



Co-funded by
the European Union

4 -

"Μοσχεύματα" στο πεδίο CRISPR



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	3
Εξερευνήστε: Χτίζοντας τα θεμέλια της γνώσης	5
Εκτέλεση: Βιώνοντας το CRISPR στην πράξη	6
Βελτίωση: Εμβάθυνση της κατανόησης και του στοχασμού	7
Σύναψη:	8





Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Βιοτεχνολογία και Γενετική – Κατανόηση και εφαρμογή σύγχρονων εργαλείων για την επεξεργασία γονιδίων.
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	<i>Γενετικό Μοσχευμα με CRISPR-Cas9: Διόρθωση DNA μέσω Μοριακού Ψαλιδιού</i>
Ηλικία των χρηστών-στόχων	14-18 ετών
Απαιτήσεις για τον εκπαιδευόμενο	• Βασικές γνώσεις βιολογίας (DNA, κύτταρα και γονίδια). • Ενδιαφέρον για την επιστήμη, την τεχνολογία και τις μελλοντικές καινοτομίες. • Προθυμία για χρήση ψηφιακών εργαλείων, όπως π.χ. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR). • Ικανότητα εργασίας ατομικά και σε ομάδες.





Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Αυτή η ενότητα εισάγει τους φοιτητές στο CRISPR-Cas9, ένα πρωτοποριακό εργαλείο επεξεργασίας γονιδίων που συχνά περιγράφεται ως μοριακό ψαλίδι. Οι φοιτητές πρώτα εξερευνούν τα βασικά του DNA και των γενετικών μεταλλάξεων (Explore), στη συνέχεια βιώνουν τη διαδικασία επεξεργασίας μέσω ενός εικονικού εργαστηρίου AR όπου διορθώνουν ένα ελαττωματικό γονίδιο (Execute) και τέλος αναλογίζονται τις εφαρμογές, τις ηθικές επιπτώσεις και το μέλλον της γενετικής μηχανικής, ενισχυμένο από παιχνιδιοποιημένες αξιολογήσεις AR (Enhance).
Θέμα: Εμπλεκόμενα μέρη	• Θέματα:Βιολογία, Βιοτεχνολογία, Ηθική και ΤΠΕ/Ψηφιακός Γραμματισμός. • Εμπλεκόμενα μέρη:Εκπαιδευτικοί (συντονιστές), μαθητές (ενεργοί μαθητές και άτομα που επιλύουν προβλήματα), πιθανοί εξωτερικοί εμπειρογνώμονες (βιοτεχνολόγοι, ηθικολόγοι)
Λέξεις-κλειδιά	CRISPR-Cas9, Επεξεργασία Γονιδίων, DNA, Μετάλλαξη, Μοριακό Ψαλίδι, Βιοτεχνολογία, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Ηθική.
Βασικά προσόντα, δεξιότητες και γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	• Γνώση:Δομή του DNA, γονιδιακές μεταλλάξεις, αρχές του CRISPR-Cas9, εφαρμογές στην υγεία και τη γεωργία, ηθικές συζητήσεις. • Δεξιότητες:Κριτική σκέψη, ομαδική εργασία, πειραματικός σχεδιασμός (εικονικός), ψηφιακός γραμματισμός, χρήση εργαλείων επαυξημένης πραγματικότητας (AR), επιστημονική επικοινωνία. • Ικανότητες:Κατανόηση του αντίκτυπου της βιοτεχνολογίας, εφαρμογή επιστημονικής συλλογιστικής σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου, αναστοχασμός σχετικά με τις ηθικές συνέπειες της γενετικής επεξεργασίας.
Χρησιμοποιήθηκαν πόροι και διδακτικά βοηθήματα	Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που προσομοιώνει ένα εικονικό εργαστήριο CRISPR.





