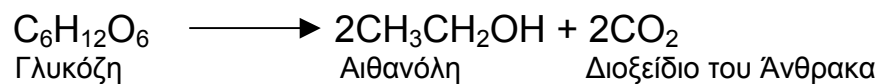


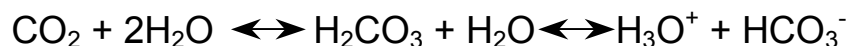
Αλκοολική Ζύμωση στη Ζύμη

Εισαγωγή

Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί εξασφαλίζουν την ενέργεια που τους είναι απαραίτητη για να διατηρηθούν στη ζωή, με την οξειδωση οργανικών συστατικών από το μοριακό οξυγόνο στη διαδικασία της αναπνοής. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες (χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου) πολλοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένης και της ζύμης, αποκτούν την ενέργεια με τη διαδικασία της ζύμωσης. Στην αλκοολική ζύμωση, χαρακτηριστικό γνώρισμα πολλών ειδών ζύμης, η διαδικασία ξεκινά από ένα μόριο σακχάρου με 6 άτομα άνθρακα (γλυκόζη) και καταλήγει σε δύο μόρια αλκοόλης με 2 άτομα άνθρακα(αιθανόλη) και δύο μόρια CO₂:



Το CO₂ που ελευθερώνεται σε αυτή τη διαδικασία, διαλύεται στο νερό και σχηματίζει ανθρακικό οξύ. Στη συνέχεια, το οξύ αυτό διασπάται για να σχηματιστούν όξινα ανθρακικά ιόντα και ιόντα οξωνίου:



Σε όξινα διαλύματα, η διάλυση του CO₂ στο νερό ελαττώνεται και το CO₂ ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

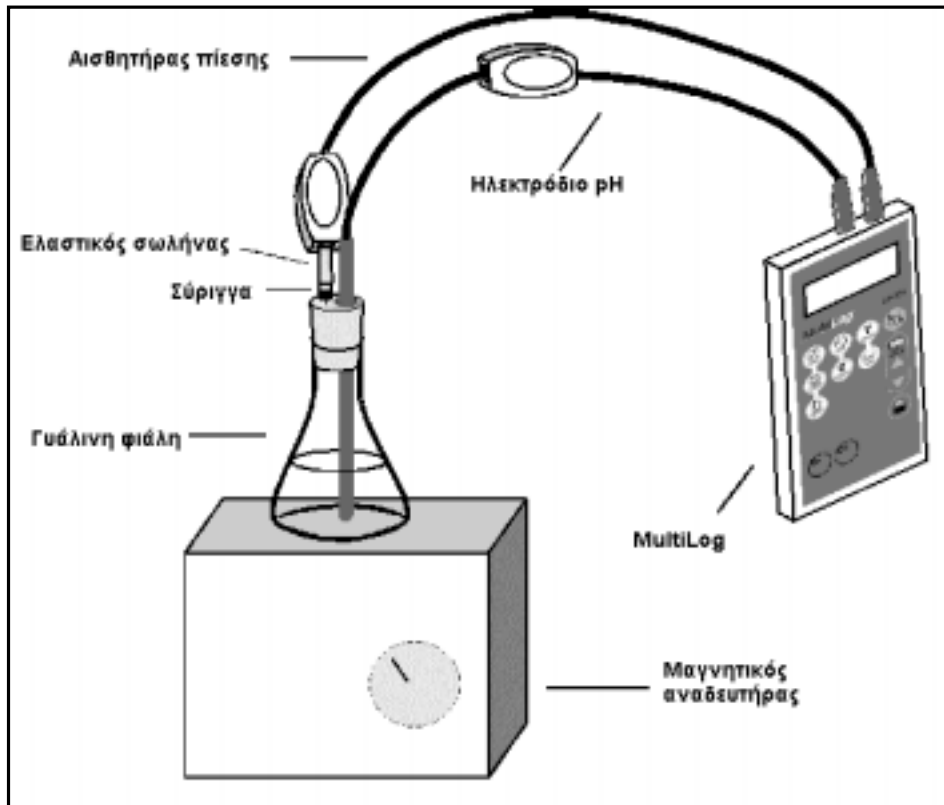
Σε αυτό το πείραμα θα παρακολουθήσουμε τις μεταβολές του pH ταυτόχρονα με την απελευθέρωση του CO₂, που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Εξοπλισμός

