

## ΣΧΕΔΙΟ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

στη **Βιολογία Β' Γενικού Λυκείου**

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΕΥΘΥΝΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΠΥΛΩΝΑΣ
Τσολάκης Γεώργιος	ΠΕ04.04	II

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ/-ΤΡΙΩΝ

A/A	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΤΑΞΗ/ΤΜΗΜΑ
1	XXXXXX	A1
2		
3		
...		

## 1. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 1.1 ΤΙΤΛΟΣ:

*Υπό πίεση, αλλά νόστιμο: λεπτομέρειες & προδιαγραφές  
για να παρασκευάσουμε δικό μας αναψυκτικό.*

**Διερεύνηση της αλκοολικής ζύμωσης κατά τη δημιουργία & ωρίμαση  
αναψυκτικού ποτού με αρωματικές ύλες φυσικής προέλευσης:  
ποσοτική μελέτη της διεργασίας συναρτήσει του χρόνου.**

☞ Το φύλλο εργασίας του μαθητή με το πειραματικό πρωτόκολλο και τις προτεινόμενες δραστηριότητες αναπτύσσεται στις επόμενες σελίδες.

### 1.2 ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Ζύμη, (αλκοολική) ζύμωση, πίεση, όγκος, διοξείδιο του άνθρακα, γραμμική σχέση, εκθετική σχέση, χρονοκινητική μελέτη, δυόσμος/μέντα, τζίντζερ, σακχαρόζη, μπαλόνη.

### 1.3 ΣΚΟΠΟΣ

- Να αντιληφθείς ότι:
  - ακόμη και μια εύκολη συνταγή κουζίνας (εμπειρία από την καθημερινή ζωή) είναι δυνατόν να διέπεται από επιστημονικές αρχές· σαφώς η επιστήμη είναι η μελέτη του κόσμου που μας περιβάλλει.
  - οι επιστήμες είναι συγκοινωνούντα δοχεία· εδώ σου δίνεται η ευκαιρία να διερευνήσεις μια βιολογική διεργασία συνδυάζοντας δεξιότητες απαραίτητες στη φυσικοχημεία (χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού κατά την εφαρμογή μιας συνταγής) με γνώσεις από την άλγεβρα/γεωμετρία (επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων).
- Πόσο εύκολα ή λιγότερο εύκολα ενθουσιάζεσαι; Πάντως έχει ενδιαφέρον από ένα πείραμα να προκύψει προϊόν πόσιμο, και φυσικά κατασκευασμένο από εσένα τον ίδιο!

#### 1.4 ΜΑΘΗΜΑ/ ΚΕΦΑΛΑΙΟ/ΕΝΟΤΗΤΑ

Βιολογία Β΄ Γενικού Λυκείου, Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>, § 3.4, Αναερόβια αναπνοή.  
Γνώσεις άλγεβρας και γεωμετρίας γυμνασιακού επιπέδου.

#### 1.5 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Κάθε πείραμα ενθουσιάζει τους μαθητές, αλλά εδώ ειδικότερα αναμένεται συνειδητά αυξημένη δράση των μαθητικών ομάδων με σκοπό το τελικό προϊόν να καταναλωθεί.
- Διερευνητική κινητοποίηση των μαθητών όχι μόνο την πρώτη μέρα τη κύριας εργαστηριακής εργασίας αλλά και τις επόμενες ημέρες των μετρήσεων· οι μαθητές συνειδητοποιούν έτσι ότι παρακολουθούν ένα εξελισσόμενο φαινόμενο που εκπορεύεται από πληθυσμό μικροοργανισμών και απαιτείται υπεύθυνα στάση και συστηματικός έλεγχος εκ μέρους τους.
- Το πλήθος των προτεινόμενων δραστηριοτήτων (αρκετές σε διαθεματικό πνεύμα) μετά το πείραμα είναι εφικτό, εξίσου με το καθ' εαυτό πείραμα, μέσω ομαδοσυνεργατικής συμμετοχής.

