

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Κατασκευάζοντας ανασυνδυασμένο DNA μέσα στην τάξη

Άννα Φωτιάδου, Ελένη Μιχαλάτου

doi: [10.12681/codiste.6838](https://doi.org/10.12681/codiste.6838)

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΝΤΑΣ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ DNA ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Άννα Φωτιάδου¹, Ελένη Μιχαλάτου²

^{1,2}Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπ/σης, Πρώην Συνεργάτιδα ΕΚΦΕ Κέντρου, ΔΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης

fotiadouanna18@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε μια "hands on" διδακτική πρόταση για την υποστήριξη της διδασκαλίας της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA με την κατασκευή μοντέλων πλασμιδίων από απλά υλικά. Περιγράφουμε τις δραστηριότητες, τους διδακτικούς στόχους καθώς και τα φύλλα εργασίας για 3 διαφορετικές κατασκευές ανασυνδυασμένων πλασμιδίων. Η κατασκευή των μοντέλων και κυρίως οι διαδικασίες στις οποίες θα προβούν οι μαθητές/τριες για να πραγματοποιήσουν τον ανασυνδυασμό, αναμένεται να συνεισφέρουν με εποπτικό τρόπο στη βαθύτερη κατανόηση των σχετικών διεργασιών και να βοηθήσουν στην αποσαφήνιση λεπτομερειών που δε σχολιάζονται στο σχολικό βιβλίο. Είναι μια πρόταση που υποστηρίζει την διδασκαλία και δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό.

Λέξεις κλειδιά: ανασυνδυασμένο DNA, πλασμίδια, μοντέλα

CONSTRUCTING RECOMBINANT DNA IN THE CLASSROOM

Anna Fotiadou¹, Helen Mihalatou²

^{1,2} Secondary School teacher, Former Collaborator of the Laboratory Center of Physical Sciences of Kentrou, Directorate of Secondary Education East Thessaloniki

fotiadouanna18@gmail.com

ABSTRACT (ΣΕ ΣΤΥΛ ΠΡΩΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ)

In this paper we present a "hands on" approach to support the teaching of recombinant DNA technology by constructing plasmid models using inexpensive materials. We describe the process, the teaching objectives as well worksheets for 3 different recombinant plasmid constructions. The construction of the models and especially the procedures that students will follow, are expected to contribute in an illustrative way to a deeper understanding of the relevant processes and to help clarify details not mentioned in the textbook. It is an activity that optimizes learning and does not require special equipment.

Keywords: recombinant DNA, plasmids, models

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιοτεχνολογία αποτελεί μια από τις σημαντικότερες επιστημονικές επαναστάσεις του 21ου αιώνα με πλήθος εφαρμογών. Η διδασκαλία των εφαρμογών της και των νέων μοριακών τεχνικών περιλαμβάνονται τόσο στο υφιστάμενο όσο και στο νέο πρόγραμμα σπουδών της Βιολογίας Λυκείου (ΥΠΑΙΘ, 2023). Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να κατανοήσουν μοριακές διεργασίες όταν η διδασκαλία είναι κατεξοχήν μετωπική χωρίς άλλες παιδαγωγικές εφαρμογές (Altıparmak & Nakiboglu, 2009). Επειδή ο πειραματισμός για τα σχετικά ζητήματα της βιοτεχνολογίας δεν είναι εφικτός στο σχολικό εργαστήριο, η αξιοποίηση ψηφιακών πόρων και εργαλείων καθιστούν προσιτές και «ορατές» τις εργαστηριακές τεχνικές και τα πειράματα, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην κατανόηση των σχετικών διαδικασιών. Ωστόσο ο εκπαιδευτικός δεν έχει πολλές φορές τη δυνατότητα άμεσης πρόσβασης στον απαιτούμενο υλικο-τεχνικό εξοπλισμό. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η κατασκευή μοντέλων μέσα στην τάξη, ως διδακτικό εργαλείο, έχει δειχθεί ότι μετατρέπει την εμπειρία των μαθητών/τριών από στατική σε δυναμική και από επίπεδη σε τρισδιάστατη και τους παρέχει τη δυνατότητα να αποκτήσουν ενεργό και ουσιαστικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης. (ΥΠΑΙΘ, 2023; Wilson et al., 2020).

