

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΙΙΙ

- ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ/-ΩΝ	
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
ΑΝΔΡΕΑΣ	ΠΕ 04.04
ΧΡΥΣΑΝΘΑΚΟΠΟΥΛΟΣ	ΠΕ 18.12

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1.1 ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κατασκευή βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό.

1.2 ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Βιοαντιδραστήρας, βιομάζα, ενέργεια διάτμησης (shear stress), μολύνσεις, υαλοποίηση, συσσωμάτωση κυττάρων, σωμακλωνική παραλλακτικότητα, βιοτεχνολογία, in vitro καλλιέργεια, μικροπολλαπλασιασμός, ιστοκαλλιέργεια, εγκλιματισμός.

1.3 ΣΚΟΠΟΣ/ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Σκοπός

Η παροχή δυνατότητας εμπλοκής των μαθητών/τριών σε μια καινοτόμο και δημιουργική διαδικασία, μέσα από την οποία θα αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις, για να επιλύσουν διάφορα προβλήματα του ανθρώπινου περιβάλλοντος μέσα από ένα δημοκρατικό περιβάλλον που τους προσφέρει η σχολική τάξη, ανεξάρτητα από το φύλο, την καταγωγή και το θρήσκευμα του/της κάθε μαθη-τή/τριας.

Στόχοι

- Οι μαθη-τές/τριες να κατανοήσουν τις επιδράσεις και τις συνέπειες της μαζικής παραγωγής φυτών με μικροπολλαπλασιασμό στην κοινωνία, στο περιβάλλον και στο άτομο.
- Να εξοικειωθούν οι μαθη-τές/τριες με την κατασκευή και τη λειτουργία των σύγχρονων βιοαντιδραστήρων.

- Να διαμορφώσουν οι μαθη-τές/τριες σαφή αντίληψη για τη σχέση της νέας τεχνολογίας και των εργαζομένων στη μαζική παραγωγή φυτών με τη βοήθεια της βιοτεχνολογίας.
- Να αναπτύξουν οι μαθη-τές/τριες δεξιότητες και να αποκτήσουν κριτική και δημιουργική σκέψη.
- Να αναβαθμιστεί η σχολική ζωή και να συνδεθεί το σχολείο με την κοινωνική πραγματικότητα.

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

1.3.1 Η μελέτη και η κατασκευή των βιοαντιδραστήρων σχετίζεται άμεσα τόσο με τον τομέα της Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, όσο και με τους υπόλοιπους τομείς του ΕΠΑ.Λ. και αποτελεί ένα θέμα επίκαιρο και διαθεματικό.

1.3.2 Αποτελεί ένα θέμα με πολλές προεκτάσεις στον τομέα της έρευνας και της βιοτεχνολογίας και απαιτεί γνώσεις και δεξιότητες από πολλά και διαφορετικά πεδία των επιστημών.

1.3.3 Οι μαθη-τές/τριες πειραματίζονται, ερευνούν, επιλύουν προβλήματα, κατασκευάζουν, αναστοχάζονται, συνεργάζονται, συνθέτουν και καινοτομούν, ανακαλύπτοντας νέα προϊόντα και τεχνογνωσία.

1.3.4 Η *in vitro* καλλιέργεια είναι ένα επίκαιρο και διαχρονικό θέμα. Η εφαρμογή της αρχίζει από τα φυτά και επεκτείνεται μέχρι τον άνθρωπο. Ένας βιοαντιδραστήρας για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών θα μπορούσε να παρομοιαστεί με μία θερμοκοιτίδα για το πρώτο και πιο κρίσιμο στάδιο ανάπτυξης του ανθρώπου.

1.3.5 Η κατασκευή του βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό δεν απαιτεί ακριβό και εξειδικευμένο εξοπλισμό. Οι μαθη-τές/τριες μπορούν με μεγάλη ασφάλεια να κατασκευάσουν έναν βιοαντιδραστήρα και να πειραματιστούν πάνω σε αυτόν αξιοποιώντας την υλικοτεχνική υποδομή των εργαστηρίων του σχολείου.

1.4 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1.4.1 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να περιγράψουν τη δομή και τη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων.

1.4.2 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να αναφέρουν όλους τους διαφορετικούς τύπους των βιοαντιδραστήρων.