#### 1.6 ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ/ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

##### Βιβλιογραφία:

- Καψάλης Α., κ.ά. (2016). *Βιολογία Β΄ Λυκείου*. Αθήνα: ΙΤΥΕ Διόφαντος (ISBN: 960-06-0657-9).
- Καψάλης Α., κ.ά. (2008) *Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας, Γενικής Παιδείας Β΄ Τάξης Γενικού Λυκείου*, [Ασκήσεις 9 και 10], Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα (ISBN: 960-06-1465-2).
- Young S. R. (2011), *Gourmet Lab. The Scientific Principles Behind Your Favorite Foods*. Arlington, Virginia: NSTA Press (ISBN: 978-1-936137-08-4).
- [http://ekfe-chalandr.att.sch.gr/Events/2016\\_EUSO\\_14/EUSO-2016-localBiology.pdf](http://ekfe-chalandr.att.sch.gr/Events/2016_EUSO_14/EUSO-2016-localBiology.pdf)

## Υπό πίεση\*, αλλά νόστιμο: λεπτομέρειες & προδιαγραφές για να παρασκευάσουμε δικό μας αναψυκτικό.

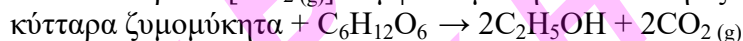
### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ναι υπό πίεση: από τους γονείς, από τα μαθήματα, από το σχολείο, από το φροντιστήριο, από τον κολλητό/την κολλητή σου, από το κινητό σου, από το facebook και λοιπά συναφή στο διαδίκτυο, από την άδεια τσέπη σου, από τον χρόνο που δεν σε φτάνει ποτέ, και από τόσα άλλα ων ουκ έστιν αριθμός! Επιτέλους! Μια ανάσα!

Σαφώς, όλες οι προαναφερθείσες πιέσεις δεν είναι υποχρεωτικά ίσες ή ισοδύναμες, και με αυτό ως αφετηρία στο μυαλό μας σκεφτήκαμε να προχωρήσουμε στην παρούσα εργαστηριακή προσέγγιση: Θα μετρήσουμε αέριους όγκους που εκλύονται κατά τη ζύμωση ενός ποτού το οποίο μπορούμε να παρασκευάσουμε εξίσου άνετα και στην κουζίνα μας. Ουσιαστικά πρόκειται για μια «σόδα» με αρώματα μέντας/δύσμου και πιπερόριζας (τζίντζερ).

Η εφαρμογή της προτεινόμενης συνταγής οδηγεί σε ένα ανθρακούχο αναψυκτικό. Πώς, λοιπόν, επιτυγχάνεται η ενανθράκωση των αναψυκτικών; Για την εισαγωγή ενός αερίου σε υγρό εφαρμόζονται ποικίλες τεχνικές, και εδώ θα χρησιμοποιήσουμε έναν βιολογικό παράγοντα: κύτταρα ζυμομύκητα (*Saccharomyces cerevisiae*, η κοινή γνωστή μαγιά της αρτοποιίας και της ζαχαροπλαστικής).

Τα κύτταρα του ζυμομύκητα είναι ικανά να στηρίζονται από άποψη ενέργειας στη διάσπαση της γλυκόζης [ $C_6H_{12}O_6$ , σάκχαρο] ακόμη και απουσία οξυγόνου, δηλ. να πραγματοποιούν αλκοολική ζύμωση από την οποία παράγονται αιθανόλη [ $C_2H_5OH$ ] και αέριο διοξείδιο του άνθρακα [ $CO_2(g)$ ] σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:



Ως εκ τούτου, μπορεί κάποιος να μετρήσει τον ρυθμό της ζύμωσης βασιζόμενος απλώς στο εκλυόμενο  $CO_2(g)$ .

Εσείς που επιλέξατε αυτήν την εργαστηριακή εφαρμογή, προσπαθήστε να χαλαρώσετε ακολουθώντας πιστά και προσεκτικά τα βήματα που περιγράφονται αμέσως παρακάτω· δεν έχει νόημα να φορτωθούμε με περισσότερη πίεση εξαιτίας τους, αλλά να δημιουργήσουμε πιέσεις! Πιέσεις παραγωγικές, οι οποίες στο τέλος θα μας ανταμείψουν με το δικό μας (σχολικό) ποτό!

### ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Να διερευνήσετε με βάση τα πειραματικά δεδομένα σας αν ο όγκος του εκλυόμενου λόγω της ζύμωσης αερίου ακολουθεί συναρτήσεως του χρόνου γραμμική ή εκθετική μεταβολή (η γραμμική μεταβολή δηλώνει σταθερό ρυθμό παραγωγής, ενώ η εκθετική σημαίνει ρυθμό παραγωγής που γίνεται ταχύτερος στον χρόνο).

### ΥΛΙΚΑ & ΟΡΓΑΝΑ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ

- 25 g ρίζωμα πιπερόριζας, το γνωστό μας τζίντζερ (*Zingiber officinale*)
- 1060 mL πόσιμο νερό φίλτρου
- 10 μέτρια φύλλα μέντας ή δύσμου (*Mentha sp.*), καλοπλυμένα με νερό και στεγνά
- 120 mL σακχαρόζη ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ , η κοινή ζάχαρη σε όποιον τύπο της επιθυμούμε– αποτελεί την πηγή γλυκόζης για τα κύτταρα του ζυμομύκητα)
- ½ φακελάκι αφυδατωμένη μαγιά αρτοποιίας-ζαχαροπλαστικής σε σκόνη
- Γάζα
- Ποτήρια ζέσης όγκου 600 mL και 1000 mL

\*Με έμπνευση από το τραγούδι *Under Pressure* των Queen & David Bowie. Δες τη σχετική προτεινόμενη δραστηριότητα στο τέλος.

- Λαστιχάκια & αυτοκόλλητη μονωτική ταινία
- Ογκομετρικοί κύλινδροι
- Φιάλη Erlenmeyer 250 mL
- Κενά πλαστικά μπουκάλια από εμφιαλωμένο νερό, όγκου ½ L (☞ απαραίτητο το βιδωτό καπάκι του)
- Γυάλινη ράβδος ανάδευσης
- Ζυγός
- Λύχνος υγραερίου, συν πλέγμα θέρμανσης & τρίποδας στήριξης
- Χάρτινη ταινία μέτρησης ή νήμα, και υποδεκάμετρο
- Μαχαίρι

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

1. Μετρήστε 500 mL νερού στο ποτήρι ζέσης όγκου 1000 mL, και εν συνεχεία τοποθετήστε το στον λύχνο υγραερίου μέχρι το νερό να έρθει σε βρασμό.
2. Όσο αναμένετε τον βρασμό του νερού, ξεφλουδίστε προσεκτικά με το μαχαίρι το ζυγισμένο κομμάτι τζίντζερ και πετάξτε τον φλοιό του. Σκουπίστε το αποφλοιωμένο κομμάτι τζίντζερ με χαρτί κουζίνας, και τεμαχίστε το σε μικρά κομμάτια με το μαχαίρι. Προσοχή: σε όσο πιο μικρά κομμάτια το κόψετε, τόσο εντονότερη θα είναι η αρωματική συνεισφορά τους στο τελικό προϊόν.
3. Ρίξτε τα κομμάτια του τζίντζερ στο δοχείο ζέσης όσο βράζει το νερό.
4. Κόψτε επίσης τα 10 φύλλα της μέντας/του δυόσμου σε μικρά κομμάτια, και προσθέστε τα και αυτά προσεκτικά στο ζέον νερό.
5. Χαμηλώστε την ένταση της φλόγας στον λύχνο υγραερίου, και αφήστε το διάλυμα τζίντζερ-μέντας/δυόσμου να σιγοβράσει επί 8-10 min.
6. Απομακρύνετε με πολλή προσοχή το δοχείο ζέσης από τον λύχνο, και αφήστε στην άκρη το διάλυμα τζίντζερ-μέντας να κρυώσει για ~10 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
7. Σε αυτό το δεκάλεπτο αναμονής έως ότου χλιάνει το διάλυμα τζίντζερ-μέντας, στρώστε τη γάζα διπλή πάνω από το δοχείο ζέσης των 600 mL και σταθεροποιήστε τη στο χείλος του ποτηριού ζέσης με ένα λαστιχάκι. Συγχρόνως διαλύστε τη μαγιά σε 60 mL χλιαρού νερού.
8. Σουρώστε με πολλή προσοχή πάνω στη γάζα το χλιαρό διάλυμα τζίντζερ-μέντας και κρατήστε μόνο το διήθημα στο ποτήρι των 600 mL.
9. Χρησιμοποιήστε ογκομετρικό κύλινδρο για να μετρήσετε τόση ποσότητα ζάχαρης η οποία να αντιστοιχεί σε όγκο 120 mL. Με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου μεταφέρετε και αναδεύστε τη μετρημένη ποσότητα ζάχαρης μέσα στο χλιαρό διήθημα έως ότου διαλυθεί πλήρως.
10. Προσθέστε επίσης τα 60 mL διαλύματος μαγιάς στο ποτήρι ζέσης των 600 mL, και αναδεύστε καλά με τη γυάλινη ράβδο.
11. Μετρήστε προσεκτικά 150 mL από το τελικό διάλυμα τζίντζερ-μέντας/δυόσμου-μαγιάς σε μια φιάλη Erlenmeyer 250 mL και απογεμίστε την μέχρι το χείλος της με νερό. Σημειώστε στη φιάλη το όνομά σας.
12. Προσαρμόστε ένα μπαλόνι σφιχτά με λαστιχάκι πάνω στο χείλος της γεμάτης φιάλης Erlenmeyer, και κολλήστε το με αυτοκόλλητη ταινία (επιδιώκουμε έτσι να μην διαρρέει ή εισέρχεται αέρας από εκεί).
13. Με τη βοήθεια της χαρτοταινίας/του νήματος μετρήστε την περίμετρο του ξεφούσκωτου μπαλονιού. Θα επαναλάβετε την αυτή μέτρηση την ίδια ώρα κάθε φορά στο πρωινό πρόγραμμά σας για το υπόλοιπο της εργάσιμης εβδομάδας στο σχολείο. Οι τιμές θα καταχωριστούν στον πίνακα που δίνεται αμέσως παρακάτω. Φυλάσσετε τη φιάλη σας με το μπαλόνι σε χώρο τού εργαστηρίου που θα σας υποδειχτεί.
14. Αδειάστε το διάλυμα που απέμεινε πίσω στο ποτήρι ζέσης των 1000 mL. Συμπληρώστε με νερό μέχρι τελικού όγκου 1000 mL.