- Γυάλινη κωνική φιάλη 50 ml
- Ελαστικό πώμα
- Βελόνα σύριγγας No 23
- Μικρός ελαστικός σωλήνας
- Τρίοδη βαλβίδα
- 1.25gr ξηράς ζύμης
- 50 ml διαλύματος γλυκόζης 2%
- Αισθητήρας πίεσης (150 ÷ 1150 mB)
- Ηλεκτρόδιο pH
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- MultiLog

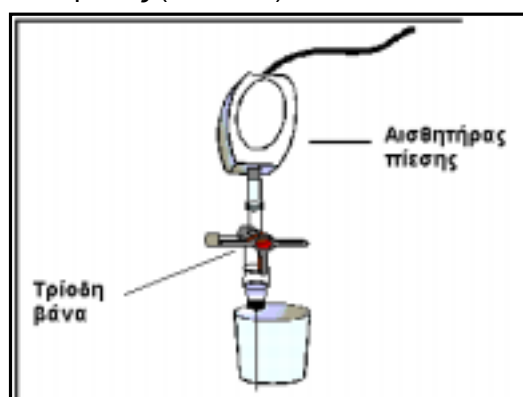
Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στη σειριακή θύρα του υπολογιστή και ανοίξτε το.
2. Συνδέστε τον αισθητήρα πίεσης στη θύρα I/O 1 και τον αισθητήρα pH στη θύρα I/O 2 του MultiLog.
3. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη όπως φαίνεται στην εικόνα 1:



Εικόνα 1

Τρυπήστε το πώμα με μία βελόνα (no 23) μέχρι η άκρη της να εξέχει λίγο από την κάτω πλευρά του πώματος (εικόνα 2):



Εικόνα 2

Στην άλλη άκρη της βελόνας, που εξέχει από την πάνω πλευρά του πώματος, συνδέουμε μία τρίοδη βάνα, με ένα πολύ μικρό κομμάτι ελαστικού σωλήνα (το μήκος του θα πρέπει να είναι τόσο, όσο χρειάζεται για να κρατάει συνδεδεμένα τη

βαλβίδα και τη βελόνα). Ένας αισθητήρας πίεσης συνδέεται στη βαλβίδα με ένα ακόμα μικρό κομμάτι ελαστικού σωλήνα.

Περιστρέψτε τη βαλβίδα μέχρι το άνοιγμά της να είναι κατακόρυφο. Σ' αυτή τη θέση ο αέρας μπορεί να διέρχεται από τη βαλβίδα. Για να σταματήσετε τη ροή του αέρα, περιστρέψτε τη βαλβίδα μέχρι το άνοιγμά της να γίνει σχεδόν οριζόντιο. Ανοίξτε στο πώμα μία τρύπα κατάλληλη για το ηλεκτρόδιο pH. Βάλτε προσεχτικά το ηλεκτρόδιο στην τρύπα. Για να αποφύγετε την είσοδο του αέρα στη φιάλη από την τρύπα, απλώστε λίγο γράσο ή σιλικόνη γύρω από το ηλεκτρόδιο.

4. Ρυθμίστε το MultiLog, όπως περιγράφεται παρακάτω. Μπορείτε να ρυθμίσετε το MultiLog, είτε χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιό του, είτε χρησιμοποιώντας τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) από το μενού **Καταγραφείας** (Logger) του λογισμικού DB-Lab.