1.4.3 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να ονομάσουν όλα τα μέρη ενός βιοαντιδραστήρα.

1.4.4 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να εντοπίσουν πότε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούν τον βιοαντιδραστήρα.

1.4.5 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να συνδέσουν τη μαζική παραγωγή φυτών με τη χρήση βιοαντιδραστήρα, με τον φυσικό τρόπο αναπαραγωγής των φυτών.

1.4.6 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να ευαισθητοποιηθούν σε ζητήματα *in vitro* καλλιέργειας, σωμακλωνικής παραλλακτικότητας, γονιδιακών μεταλλάξεων, υγρής καλλιέργειας, βιοποικιλότητας, ιστοκαλλιέργειας και να ενεργούν υπεύθυνα προφυλάσσοντας τον εαυτό τους και το φυσικό τους περιβάλλον.

1.4.7 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να προβληματιστούν από τη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων, να κατανοήσουν τα συχνά προβλήματα κατά τη λειτουργία τους και να αιτιολογήσουν τη χρησιμότητά τους.

1.4.8 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να προτείνουν το σχεδιασμό ενός καινοτόμου βιοαντιδραστήρα που να αντιμετωπίζει σε ικανοποιητικό βαθμό το πρόβλημα της υαλοποίησης.

1.4.9 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να υιοθετήσουν τα κατάλληλα μέτρα έτσι ώστε να αποτρέπουν το φυτικό και το ζωικό κύτταρο να εισέρχεται σε φάση αποδιαφοροποίησης (dedifferentiation).

1.4.10 Οι μαθητές και οι μαθήτριες να πάρουν αποφάσεις για αλλαγές στη μαζική παραγωγή των φυτών με μικροπολλαπλασιασμό και να προτείνουν λύσεις για την προστασία της χλωρίδας και πανίδας του φυσικού περιβάλλοντος.

1.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

1.5.1 Από τι αποτελείται ένας βιοαντιδραστήρας και ποια είναι η δομή του;

1.5.2 Ποια είναι τα στάδια και η διαδικασία μαζικής παραγωγής φυτών με τη χρήση βιοαντιδραστήρα υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης;

1.5.3 Ποιες είναι οι διαφορές και οι ομοιότητες μεταξύ των διαφορετικών τύπων των βιοαντιδραστήρων;

1.5.4 Ο μικροπολλαπλασιασμός των φυτών είναι μια μέθοδος κλωνοποίησης;

1.5.5 Ο μικροπολλαπλασιασμός των φυτών πραγματοποιείται πάντα κάτω από απόλυτα ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες;

1.5.6 Από τι εξαρτάται η επιτυχία μιας in vitro ιστοκαλλιέργειας;

1.6 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Οι μαθητές/μαθήτριες θα χρειαστούν τα παρακάτω εργαλεία και υλικά:

1.6.1 Ένα δράπανο για τη δημιουργία οπών σε πλαστικό. Το δράπανο δεν είναι απαραίτητα να είναι ηλεκτρικό, μπορεί να είναι και ένα απλό δράπανο χειρός.

1.6.2 Έναν μικρό κόφτη για εύκαμπτους πλαστικούς σωλήνες, μία πένσα, ένα κατσαβίδι απλό και ένα κατσαβίδι σταυρού.

1.6.3 Ένα μικρό πριόνι χειρός.

1.6.4 Έναν ηλεκτρικό κλίβανο για την αποστείρωση των εργαλείων.

1.6.5 Τρυβλία Petri με άγαρ διαστάσεων 90x15mm.

1.6.6 Έναν χαρτοκόπτη.

1.6.7 Διάφορες ανατομικές λαβίδες-τσιμπίδες.

1.6.8 Ένα δοχείο πλαστικό χωρητικότητας 5 L με επιτραπέζιο νερό.

1.6.9 Ένα μοτέρ αυτοκινήτου 12 Volt που παράγει αέρα για τα λάστιχα.

1.6.10 Έναν κρίκο εμβολιασμού.

1.6.11 Δέκα (10) μέτρα εύκαμπτου πλαστικού σωλήνα ορού που χρησιμοποιείται στις νοσοκομειακές συσκευές.

1.6.12 Πέντε (5) πλαστικοί διακόπτες-στροφίγγες για τον εύκαμπτο πλαστικό σωλήνα ορού.

