουργία, η αντλία ωθεί το υγρό προς τη βαλβίδα, η οποία λόγω της πίεσης ανασηκώνεται μερικά εκατοστά του χιλιοστού σχηματίζοντας έτσι ένα πολύ στενό άνοιγμα, μέσα από το οποίο περνάει το υγρό. Καθώς το υγρό περνάει από το άνοιγμα αυτό, οι σταγόνες της διάσπαρτης φάσης διασπώνται σε μικρότερα σταγονίδια. Το μέγεθος των σταγονιδίων εξαρτάται από την πίεση ομογενοποίησης, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από την τάση του ελατηρίου.

Μερικοί ομογενοποιητές έχουν δύο βαλβίδες ομογενοποίησης στη σειρά και έτσι το υγρό υφίσταται διπλή ομογενοποίηση (Σχ. 4.7.). Η δεύτερη βαλβίδα ομογενοποίησης χρησιμεύει στη διάσπαση των συσσωματωμάτων των σταγονιδίων, που σχηματίζονται κατά το πρώτο στάδιο ομογενοποίησης σε ορισμένα τρόφιμα, όπως στο γάλα, στο παγωτό και σε άλλα.



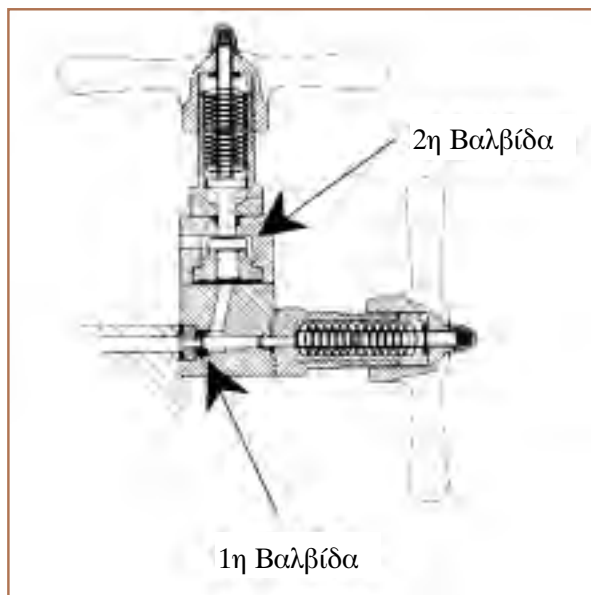
Σχήμα 4.6 1. Σχηματική παράσταση βαλβίδας ομογενοποίησης.

α) Τροφοδοσία προϊόντος, β) Βαλβίδα, γ) Έδρα βαλβίδας, δ) Δακτύλιος πρόσκρουσης σταγονιδίων, ε) Έξοδος ομογενοποιημένου προϊόντος, στ) Ελατήριο πίεσης της βαλβίδας, ζ) Μοχλός ρύθμισης της τάσης του ελατηρίου.

Η πίεση που χρησιμοποιείται είναι συνήθως 200-300 ατμόσφαιρες στο πρώτο στάδιο ομογενοποίησης και 40-60 ατμόσφαιρες στο δεύτερο στάδιο ομογενοποίησης, εφόσον υπάρχει. Για καλύτερη ομογενοποίηση η πίεση πρέπει να είναι ομοιόμορφη χωρίς διακυμάνσεις. Γι' αυτό η αντλία έχει συνήθως 3 έως 5 έμβολα, ώστε να εξομαλύνεται η πίεση και η παροχή της.

Οι ομογενοποιητές τέλος είναι εφοδιασμένοι με μανόμετρο για την ένδειξη της πίεσης, καθώς και με βαλβίδα ανακούφισης για την προστασία του ομογενοποιητή σε περίπτωση που η πίεση ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια.

Ομογενοποιητής πίεσης χρησιμοποιείται για την ομογενοποίηση του γάλακτος και αλλού.