	Ψηφιακά εργαστηριακά ημερολόγια για την καταγραφή αναστοχασμών και δεδομένων. Οπτικά βοηθήματα (βίντεο, διαγράμματα DNA και μηχανισμών CRISPR). Μελέτες περιπτώσεων (π.χ., CRISPR στην έρευνα για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία). Εργαλεία παιχνιδοποίησης (πόντοι, badges, leaderboards).
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	Γνώσεις: Κατανόηση του DNA, των γονιδιακών μεταλλάξεων και των διαδικασιών CRISPR. Πρακτικές δεξιότητες: Ικανότητα ολοκλήρωσης αποστολών επεξεργασίας γονιδίων AR, ακρίβεια στην «επιδιόρθωση» του DNA. Δέσμευση: Συμμετοχή σε ομαδικές εργασίες, δραστηριότητες AR και συζητήσεις. Δημιουργικότητα: Πρωτότυπες λύσεις σε αποστολές AR, ικανότητα σύνδεσης της επιστήμης με ηθικές συζητήσεις. Στοχασμός: Κριτική ανάλυση των οφελών και των κινδύνων του CRISPR.

Εισαγωγή

Φανταστείτε να μπορείτε να διορθώσετε ένα λάθος γραμμένο στον κώδικα DNA ενός ζωντανού κυττάρου, σαν να διορθώνετε ένα ορθογραφικό λάθος σε ένα βιβλίο που περιέχει οδηγίες για τη ζωή. Αυτό μπορούν πλέον να κάνουν οι επιστήμονες χάρη στο CRISPR-Cas9, ένα επαναστατικό εργαλείο γενετικής επεξεργασίας.

Το CRISPR έχει περιγραφεί ως «μοριακό ψαλίδι» (Doudna & Charpentier, 2014). Επιτρέπει στους επιστήμονες να κόβουν DNA σε ακριβείς θέσεις και να το τροποποιούν, αφαιρώντας ελαττωματικά γονίδια ή εισάγοντας υγιή. Αυτή η τεχνολογία μελετάται ήδη για πιθανή χρήση στη διόρθωση γενετικών ασθενειών, στη βελτίωση των καλλιεργειών, ακόμη και στην καταπολέμηση ιών.

Αυτή η διδακτική ενότητα εισάγει τους μαθητές στα βασικά του DNA, των γονιδίων και του CRISPR-Cas9, χρησιμοποιώντας διαδραστικές και





προσβάσιμες εξηγήσεις. Ακολουθώντας τη μεθοδολογία Explore - Execute - Improve, οι μαθητές θα ανακαλύψουν πρώτα τις βασικές έννοιες, στη συνέχεια θα πειραματιστούν με τη διαδικασία σε ένα εικονικό εργαστήριο επαυξημένης πραγματικότητας και τέλος θα αναλογιστούν τον ηθικό και κοινωνικό αντίκτυπο αυτής της νέας βιοτεχνολογίας.

Τι είναι το CRISPR-Cas9 και γιατί είναι τόσο σημαντικό

Το CRISPR-Cas9 είναι μια από τις πιο ισχυρές επιστημονικές ανακαλύψεις του 21ου αιώνα. Είναι ένα εργαλείο γενετικής επεξεργασίας που επιτρέπει στους επιστήμονες να αλλάζουν το DNA μέσα στα ζωντανά κύτταρα με απίστευτη ακρίβεια. Μερικοί το αποκαλούν «μοριακό ψαλίδι» επειδή μπορεί να κόψει το DNA ακριβώς στο σωστό σημείο.

Η λέξη **CRISPR** σημαίνει: **ντολαμπερός, Ρτακτικά, εγώ σε διάστιχο, μικρό κοφτερό, Παλινδρομικό, Ρεπανάληψεις.**

Το CRISPR ανακαλύφθηκε αρχικά ως **φυσικό αμυντικό σύστημα στα βακτήρια**. Όταν οι ιοί επιτίθενται σε βακτήρια, τα τελευταία είναι σε θέση να «απομνημονεύσουν» θραύσματα του DNA του ιού και να τα αποθηκεύσουν στο δικό τους γονιδίωμα σε ειδικές αλληλουχίες CRISPR. Εάν ο ιός επιτεθεί ξανά, τα βακτήρια παράγουν μια ειδική πρωτεΐνη που καθοδηγείται από RNA και ονομάζεται **Κόκκινο9**, το οποίο αναγνωρίζει και κόβει το DNA του ιού για να τον καταστρέψει.