1.6.13 Ένα πορτατίφ με μία λάμπα φθορίου.

1.6.14 Ένα μικροσκόπιο με αντικειμενοφόρους πλάκες και καλυπτρίδες.

1.6.15 Έναν λύχνο Bunsen.

1.6.16 Ένα δοχείο με διάλυμα Λουγκόλ (Lugol).

1.6.17 Ένα πεχάμετρο.

1.6.18 Ένα θερμόμετρο και ένα οξυγονόμετρο.

1.6.19 Απορροφητικό χαρτί.

1.6.20 Ένα πλαστικό δοχείο τύπου ουροσυλλέκτη με μία είσοδο και μία έξοδο που να προσαρμόζεται σε αυτό ο εύκαμπτος πλαστικός σωλήνας ορού.

1.6.21 Διάφορα σφυκτιράκια για τον εύκαμπτο πλαστικό σωλήνα ορού.

1.6.22 Ένας ξύλινος πάγκος εργασίας.

1.6.23 Ένα τροφοδοτικό.

1.6.24 Ένα θρεπτικό υπόστρωμα ιστοκαλλιέργειας φυτών, κατά προτίμηση Murashige & Skoog 1962.

1.2.25 Ένα ηλεκτρικό ψυγείο.

1.2.26 Πέντε (5) κόνδυλοι πατάτας *Solanum tuberosum*. Τα φυτά της οικογένειας Solanaceae έχουν υψηλή απόκριση σε ιστοκαλλιεργητικούς χειρισμούς.

1.2.27 Ένα ψαλίδι, μονωτική ταινία, αυτοκόλλητα, μαρκαδόρους και διάφορες κόλλες.

Προαιρετικά:

Οι μαθητές/μαθήτριες θα χρειασθούν ποδιά, γάντια χειρός, προστατευτικά γυαλιά και προστατευτική μάσκα μικροβίων.

1.7 ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οκτώ (08) δίωρα.

2. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

2.1 Μεθοδολογία υλοποίησης

Οι μαθητές/μαθήτριες θα εργαστούν σε ομάδες των 5-6 ατόμων. Το κάθε τμήμα θα χωρισθεί σε πέντε ομάδες. Η κάθε ομάδα θα αποτελείται από 5-6 μαθη-τές/τριες. Όλες οι ομάδες θα πρέπει στην ολομέλεια του τμήματος να λάβουν πληροφορίες από τον/την εκπαιδευτικό για την περιγραφή του τεχνήματος, για τους αντικειμενικούς στόχους της ερευνητικής εργασίας, για τη διαδικασία μελέτης και υλοποίησης του βιοαντιδραστήρα, για τους περιορισμούς που θα ισχύουν ως προς τον χρόνο υλοποίησης, την οργάνωση, τα υλικά και τους οικονομικούς πόρους και επίσης για το κόστος υλοποίησης. Η κατασκευή του βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό αναλύεται σε φάσεις και σε κάθε φάση ιεραρχούνται οι προτεραιότητες. Η πρώτη ομάδα αναλαμβάνει να ασχοληθεί με την αρχή λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα αέριας φάσης. Η δεύτερη ομάδα αναλαμβάνει να ασχοληθεί με την αρχή λειτουργίας και τα είδη των άλλων τύπων βιοαντιδραστήρων. Η τρίτη ομάδα αναλαμβάνει να ασχοληθεί με την οικονομική διάσταση του μικροπολλαπλασιασμού σε βιοαντιδραστήρες. Η τέταρτη ομάδα αναλαμβάνει να ασχοληθεί με τα διάφορα προβλήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων και με τους τρόπους αντιμετώπισής τους και η πέμπτη ομάδα αναλαμβάνει να ασχοληθεί με τη διαδικασία μαζικής παραγωγής των φυτών με μικροπολλαπλασιασμό και με τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι έμβιοι οργανισμοί του περιβάλλοντος από τη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων. Η κατασκευή του βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό θα πραγματοποιηθεί από κοινού από τα μέλη όλων των ομάδων. Η κάθε ομάδα θα μεταλαμπαδεύσει τις εξειδικευμένες γνώσεις της στις υπόλοιπες ομάδες. Με την κατασκευή του βιοαντιδραστήρα όλα τα μέλη των ομάδων θα πειραματιστούν στον μικροπολλαπλασιασμό των φυτών. Θα πολλαπλασιάσουν στον βιοαντιδραστήρα που κατασκεύασαν κόνδυλους πατάτας κάνοντας μετρήσεις και επιλύοντας τα διάφορα προβλήματα που προκύπτουν. Στο τέλος θα γράψουν μία ομαδική εργασία στην οποία θα αποτυπώνουν τις ενέργειές τους κατά την πορεία υλοποίησης του έργου τους, τις μετρήσεις τους, τις καινοτόμες ενέργειές τους, τις αστοχίες τους, καθώς και τα συμπεράσματά τους που θα είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης των μελών όλων των ομάδων. Η εργασία αυτή μαζί με το τέχνημα θα παρουσιαστεί από τους μαθη-τές/τριες σε ειδική εκδήλωση του σχολείου τόσο στην