Ρύθμιση MultiLog

- Είσοδος 1 (Input 1): Αισθητήρας πίεσης
- Είσοδος 2 (Input 2): Αισθητήρας pH
- Ρυθμός (Rate): 1/sec
- Σημεία (Samples): 5000

Πειραματική Διαδικασία

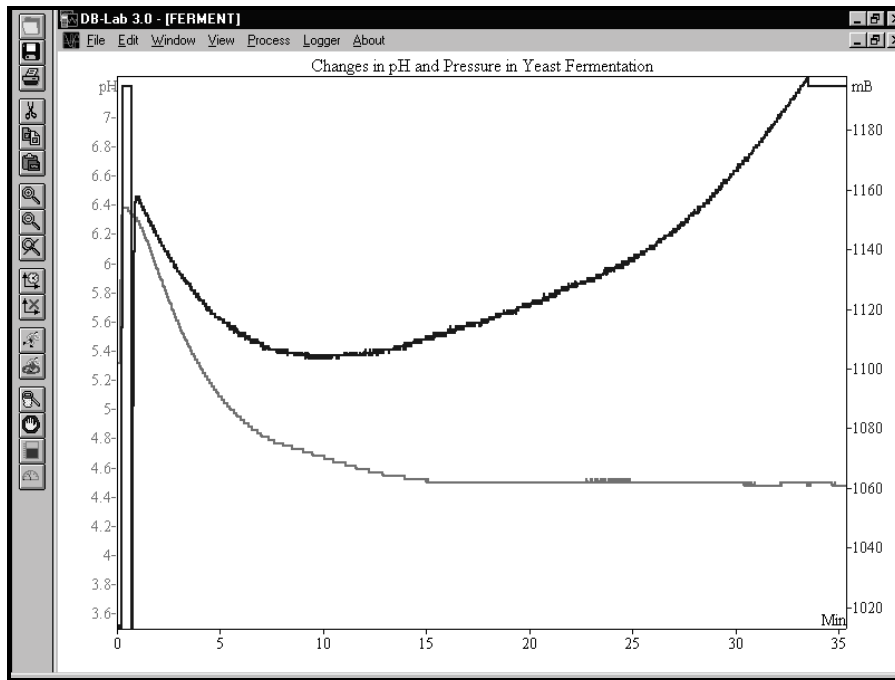
1. Ζυγίστε 1.25 gr ξηράς ζύμης. Διαλύστε το σε 50 ml νερό. Αναμείξτε το καλά ώστε να προκύψει ένα ομογενές διάλυμα.
2. Προσθέστε 25 ml από το διάλυμα της ζύμης στην κωνική φιάλη.
3. Εκκινήστε το MultiLog πιέζοντας το πλήκτρο **Run/Stop** από το πληκτρολόγιό του. Μπορείτε, επίσης, να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό DB-Lab: επιλέξτε **Λήψη Δεδομένων** (Run) από τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel), ή το εικονίδιο **Λήψη Δεδομένων** (Run) από την αριστερή γραμμή εργαλείων.
4. Προσθέστε στη φιάλη 25 ml από το διάλυμα γλυκόζης 2% και αρχίστε να το αναδεύετε.
5. Κλείστε καλά τη φιάλη με το ελαστικό πώμα.
6. Παρακολουθήστε τις μεταβολές της πίεσης όπως καταγράφονται στην οθόνη του υπολογιστή.
7. Ανοίξτε τη βαλβίδα που είναι προσαρμοσμένη στη σύριγγα, μέχρι να επιτευχθεί ατμοσφαιρική πίεση (περίπου 1000 mbar) μέσα στη φιάλη.
8. Παρακολουθήστε τις μεταβολές της πίεσης και του pH κατά τη διάρκεια του πειράματος, όπως καταγράφονται στην οθόνη του υπολογιστή.