Η παρούσα διδακτική προσέγγιση προτείνεται ως μια σειρά "hands on" δραστηριοτήτων κατασκευής μοντέλων ανασυνδυασμένων πλασμιδίων από χαρτόνι για την υποστήριξη της διδασκαλίας της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA. Δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και μπορεί να υλοποιηθεί μέσα στη σχολική τάξη.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε μαθητές της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου του τμήματος Θετικής - Υγείας στο πλαίσιο της διδασκαλίας του 4^{ου} κεφαλαίου του Β' τεύχους στο μάθημα της Βιολογίας. Το κεφάλαιο αυτό εισάγει τους μαθητές στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA η οποία, με βάση το σχολικό εγχειρίδιο, έχει ως στόχο την απομόνωση και τον πολλαπλασιασμό ειδικών αλληλουχιών DNA μετά από ενσωμάτωση τους σε μόρια φορείς. Τα ανασυνδυασμένα μόρια που προκύπτουν εισάγονται σε βακτήρια και πολλαπλασιάζονται. Οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των μοριακών διεργασιών που αναφέρονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, τόσο λόγω της ιδιαιτερότητας των τεχνικών αυτών σε μοριακό επίπεδο, όσο και της αδυναμίας υλοποίησης σχετικών πειραματικών δραστηριοτήτων στο σχολικό εργαστήριο.

Η διδακτική προσέγγιση που προτείνουμε εμπλέκει βιωματικά τους μαθητές/τριες στην κατασκευή μοντέλων ανασυνδυασμένων πλασμιδίων με χαρτόνι, έτσι ώστε να οπτικοποιηθεί η διαδικασία ανασυνδυασμού με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση των σχετικών διεργασιών και την αποσαφήνιση λεπτομερειών που δε σχολιάζονται στο σχολικό βιβλίο.