υπόλοιπη σχολική κοινότητα όσο και σε φορείς της τοπικής κοινωνίας και θα αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του σχολείου.

2.2 Πορεία υλοποίησης

Το θέμα αυτό υλοποιείται σε οκτώ (08) διδακτικές συναντήσεις που η κάθε μία έχει διάρκεια δύο διδακτικών ωρών.

1^ο δώρο: Οι μαθητές/μαθήτριες του τμήματος στην πρώτη τους συνάντηση με τον/την εκπαιδευτικό και με τη διαδικασία του καταγισμού ιδεών (brainstorming), εκφράζονται ελεύθερα και συμμετέχουν ενεργά στη συζήτηση που γίνεται με θέμα την κατασκευή βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό. Την όλη διαδικασία της πρώτης συνάντησης την συντονίζει ο/η εκπαιδευτικός και στο τέλος αυτής της συνάντησης οι μαθητές/μαθήτριες, περιγράφουν τις έννοιες: βιοαντιδραστήρας, βιομάζα, ενέργεια διάτμησης (shear stress), μολύνσεις, υαλοποίηση, συσσωμάτωση κυττάρων, σωμακλωνική παραλλακτικότητα, βιοτεχνολογία, in vitro καλλιέργεια, μικροπολλαπλασιασμός, ιστοκαλλιέργεια και εγκλιματισμός.

2^ο δώρο: Στη δεύτερη συνάντηση των μαθη-τών/τριών του τμήματος με τον/την εκπαιδευτικό, οι μαθη-τές/τριες καλούνται να δημιουργήσουν ομάδες. Στόχος του/της εκπαιδευτικού σε αυτή τη συνάντηση είναι να πετύχει μέσα στις ομάδες να βρίσκονται μαθη-τές/τριες με διαφορετική πολιτιστική κουλτούρα, να δώσει κίνητρα στους αδύναμους μαθη-τές/τριες και να αμβλύνει τις ιδέες του ρατσισμού και της ξενοφοβίας, γνωρίζοντας στους μαθητές/μαθήτριες πως οι όποιες καλές ή οι κακές ενέργειες του ανθρώπου στα έμβια όντα του περιβάλλοντος δεν έχουν σύνορα, δεν κάνουν διακρίσεις και η προστασία του περιβάλλοντος είναι υπόθεση όλων των ανθρώπων.

3^ο δώρο: Στην τρίτη συνάντηση των ομάδων των μαθη-τών/τριών του τμήματος με τον/την εκπαιδευτικό διασαφηνίζεται η έννοια βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift). Ο/η εκπαιδευτικός ξεκινά από τις υπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών/μαθητριών και αποσκοπεί στη δημιουργική και ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών μέσα στις ομάδες. Παράλληλα τα μέλη της κάθε ομάδας με τη βοήθεια του συντονιστή της, αναλαμβάνουν να ασχοληθούν διεξοδικά και να ερευνήσουν μία συγκεκριμένη πτυχή του έργου. Αναζητούν διάφορες πληροφορίες μέσω της διαδικασίας της ιστοεξερεύνησης, ρωτούν ειδικούς με την κατασκευή και χρήση ερωτηματολογίων, συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες βιβλιοθήκες και διαβάζουν και μελετούν διάφορα σχετικά άρθρα από τον τύπο.

4^ο δώρο: Στην τέταρτη συνάντηση όλες οι ομάδες από κοινού ξεκινούν τη διαδικασία κατασκευής του βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό.