Ανάλυση Δεδομένων

1. Υπολογίστε τις μεταβολές της πίεσης και του pH στη φιάλη: Ποιες ήταν οι αρχικές, ποιες οι τελικές τιμές της πίεσης και του pH και ποια η διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών τιμών;
Χρησιμοποιείστε τους **Δείκτες** (Markers) και το **Πλέγμα** (Grid) για να βρείτε τις αντίστοιχες τιμές.
2. Συγκρίνετε την πορεία των μεταβολών του pH με αυτή της πίεσης:
Α) Σε ποιο στάδιο του πειράματος οι μεταβολές του pH ήταν χαρακτηριστικές;
Β) Σε ποιο στάδιο του πειράματος παρατηρήθηκαν μεταβολές στην πίεση;

- Γ) Εξηγήστε την πορεία των μεταβολών του pH και της πίεσης.
3. Υπολογίστε το ρυθμό απελευθέρωσης CO₂:
Επιλέξτε ένα γραμμικό τμήμα από τη γραφική παράσταση της πίεσης.
Εφαρμόστε στο τμήμα αυτό τη συνάρτηση **Γραμμική Παλινδρόμηση** (Linear Regression) από το μενού **Ανάλυση** (Process). Το γράφημα και ο τύπος της γραμμικής παλινδρόμησης θα εμφανιστούν στο ίδιο παράθυρο.
Η κλίση της καμπύλης παλινδρόμησης αποτελεί το ρυθμό απελευθέρωσης CO₂.

Παράδειγμα της γραφικής παράστασης που προκύπτει σε αυτό το πείραμα, φαίνεται παρακάτω:



Ερωτήσεις

1. Ποιά είναι η διακύμανση της πίεσης κατά τη διάρκεια του πειράματος σε σχέση με την απελευθέρωση του CO₂ εξαιτίας της ζύμωσης;
2. Ποιό είναι το ιδανικό εύρος pH για τη ζύμωση; Βασίστε τα συμπεράσματά σας στα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα.
3. Εξηγήστε την επίδραση της μείωσης του pH, κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης του πειράματος, στη διάλυση του CO₂ στο νερό. Προτείνετε ένα πείραμα για να εξετάσετε την υπόθεσή σας.
4. Η αύξηση της θερμοκρασίας στη φιάλη κατά τη διάρκεια του πειράματος, μπορεί να επηρεάσει το ρυθμό απελευθέρωσης CO₂ με δύο τρόπους: να επηρεάσει τη διαλυτότητα του CO₂ στο νερό και να επηρεάσει το ρυθμό ζύμωσης. Εξηγήστε τα δύο αυτά αποτελέσματα.

Επιπλέον Εισηγήσεις

1. Προσθέστε αυξανόμενες ποσότητες ζύμης στη φιάλη και παρακολουθήστε το ρυθμό απελευθέρωσης CO₂ σε κάθε περίπτωση.

- Υπολογίστε το ρυθμό της αντίδρασης σε κάθε πείραμα.
2. Συγκρίνετε την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων σουκρόζης στο ρυθμό της ζύμωσης.
 3. Προσθέστε διαφορετικούς τύπους 6-C σακχάρων (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη) σε σύγκριση με δισακχαρίτες (λακτόζη, σουκρόζη) και υπολογίστε το ρυθμό της ζύμωσης με κάθε σάκχαρο.
 4. Πραγματοποιήστε το πείραμα της ζύμωσης σε ρυθμιστικό διάλυμα (ρυθμίστε την τιμή του pH στο 4).

Πλεονεκτήματα από τη χρήση του MultiLog στη μελέτη της Ζύμωσης

- Μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο, παρακολουθώντας ταυτόχρονα δύο γεγονότα που σχετίζονται με τη διαδικασία: το pH και την απελευθέρωση CO₂.
 - Η χρήση ενός απλού στη λειτουργία συστήματος, που καθιστά ικανούς τους μαθητές να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν πειράματα, ώστε να δώσουν απαντήσεις σε τυχόν απορίες τους.
 - Η χρήση ευαίσθητων αισθητήρων που επιτρέπουν την ανίχνευση ακόμα και μικρών μεταβολών διάφορων παραμέτρων.
- Ο απλός και κατανοητός τρόπος για τον υπολογισμό της κλίσης στις γραφικές παραστάσεις.

- Σημειώσεις