Σχήμα 4.7 Σύστημα με δύο βαλβίδες ομογενοποίησης

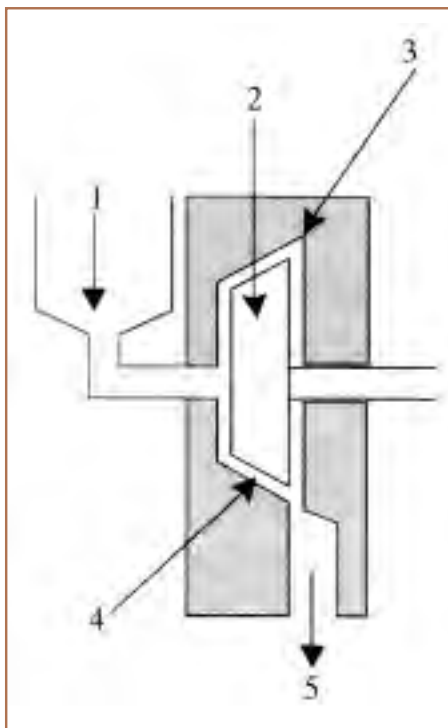
Κολλοειδής μύλος

Ο κολλοειδής μύλος αποτελείται από μία ακίνητη επιφάνεια, το στάτορα, και μία-περιστρεφόμενη, το δρομέα (Σχ. 4.8). Μεταξύ του στάτορα και του δρομέα υπάρχει ένα μικρό διάκενο, μέσα από το οποίο αναγκάζεται να περάσει το υγρό που πρόκειται να ομογενοποιηθεί. Κατά τη διάβασή του μέσα από το στενό αυτό διάκενο και λόγω της περιστροφής του δρομέα, το υγρό υπόκειται σε διάτμηση και περιδίνηση με αποτέλεσμα να γαλακτωματοποιείται, οι σταγόνες δηλαδή της διάσπαρτης φάσης διασπώνται σε μικρότερα σταγονίδια.

Η επιφάνεια του δρομέα και του στάτορα μπορεί να είναι λεία ή αυλακωτή, ενώ η απόσταση μεταξύ του δρομέα και του στάτορα ρυθμίζεται.

Οι κολλοειδείς μύλοι είναι συνήθως καταλληλότεροι για υγρά με υψηλό ιξώδες, ενώ οι ομογενοποιητές πίεσης ενδείκνυνται για υγρά με χαμηλό ιξώδες (λιγότερο από 200 centipoise).

Κολλοειδείς μύλοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μαγιονέζας, πουρέ φρούτων και άλλων προϊόντων.



Σχήμα 4.8 Σχηματική παράσταση κολοειδούς μύλου.

1. Τροφοδοσία προϊόντος, 2. Δρομέας, 3. Στάτορας, 4. Διάκενο διέλευσης του προϊόντος, 5. Έξοδος ομογενοποιημένου προϊόντος.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό μάθαμε για τους κυλινδρόμυλους, τους σφυρόμυλους και τους μύλους τριβής, που χρησιμοποιούνται για την άλεση στερεών. Οι κυλινδρόμυλοι σπουν το στερεό συνθλίβοντάς το ανάμεσα σε δύο περιστρεφόμενους κυλίνδρους. Οι σφυρόμυλοι σπάνε το στερεό κτυπώντας το με σφυριά που περιστρέφονται με μεγάλη ταχύτητα γύρω από ένα άξονα. Οι μύλοι τριβής σπάνε το στερεό ασκώντας του διατμητικές δυνάμεις ανάμεσα σε δύο δίσκους.

Για τον τεμαχισμό φρούτων και λαχανικών χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα που με μαχαίρια κόβουν το προϊόν, π.χ. σε φέτες, ή σε κύβους. Χρησιμοποιούνται για κόψιμο πατάτας, για παραγωγή προτηγανισμένης πατάτας ή για πατατάκια τσιπς, για κόψιμο φρούτων για φρουτοσαλάτες και αλλού.