5^ο δώρο: Στην πέμπτη συνάντηση οι ομάδες ολοκληρώνουν την κατασκευή του βιοαντιδραστήρα και τον θέτουν σε λειτουργία τοποθετώντας μέσα σε αυτόν κονδύλους πατάτας για τον μικροπολλαπλασιασμό του φυτού *Solanum tuberosum*.

6^ο δώρο: Στην έκτη συνάντηση οι μαθητές/μαθήτριες όλων των ομάδων πειραματίζονται με τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα, παρατηρούν την ανάπτυξη των κυττάρων των κονδύλων της πατάτας, παίρνουν μετρήσεις για το pH του θρεπτικού διαλύματος, μετρούν τη θερμοκρασία του διαλύματος, μετρούν την περιεκτικότητα σε οξυγόνο στο θρεπτικό διάλυμα, ελέγχουν την ένταση της ακτινοβολίας του φθοριούχου λαμπτήρα και παίρνουν δείγματα από το βιολογικό υλικό για να τα χρωματίσουν και να τα παρατηρήσουν στο μικροσκόπιο. Με τη βοήθεια του γραμματέα της κάθε ομάδας γίνεται η καταγραφή των μετρήσεων, των παρατηρήσεων και των αποτελεσμάτων των μελών της κάθε ομάδας.

7^ο δώρο: Στην έβδομη συνάντηση οι μαθητές/μαθήτριες όλων των ομάδων από κοινού επεξεργάζονται τα δεδομένα των μετρήσεών τους, επαναλαμβάνουν τις πειραματικές τους

μετρήσεις και συναποφασίζουν για να συγγράψουν μία γραπτή εργασία, η οποία θα περιλαμβάνει όλη τη διαδικασία των ερευνών της κάθε ομάδας καθώς και όλες τις ενέργειες της κάθε ομάδας κατά την πορεία ολοκλήρωσης και κατασκευής του βιοαντιδραστήρα. Η μελέτη των μελών των ομάδων μπορεί να συνεχίζεται και στον ελεύθερο χρόνο των μαθη-τών/τριών του σχολείου.