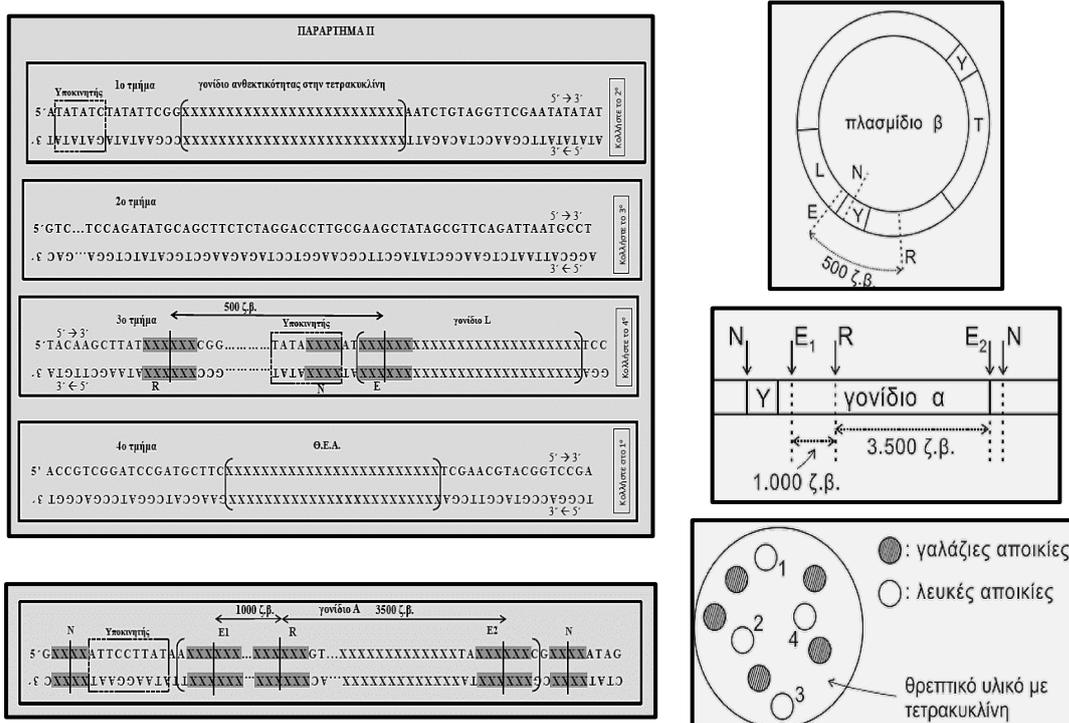
Η διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει 3 "hands on" δραστηριότητες διάρκειας 3 διδακτικών ωρών. Οι μαθητές/τριες συγκροτούνται σε ομάδες 3-4 ατόμων και ακολουθούν τις οδηγίες που παρουσιάζονται αναλυτικά στα 3 αντίστοιχα, κλιμακωτής δυσκολίας, φύλλα εργασίας (Φ.Ε.) στα οποία αποτυπώνεται και η ροή της διδακτικής πορείας. Οι μαθητές/τριες χρησιμοποιούν απλά υλικά (αλληλουχίες DNA σε χαρτόνι, ψαλίδι και κολλητική ταινία) για να κατασκευάσουν μοντέλα πλασμιδίων, να διερευνήσουν διαφορετικούς τρόπους και μεθόδους ανασυνδυασμού με «ξένα» γονίδια, και τέλος να δημιουργήσουν ανασυνδυασμένα πλασμίδια (Σχήμα 1). Μέσα από τις δραστηριότητες των Φ.Ε. καλούνται να διερευνήσουν βιωματικά τη διαδικασία του ανασυνδυασμού αλλά και τις δυνατότητες έκφρασης των «ξένων» γονιδίων σε μετασηματισμένα βακτήρια με ανασυνδυασμένα πλασμίδια. Η ολοκλήρωση του κάθε Φ.Ε. περιλαμβάνει συζήτηση για τους προβληματισμούς που αναδεικνύονται καθώς και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων κάθε ομάδας στην ολομέλεια της τάξης.

ανασυνδυασμένου πλασμιδίου με το «ξένο» γονίδιο. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εποπτική διερεύνηση του ανασυνδυασμού. Οι μαθητές/τριες αναμένεται να οδηγηθούν στην κατασκευή όχι ενός αλλά δύο διαφορετικών μοντέλων πλασμιδίων και στη διαπίστωση ότι το «ξένο» γονίδιο θα εκφραστεί μόνο στο ένα από τα δύο μοντέλα, με βάση το αν ο τρόπος εισαγωγής του στο πλασμίδιο εξασφαλίζει την έκφρασή του (ανάκληση γνώσεων από θεωρία του 2^{ου} κεφαλαίου του ίδιου τεύχους του σχολικού εγχειριδίου).

2^η Δραστηριότητα: Έλεγχος της έκφρασης ξένου γονιδίου σε μετασχηματισμένα βακτήρια.

Σε κάθε ομάδα δίνονται τα υλικά και το 2^ο Φ.Ε που περιλαμβάνει σε παράρτημα τέσσερις αλληλουχίες πλασμιδιακού DNA και μια αλληλουχία «ξένου» γονιδίου (Σχήμα 3). Οι αλληλουχίες του πλασμιδίου περιλαμβάνουν τη Θ.Ε.Α., ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη (T) και ένα γονίδιο L (υπεύθυνο για την παραγωγή γαλάζιας χρωστικής) με τους υποκινητές τους. Στο πλασμίδιο και στο γονίδιο δίνονται διαγραμματικά οι θέσεις που αναγνωρίζουν τρεις περιοριστικές ενδονουκλεάσες (E, N, R) καθώς και οι αποστάσεις, σε ζεύγη βάσεων, μεταξύ τους. Με βάση το υποθετικό σενάριο του Φ.Ε., η καλλιέργεια των μετασχηματισμένων βακτηρίων με ανασυνδυασμένα πλασμίδια σε θρεπτικό υλικό με το αντιβιοτικό τετρακυκλίνη οδηγεί σε αποικίες διαφορετικού χρώματος (Σχήμα 3).