Τέλος είδαμε τους ομογενοποιητές πίεσης και τους κολλοειδείς μύλους, που χρησιμοποιούνται για τη μείωση του μεγέθους των σταγονιδίων ενός υγρού που βρίσκεται διάσπαρτο μέσα σε ένα άλλο υγρό, π.χ. για την παραγωγή ομογενοποιημένου γάλακτος, για την παραγωγή μαγιονέζας, μαργαρίνης και άλλων προϊόντων. Οι ομογενοποιητές πίεσης χρησιμοποιούνται γενικά όταν το υγρό δεν έχει πολύ υψηλό ιξώδες, ενώ για παχύρρευστα υγρά χρησιμοποιούνται οι κολλοειδείς μύλοι.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Πώς γίνεται το άλεσμα και ο τεμαχισμός των προϊόντων στον κυλινδρόμυλο και πώς στο σφυρόμυλο ;
- 2) Σχεδιάστε τα κύρια μέρη ενός μύλου τριβής και περιγράψτε τη λειτουργία του.
- 3) Να σημειώσετε σε κάθε κενό δεξιά των προτάσεων της στήλης Α τον αριθμό της αντίστοιχης πρότασης από τη στήλη Β.

A**B**

Οι κύλινδροι στους κυλινδρόμυλους 1. έχουν κόσκινο στην έξοδο.

2. έχουν ραβδώσεις και περιστρέφονται προς την ίδια φορά.

Οι δίσκοι στους μύλους τριβής

3. είναι κάθετοι ή οριζόντιοι και περιστρέφονται κατά την αντίθετη φορά.

4. έχουν τρύπες σε διάφορα μεγέθη.

Οι σφυρόμυλοι

5. είναι οριζόντιοι και περιστρέφονται κατά την αντίθετη φορά.

- 4) Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

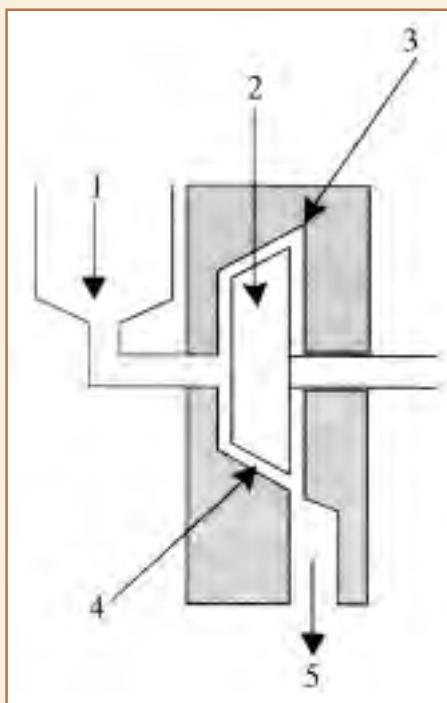
ΕΙΔΟΣ ΜΥΛΟΥ	ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΕΣ
Κυλινδρόμυλοι		
Σφυρόμυλοι		
Μύλοι τριβής		

5) Τι είναι η ομογενοποίηση και γιατί γίνεται; Να εξηγήσετε, χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα.

6) Σημειώστε αν είναι σωστή ή λάθος καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις κυκλώνοντας το αντίστοιχο γράμμα.

- | | | |
|---|---|---|
| α. Στο μηχάνημα ομογενοποίησης το προϊόν διηθείται. | Σ | Λ |
| β. Στο μύλο τριβής το προϊόν αλέθεται. | Σ | Λ |
| γ. Στον κυλινδρόμυλο το προϊόν μετατρέπεται σε σκόνη. | Σ | Λ |
| δ. Στο μηχάνημα κοπής το προϊόν ξεφλουδίζεται. | Σ | Λ |
| ε. Στο σφυρόμυλο το προϊόν θρυμματίζεται. | Σ | Λ |

7) Να εξηγήσετε συνοπτικά τη λειτουργία του κολλοειδούς μύλου που παριστάνεται σχηματικά, παρακάτω και να ονομάσετε τα κύρια μέρη του.