8ο δώρο: Στην όγδοη συνάντηση οι μαθητές/μαθήτριες όλων των ομάδων από κοινού, οργανώνουν μία εκδήλωση στο χώρο του σχολείου. Στην εκδήλωση αυτή οι μαθητές/μαθήτριες θα παρουσιάσουν τόσο στη σχολική κοινότητα όσο και στο ευρύτερο κοινό τον βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό καθώς και την ομαδική γραπτή τους εργασία όπου θα έχουν καταγραφεί τα όποια ερευνητικά αποτελέσματα και τα επιτεύγματα της κάθε ομάδας. Η παρουσίαση μπορεί να γίνει με τη χρήση των ΤΠΕ και να υπάρχει μουσική απόκρουση. Οι μαθητές/μαθήτριες θα παρουσιάσουν διάφορα videos με βιοαντιδραστήρες, θα υπάρξει έκθεση των στοιχείων που συγκέντρωσαν οι μαθητές/μαθήτριες και θα παιχθεί ένα εκπαιδευτικό δράμα. Στο εκπαιδευτικό δράμα, η πρώτη ομάδα θα υποδυθεί το ρόλο του κλωνοποιημένου προβάτου, η δεύτερη ομάδα θα υποδυθεί το ρόλο των επιστημόνων που ασχολούνται με τη βιοτεχνολογία, η τρίτη ομάδα θα υποδυθεί το ρόλο των ευαισθητοποιημένων πολιτών που αντιστέκονται στη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων, η τέταρτη ομάδα θα υποδυθεί το ρόλο των κερδοσκόπων γεωργών και η πέμπτη ομάδα θα υποδυθεί το ρόλο των επιστημόνων που προάγουν την έρευνα και την καινοτομία στο χώρο της Τεχνολογίας προσπαθώντας να μη διαταράξουν την ισορροπία του οικοσυστήματος και του περιβάλλοντος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Ο/η εκπαιδευτικός προ-αξιολογεί τους μαθη-τές/τριες σύμφωνα με την προετοιμασία των αντικειμένων και των υλικών που συγκέντρωσαν και θα τα χρειαστούν για την κατασκευή και τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό. Προκειμένου να αξιολογήσει την επίτευξη των στόχων τους, ο/η εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί τις σημειώσεις του ημερολογίου του, τις δεξιότητές τους στην πορεία κατασκευής του βιοαντιδραστήρα, τις μετρήσεις των πειραμάτων τους, τις καλλιτεχνικές τους δημιουργίες, τις καινοτόμες δράσεις τους, καθώς και τις ψηφιακές καταγραφές τους στην πορεία υλοποίησης του βιοαντιδραστήρα. Επίσης, παρατηρεί και καταγράφει τις προσπάθειές τους στην εκτέλεση των πειραμάτων, στην εκτέλεση των ρόλων τους στο εκπαιδευτικό δράμα, στην παρουσίαση των προϊόντων και των κατασκευών τους στην έκθεση. Αξιολογεί τις βιντεοσκοπήσεις των επισκέψεων τους και χρησιμοποιεί τις καταγραφές και παρατηρήσεις του ημερολογίου του/της. Οι μαθητές/μαθήτριες χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια για να αξιολογήσουν στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας εργασία τους, το βαθμό της αυτοεκτίμησής τους, τα θετικά και αρνητικά συναισθήματα των συμμαθη-τών/τριών τους. Η αυτό-αξιολόγηση βοηθά τους/τις μαθη-τές/τριες στην προαγωγή της κριτικής τους επεξεργασίας. Ο/η εκπαιδευτικός συντάσσει ερωτηματολόγια για να αξιολογήσει τους μαθητές/μαθήτριες του σε τι βαθμό έχουν εμπειδώσει και κατανοήσει τις βασικές έννοιες λειτουργίας των βιοαντιδραστήρων. Τα κριτήρια που λαμβάνει υπόψη του ο/η εκπαιδευτικός για την ατομική αξιολόγηση του/της κάθε μαθη-τή/τριας είναι: η ατομική προσπάθεια, ο ατομικός φάκελος, η προσωπική του άποψη για τη συμβολή του/της μαθη-τή/τριας, η ενεργός συμμετοχή του/της και η πρωτοβουλία του/της. Τα ίδια κριτήρια εφαρμόζει και για την ομαδική αξιολόγηση του κάθε μαθητή/μαθήτριας με τη μόνη διαφορά ότι τα κριτήρια αυτά αφορούν τώρα την ομαδική προσπάθεια του/της κάθε μαθη-τή/τριας. Συνοπτικά ο/η εκπαιδευτικός εφαρμόζει την αρχική ή διαγνωστική

αξιολόγηση (diagnostic), τη σταδιακή ή διαμορφωτική αξιολόγηση (formative) και την τελική ή συνολική αξιολόγηση (summative).

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ / ΠΗΓΕΣ

Antolli, P.G., & Liu, Z. (2012). Bioreactors: Design, Properties and Applications. Nova Science, Hauppauge, NY, 225 p. ISBN 978-1621001645.

Grozeva, S., Rodeva, V., & Kintzios, S. (2010). Successful regeneration of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in an airlift bioreactor: effect of medium phase and genotype. *Open Horticultural Journal* 2: 70-75.

Panda, T. (2011). Bioreactors: Analysis and Design. Tata McGraw-Hill, Noida, 514 p. ISBN 978-1259005725.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>

http://www.schools.ac.cy/klimakio/Themata/schediasmos_technologia/

ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ:

Γραμματοσειρά: Calibri, Μέγεθος 11, Όχι Bold.