Σχήμα 3. Απεικόνιση των αλληλουχιών και των πληροφοριών που δίνονται διαγραμματικά στο Παράρτημα του 2^{ου} Φ.Ε.



Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/τριες καλούνται α) να διερευνήσουν τη δυνατότητα ανασυνδυασμού και να κατασκευάσουν τα μοντέλα του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου με το «ξένο» γονίδιο (βάσει της 1^{ης} δραστηριότητας αναμένεται να οδηγηθούν στην κατασκευή και των δύο δυνατών μοντέλων), β) να διερευνήσουν θεωρητικά τους διαφορετικούς τύπους μετασχηματισμένων βακτηρίων που προκύπτουν και να αιτιολογήσουν την εμφάνιση διαφορετικού χρώματος αποικιών όταν τα βακτήρια αυτά καλλιεργούνται σε θρεπτικό υλικό με το αντιβιοτικό τετρακυκλίνη, γ) να κόψουν τα μοντέλα των ανασυνδυασμένων πλασμιδίων που κατασκεύασαν, βάσει των οδηγιών του Φ.Ε, στις αλληλουχίες αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης R, και δ) με βάση τα μήκη των θραυσμάτων που θα προκύψουν, να διερευνήσουν εποπτικά

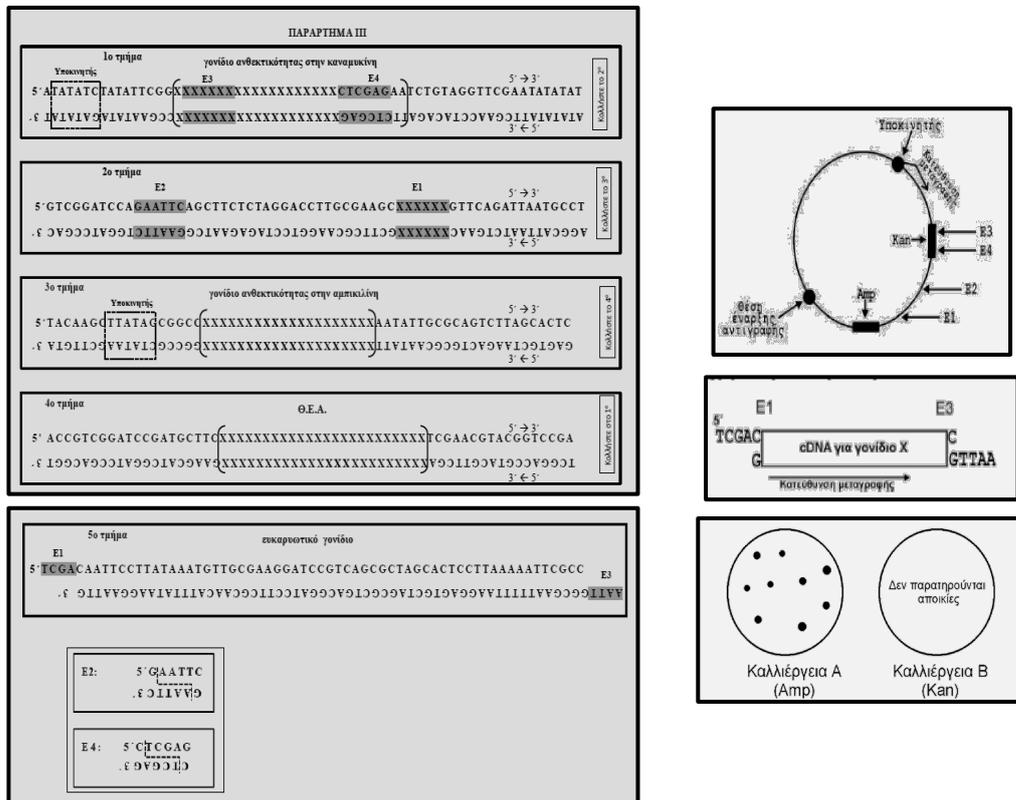
σε ποιες από τις αποικίες εκφράζεται το ξένο γονίδιο. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στο να δείξει στους μαθητές/τριες μια από τις μεθόδους που εφαρμόζονται για να ελεγχθεί το αν εκφράζεται ή όχι το «ξένο» γονίδιο στα μετασχηματισμένα βακτήρια.