8) Σε καθεμία από τις παρακάτω ασκήσεις, να επιλέξετε τις κατάλληλες από τις λέξεις που δίνονται κάθε φορά και να συμπληρώ-

σετε τα κενά του κειμένου που ακολουθεί. Να τις προσαρμόσετε γραμματικά κατάλληλα

- α.** πίεση, ταχύτητα, εμπολοφόρος, φυγόκεντρος, υψηλός, χαμηλός.
Η αντλία ομογενοποίησης είναι συνήθως για να μπορεί να αναπτύξει τις , που απαιτούνται για την ομογενοποίηση.
- β.** ρολόι, μανόμετρο, απόδοση, βαλβίδα, επιτρεπτός, στρόφιγγα, ανακούφιση, εκτόνωση.

Οι ομογενοποιητές είναι εφοδιασμένοι με για την ένδειξη της πίεσης, καθώς και με για την προστασία του ομογενοποιητή σε περίπτωση που η πίεση ξεπεράσει τα όρια.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Πρώτο Εργαστήριο

Άλεση σπόρων : Συλλογή και αξιολόγηση των διάφορων κλασμάτων άλεσης

Σκοπός:

- Η παρατήρηση της ελάττωσης του μεγέθους ενός προϊόντος με την άλεση.
- Η εξοικείωση του μαθητή με μηχανήματα άλεσης.