15. Γεμίστε με το διάλυμα του Βήματος 14 το κενό από εμφιαλωμένο νερό πλαστικό μπουκάλι σας αφήνοντας στην κορυφή του έναν κενό χώρο ύψους ~5 cm. Βιδώστε τότε το καπάκι μερικώς και συμπιέζοντας το πλαστικό σώμα του γεμάτου μπουκαλιού απομακρύνετε από το εσωτερικό του όσον αέρα γίνεται έως ότου η στάθμη του διαλύματος να ανέβει στην κορυφή. Ακολούθως βιδώστε εντελώς και σφικτά το καπάκι του μπουκαλιού. Σημειώνετε το όνομά σας στο πλαστικό μπουκαλάκι. Το φυλάσσετε κι αυτό στον ίδιο χώρο με τη φιάλη Erlenmeyer. Την 4<sup>η</sup> μέρα, μεταφέρετε αυτά τα μπουκάλια σας σε ψυγείο του σχολείου, προκειμένου να απολαύσετε δροσερό το δικό σας αναψυκτικό την 5<sup>η</sup> μέρα.

#### ΔΕΔΟΜΕΝΑ & ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Πίνακας πειραματικών μετρήσεων	
	Περίμετρος μπαλονιού (σε cm)
Ημέρα 1 <sup>η</sup>	
Ημέρα 2 <sup>η</sup>	
Ημέρα 3 <sup>η</sup>	
Ημέρα 4 <sup>η</sup>	
Ημέρα 5 <sup>η</sup>	

#### ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- ☺ Να χρησιμοποιήσετε τις τιμές του Πίνακα πειραματικών μετρήσεων και να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα αξιοποιώντας τις επόμενες δύο εξισώσεις:

$$\text{Περίμετρος κύκλου} = 2\pi \times \text{ακτίνα}$$

$$\text{Όγκος σφαίρας} = \frac{4}{3} \times \pi \times (\text{ακτίνα})^3$$

Επεξεργασία μετρήσεων		
	Ακτίνα του μπαλονιού (σε cm)	Όγκος του μπαλονιού (σε cm <sup>3</sup> )
Ημέρα 1 <sup>η</sup>		
Ημέρα 2 <sup>η</sup>		
Ημέρα 3 <sup>η</sup>		
Ημέρα 4 <sup>η</sup>		
Ημέρα 5 <sup>η</sup>		