3^η Δραστηριότητα: Ανασυνδυασμός με χρήση δύο διαφορετικών περιοριστικών ενδονουκλεασών.

Σε κάθε ομάδα δίνονται τα υλικά και το 3^ο Φ.Ε που περιλαμβάνει σε παράρτημα τέσσερις αλληλουχίες πλασμιδιακού DNA και μια αλληλουχία «ξένου» γονιδίου με μονόκλιωνα άκρα το οποίο έχει προκύψει μετά την πέψη από δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες (E1 και E3) (Σχήμα 4). Οι αλληλουχίες του πλασμιδίου περιλαμβάνουν τη Θ.Ε.Α. και δύο γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά με τους υποκινητές τους. Δίνονται οι θέσεις που κόβουν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες E1, E2, E3 και E4 στο πλασμίδιο καθώς και οι αλληλουχίες αναγνώρισης των E2 και E4 (Σχήμα 4). Με βάση το υποθετικό σενάριο του Φ.Ε., η καλλιέργεια των μετασχηματισμένων βακτηρίων με ανασυνδυασμένα πλασμίδια σε καθένα από τα δύο αντιβιοτικά οδηγεί στις αποικίες της εικόνας που δίνεται στο παράρτημα (Σχήμα 4).

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/τριες καλούνται να διερευνήσουν τη διαδικασία ανασυνδυασμού του πλασμιδίου χρησιμοποιώντας περισσότερες από μια περιοριστικές ενδονουκλεάσες. Μέσω της βιοματικής διερεύνησης, αναμένεται α) να διαπιστώσουν ότι η χρήση διαφορετικών περιοριστικών ενδονουκλεασών για την πέψη του πλασμιδίου και του «ξένου» γονιδίου, σε αντίθεση με τις προηγούμενες δύο δραστηριότητες, οδηγεί σε έναν μοναδικό τρόπο ανασυνδυασμού, β) να διερευνήσουν τις δυνατότητες έκφρασης του «ξένου» γονιδίου στα μετασχηματισμένα βακτήρια με ανασυνδυασμένα πλασμίδια και να ανακαλύψουν ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία ανασυνδυασμού εξασφαλίζει την έκφραση του «ξένου» γονιδίου και γ) να αντιληφθούν οπτικά ότι τα μη ανασυνδυασμένα πλασμίδια διαθέτουν πλέον λειτουργικό μόνο το ένα γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό.

Σχήμα 4. Απεικόνιση των αλληλουχιών και των πληροφοριών που δίνονται διαγραμματικά στο Παράρτημα του 3^{ου} Φ.Ε.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΥΠΑΙΘ, (2023). Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Βιολογίας των Α΄, Β΄ και Γ΄ τάξεων Γενικού Λυκείου, ΦΕΚ 138/18-01-2023.
- Altiparmak, M., & Nakiboglu Tezer, M. (2009). Hands on group work paper model for teaching DNA structure, central dogma and recombinant DNA. *Online Submission*, 6(1), 19-23.
- Wilson K., Long T.M., Momsen J. L. & Bray Speth E. (2020) CBE—Life Sciences Education, 19: fe1, 1–5. Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., and Jimenez, J. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486-515. <https://doi.org/10.1002/tea.21512>