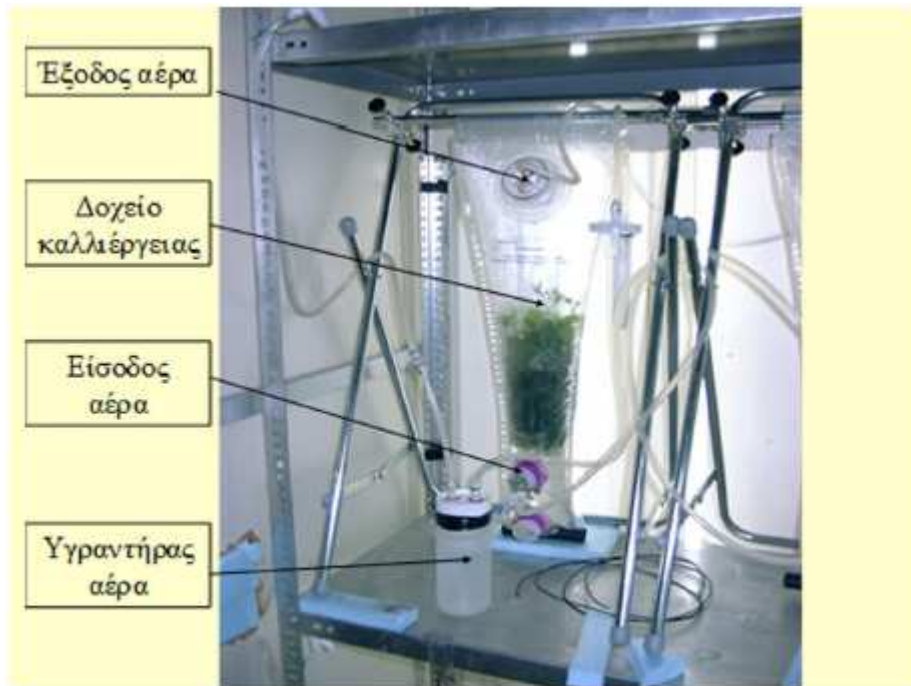
Διάστιχο: Μονό

Στοιχισή: Πλήρης

Διάστημα: Πριν και Μετά 0.

ΦΥΛΛΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Οι μαθητές/μαθήτριες θα χρησιμοποιήσουν τα υλικά που αναφέρονται στο υπόδειγμα III και θα προσπαθήσουν να κατασκευάσουν έναν βιοαντιδραστήρα (bioreactor) υγρής κυτταροκαλλιέργειας και πνευματικής ανάδευσης (airlift) για τη μαζική παραγωγή φυτών με μικροπολλαπλασιασμό, παίρνοντας ιδέες από τον βιοαντιδραστήρα του παρακάτω σχήματος:



Εμπορικός βιοαντιδραστήρας LifeReactor® (Osmotek) 5 λίτρων.

Πηγή: Εισαγωγή στον μικροπολλαπλασιασμό των φυτών, Σπύρος Κίντζιος, 2015.
ISBN: 978-960-603-033-8

Στον βιοαντιδραστήρα που θα κατασκευάσουν οι μαθητές/μαθήτριες, θα πειραματιστούν χρησιμοποιώντας ως βιολογικό υλικό κονδύλους από πατάτα.

Το ποτήρι τύπου ουροσυλλέκτη με μία είσοδο και μία έξοδο και το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως υγραντήρας αέρα, θα είναι σαν αυτό του παρακάτω σχήματος:



Υγραντήρας αέρα

Πηγή: Εισαγωγή στον μικροπολλαπλασιασμό των φυτών, Σπύρος Κίντζιος, 2015.
ISBN: 978-960-603-033-8

Η πνευματική ανάδευση θα επιτευχθεί με τη λειτουργία της αντλίας 12 Volt που χρησιμοποιείται για παροχή αέρα στα λάστιχα των αυτοκινήτων. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρόμοιο μοτέρ που χρησιμοποιείται για την παροχή οξυγόνου στα ενυδρεία των ψαριών. Οι μαθητές/μαθήτριες εδώ μπορεί να καινοτομήσουν και να βρουν και άλλους τρόπους. Παράδειγμα: μπορεί να χρησιμοποιήσουν το μοτέρ από ένα παλιό οικιακό ψυγείο.

Επειδή η ιστοκαλλιέργεια απαιτεί τη συνεχή παροχή ορατού φωτός, για να εξασφαλιστεί αυτό κατά τη διάρκεια λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα, θα χρησιμοποιηθεί μία λάμπα φθορίου. Εδώ πρέπει να τονίσουμε την παραγωγή όζοντος εξαιτίας της παρουσίας του οξυγόνου στον αέρα του χώρου λειτουργίας του αντιδραστήρα. Οι μαθητές/μαθήτριες θα μελετήσουν το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος και θα κατανοήσουν ότι όσο χρήσιμο είναι το όζον στα στρώματα της στρατόσφαιρας άλλο τόσο βλαβερό είναι για την υγεία του ανθρώπου στα στρώματα της τροπόσφαιρας. Επίσης, θα μελετήσουν διαθεματικά το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα του ορατού φωτός, θα το συνδέσουν με την UVA, UVB και UVC ακτινοβολία, με τις γονιδιακές μεταλλάξεις και με την ασθένεια του καρκίνου.