- ☺ Να σχεδιάσετε γραφική παράσταση στην οποία θα φαίνεται η μεταβολή του εκκλύμενου ανά ημέρα αέριου όγκου που συσσωρεύεται στο μπαλόνι (αντιπροσωπεύει τη μετρούμενη μεταβλητή στον άξονα y του γραφήματος) συναρτήσει του χρόνου (πρόκειται για την ανεξάρτητη μεταβλητή στον άξονα x του γραφήματος).

#### ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ... Τροφή για σκέψη!

1. Πώς αποσαφηνίζεται από τα δεδομένα σας η υπόθεση εργασίας;
2. Πώς θα αποδεικνύατε με το παρόν πειραματικό πρωτόκολλο εάν η ζύμωση επηρεάζεται από την ποσότητα της μαγιάς και την ποσότητα ή τον τύπο της χρησιμοποιούμενης σακχαρόζης;

3. Πόσο μεγάλο θα γινόταν το μπαλόνι, εάν μετρούσατε τον όγκο του την 6<sup>η</sup> ημέρα; Ποια η εκτίμησή σας; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
4. Βασιζόμενοι στην εξίσωση της ζύμωσης, και εφόσον η ποσότητα της μαγιάς ήταν απεριόριστη, πόσα μόρια CO<sub>2</sub> θα εκλύονταν αν ο ζυμομύκητας είχε διαθέσιμα προς διάσπαση 100 μόρια σακχαρόζης; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
5. Μπορείτε να υπολογίσετε επακριβώς την πίεση εξαιτίας του συσσωρευόμενου αερίου στο πλαστικό μπουκάλι σας; (☞ θυμηθείτε το νόμο των ιδανικών αερίων από το μάθημα της Φυσικής).
6. Τι θα συνέβαινε στα πλαστικά μπουκάλια σας, εάν επιτρέπατε στη μαγιά να συνεχίσει τη ζύμωση για δύο (2) ακόμη εβδομάδες;
7. Για ποιον λόγο, πιστεύετε, οι κατασκευαστές ανθρακούχων αναψυκτικών/ποτών δεν χρησιμοποιούν τη μαγιά στην παραγωγή των προϊόντων τους;
8. Ένας άλλος τρόπος γρήγορης ενανθράκωσης κάποιου υγρού είναι με τη χρήση *ξηρού πάγου*. Μπορείτε να συγκεντρώσετε πληροφορίες για τον τελευταίο;
9. Μπορείτε να σχεδιάσετε και να προτείνετε κάποιο πείραμα με το οποίο θα είστε σε θέση να συγκρίνετε την πίεση που ασκεί η σόδα ή όποιο άλλο ανθρακούχο αναψυκτικό στο κουτάκι αλουμινίου όπου περιέχεται σε σχέση με την πίεση που δημιουργείται από τη διεργασία της ζύμωσης στο παρόν πείραμα; Βασιζόμενοι στη εξίσωση της ζύμωσης, για πόσο χρόνο θα πρέπει να ζυμώνεται το αναψυκτικό που παρασκευάσατε έως ότου αποκτήσει την ίδια πίεση με ένα κουτάκι τυπικής σόδας;
10. Αναζητήστε στο διαδίκτυο τους στίχους του τραγουδιού *Under Pressure* του συγκροτήματος *Queen*. [<https://www.youtube.com/watch?v=a01QQZyl-I>] Σχετίζονται καθόλου τα θέματα των στίχων με το πείραμα του αναψυκτικού μας;
11. Την κερκυραϊκή *τζιτζιμπίρα* (επίσης γνωστή διεθνώς ως *ginger ale*) την γνωρίζετε; Μετά από το πείραμα αυτό, σίγουρα θα θέλετε να την παρασκευάσετε στο σπίτι μόνοι σας. Σας προτείνουμε την ακόλουθη συνταγή: <http://www.mykerkyra.gr/articles/article46>

**Καλή επιτυχία & Στην Υγείά σας!**