Απαιτούμενα υλικά και μέσα

Ένας ζυγός

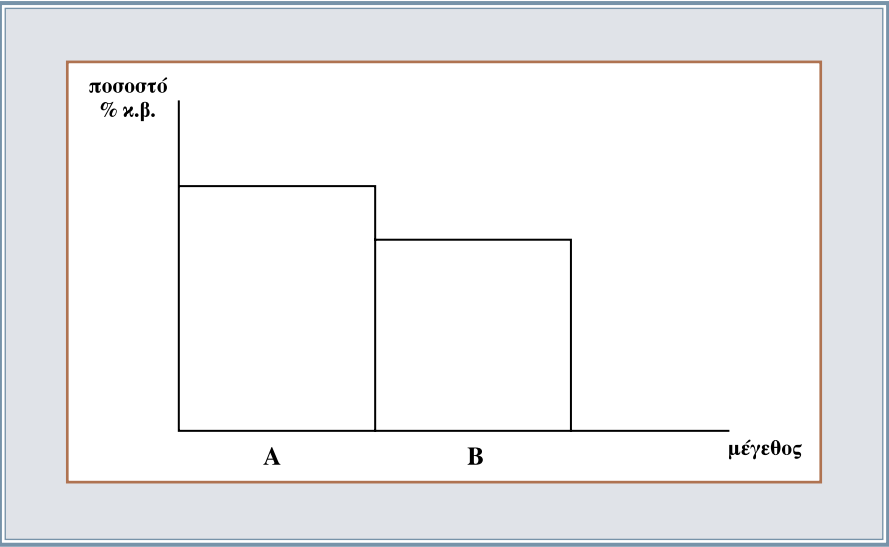
Ένας χειροκίνητος μύλος άλεσης του καφέ

Ένα ψιλό κόσκινο

Μία κάψα πορσελάνης

Πορεία του πειράματος

- 1) Ζυγίζουμε 100 g καφέ καβουρντισμένο μέσα σε μία κάψα πορσελάνης, αφού προηγουμένως έχουμε πάρει το απόβαρο.
- 2) Αλέθουμε στο μύλο το δείγμα μας, μέχρις ότου αλεστούν όλοι οι σπόροι.
- 3) Κοσκινίζουμε το δείγμα και ζυγίζουμε το μέρος του δείγματος που περνάει από το κόσκινο. Υπολογίζουμε το ποσοστό % κ.β. του δείγματος που αλέστηκε.
- 4) Ζυγίζουμε τέλος και το υπόλειμμα που παραμένει στο κόσκινο και υπολογίζουμε το ποσοστό του % κ.β.
- 5) Έχοντας χωρίσει το δείγμα του καφέ σε δύο κλάσματα άλεσης διαφορετικού μεγέθους Α και Β, φτιάχνουμε γραφική παράσταση (ιστόγραμμα) του ποσοστού του κάθε κλάσματος σε συνάρτηση με το μέγεθος των κόκκων.



*Δεύτερο Εργαστήριο***Ελάττωση μεγέθους στερεών προϊόντων με μηχανήματα κοπής:
Συλλογή και αξιολόγηση των διαφόρων κλασμάτων κοπής.****Σκοπός :**

- Η παρατήρηση της ελάττωσης του αρχικού μεγέθους ενός προϊόντος με την κοπή.
- Η εξοικείωση του μαθητή με μηχανήματα κοπής στερεών προϊόντων.

Απαιτούμενα υλικά και μέσα

Ένας ζυγός

Ένα χειροκίνητο μηχάνημα κοπής πατάτας (πατατοκόφτης)

Ένα υποδεκάμετρο

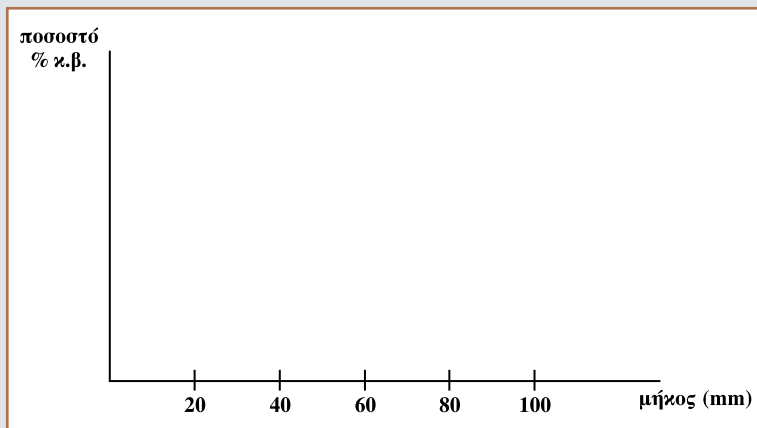
Δύο με τρεις κάψες πορσελάνης

Πορεία του πειράματος

- 1) Ζυγίζουμε περίπου 1 kg μεγάλες πατάτες, μήκους τουλάχιστον 10 εκατοστών. Τις ξεφλουδίζουμε και τις κόβουμε με το μηχάνημα σε μακρόστενες λωρίδες.
- 2) Μετράμε με το υποδεκάμετρο το μήκος της κάθε λωρίδας και τις ξεχωρίζουμε σε 6 κατηγορίες (κλάσματα) ανάλογα με το μήκος ως εξής:

Κατηγορία	A	B	Γ	Δ	Ε	ΣΤ
Μήκος λωρίδας (mm)	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	>100

- 3) Ζυγίζουμε την κάθε κατηγορία χωριστά σε κάψα πορσελάνης και υπολογίζουμε το ποσοστό της % κ.β., ως προς την αρχική ποσότητα.
- 4) Καταγράφουμε τα αποτελέσματά μας σε πίνακα.
- 5) Φτιάχνουμε γραφική παράσταση (ιστόγραμμα) του ποσοστού % κ.β. της κάθε κατηγορίας σε συνάρτηση με το μήκος της.

**Παρατηρήσεις :**

- 1) Σχολιάστε τα ποσοστά των κλασμάτων με το μικρότερο και μεγαλύτερο μήκος λωρίδας.
- 2) Ποιο κλάσμα αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό % κ.β. στο δείγμα;