Με το μικροπολλαπλασιασμό των φυτών μπορούν να κατανοήσουν τις λειτουργίες του κυττάρου, τα οργανίδια του κυττάρου και τις επιπτώσεις από την παρουσία και την απουσία του οξυγόνου στο κύτταρο. Θα αναγνωρίσουν την αξία των θρεπτικών υποστρωμάτων και θα πειραματιστούν με την ποιοτική και ποσοτική τους σύσταση. Θα κατανοήσουν τις έννοιες μόλυνση, παστερίωση, αποστείρωση, απολύμανση και στείρες συνθήκες πολλαπλασιασμού. Θα πειραματιστούν με τον όρο σωμακλωνική παραλλακτικότητα (somaclonal variation) και με την in vitro καλλιέργεια.

Θα μάθουν να διακρίνουν τις δύο μορφές της υαλοποίησης και θα κατανοήσουν τα θετικά και τα αρνητικά αποτελέσματά της.

Θα κατανοήσουν την οικονομική σημασία των βιοαντιδραστήρων για τον γεωργικό τομέα, αφού η παραγωγή μεγάλου όγκου φυτών σε μικρό χρονικό διάστημα μειώνει το κόστος παραγωγής ανά παραγόμενο φυτό.

Θα προσεγγίσουν την έννοια του εγκλιματισμού (acclimatization) ή της σκληραγώγησης (weaning), η οποία αποτελεί το τελικό στάδιο πριν την οριστική έξοδο ενός αναγεννημένου φυτού από τη διαδικασία του μικροπολλαπλασιασμού.

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όνομα Σχολείου:

Σχολικό έτος:

Όνοματεπώνυμο: μαθη-τή/τριας:

Όνομα ομάδας:

Όνοματεπώνυμο εκπαιδευτικού:

Ημερομηνία:

- Ο/η εκπαιδευτικός θα συντάξει ένα ατομικό και πέντε ομαδικά ερωτηματολόγια, ένα για κάθε μαθη-τή/τρια και ένα για κάθε ομάδα. Στα ερωτηματολόγια θα περιλαμβάνονται ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής από τις απαντήσεις των οποίων θα ελέγχονται οι στάσεις και οι συμπεριφορές των μελών της ομάδας σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο και θα δοθούν στις ομάδες για να τα συμπληρώσουν.
- Όλες οι ομάδες θα συγκεντρώσουν το υλικό τους (Portfolia) το οποίο θα το παραδώσουν στον/στην εκπαιδευτικό για να το αξιολογήσει.
- Η κάθε ομάδα θα συντάξει ένα κοινό ερωτηματολόγιο και θα το δώσει να το συμπληρώσουν όλα τα μέλη της. Το ερωτηματολόγιο αυτό θα περιέχει ερωτήσεις της μορφής καθόλου, λίγο, μέτρια, πολύ, πάρα πολύ. Με τις ερωτήσεις αυτές θα αξιολογεί το κάθε μέλος της ομάδας τα άλλα μέλη της ομάδας κατά πόσο πιστεύουν ότι επιτεύχθηκαν οι στόχοι της ευαισθητοποίησης για θέματα που αφορούν τη λειτουργία των βιοαντιδραστήρων και το μικροπολλαπλασιασμό των φυτών και τα οποία διαταράσσουν τη χλωρίδα και την πανίδα του περιβάλλοντος και επηρεάζουν την αρμονία της φύσης και την υγεία των ανθρώπων. Τα ερωτηματολόγια αφού συμπληρωθούν από τα μέλη των ομάδων θα παραδοθούν στον/στην εκπαιδευτικό.
- Ο/η εκπαιδευτικός σημειώνει στο ημερολόγιό του/της για κάθε μέλος της ομάδας και για κάθε ομάδα τις δραστηριότητες και το βαθμό συμμετοχής του κάθε μαθητή/μαθήτριας στην επίτευξη του κάθε στόχου, έτσι ώστε στο τέλος να βαθμολογήσει αντικειμενικά τον κάθε μαθητή/μαθήτρια στο μάθημα της Τεχνολογίας.