Οι επιστήμονες συνειδητοποίησαν ότι μπορούσαν **επαναπρογραμματίσει αυτό το σύστημα** να στοχεύσω **οποιαδήποτε αλληλουχία DNA**, όχι μόνο ιούς. Έτσι, το CRISPR-Cas9 έγινε εργαλείο για την τροποποίηση του DNA φυτών, ζώων και ανθρώπων.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τι είναι το CRISPR-Cas9, πρέπει να γνωρίζουμε ότι ακόμη και τα βακτήρια, τα μικρότερα πλάσματα στον κόσμο, διεξάγουν μάχες μέσα τους. Τα βακτήρια δέχονται συνεχώς επιθέσεις από ιούς. Αλλά σε αντίθεση με εμάς, δεν έχουν γιατρούς, εμβόλια ή φάρμακα. Αντίθετα, έχουν αναπτύξει το δικό τους έξυπνο αμυντικό σύστημα, το οποίο τελικά θα αλλάξει το μέλλον της ιατρικής και της ανθρώπινης επιστήμης.





Όταν ένας ιός εισβάλλει, τα βακτήρια τον «θυμούνται». Παίρνουν ένα κομμάτι του DNA του ιού και το αποθηκεύουν στο δικό τους γονιδίωμα σε ειδικές επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες που ονομάζονται CRISPR. Σκεφτείτε το σαν μια «αφίσα καταζητούμενων» που κρέμεται στον τοίχο του γραφείου του σερίφη: είναι μια υπενθύμιση του εχθρού, έτσι ώστε αν επιστρέψει, να τον αναγνωρίζουν αμέσως.

Η πρωτεΐνη Cas9 λειτουργεί σαν ένα κοφτερό μοριακό ψαλίδι. Καθοδηγούμενη από ένα μικρό τμήμα RNA (το οποίο λειτουργεί σαν GPS), η Cas9 είναι σε θέση να εντοπίσει το DNA του εισβάλλοντος ιού και να το κόψει σε κομμάτια. Μόλις καταστραφεί ο ιός, τα βακτήρια επιβιώνουν.

Οι επιστήμονες παρατήρησαν αυτή τη φυσική διαδικασία και είχαν μια επαναστατική ιδέα: Τι θα γινόταν αν μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το όπλο του βακτηρίου για να κόψουμε το DNA όπου θέλουμε; Αν το Cas9 μπορούσε να οδηγηθεί στο ιικό DNA, ίσως θα μπορούσε επίσης να οδηγηθεί στο ανθρώπινο ή φυτικό DNA. Έτσι, το CRISPR-Cas9 αναγεννήθηκε, όχι μόνο ως βακτηριακό αμυντικό σύστημα, αλλά και ως εργαλείο για γενετική επεξεργασία.

Η διαδικασία είναι εκπληκτικά απλή στη φαντασία:

1. Αρχικά, ένας επιστήμονας σχεδιάζει ένα **οδηγό RNA**, ένα σύντομο τμήμα γενετικού κώδικα που ταιριάζει με την αλληλουχία DNA που θέλουν να επεξεργαστούν. Είναι σαν να εισάγετε την ακριβή διεύθυνση σε ένα GPS.
2. Στη συνέχεια, η Cas9 συνδυάζεται με αυτό το οδηγό RNA και αποστέλλεται στο κύτταρο. Η Cas9 λειτουργεί σαν ψαλίδι, ταξιδεύοντας κατά μήκος του DNA μέχρι να βρει το τέλειο ταίριασμα.
3. Όταν φτάσει στον στόχο του, το Cas9 κάνει μια τομή. Σε αυτό το σημείο, το DNA σπάει, σαν μια σελίδα σκισμένη από ένα βιβλίο.
4. Τέλος, ενεργοποιείται το φυσικό σύστημα επιδιόρθωσης του κυττάρου. Αυτή η επιδιόρθωση μπορεί να «ξεγελαστεί» ώστε να διορθώσει το σπάσιμο με έναν χρήσιμο τρόπο: είτε με **διαγραφή** του ελαττωματικού γονίδιο ή **εισαγωγή μιας σωστής ακολουθίας**.





Το αποτέλεσμα; Ένα γονίδιο που προηγουμένως προκαλούσε προβλήματα μπορεί τώρα να διορθωθεί, ακριβώς όπως θα διορθώνατε ένα τυπογραφικό λάθος σε ένα σημαντικό εγχειρίδιο οδηγιών.

Εξερευνήστε: Χτίζοντας τα θεμέλια της γνώσης

Για να κατανοήσουν το CRISPR, οι μαθητές πρέπει πρώτα να γνωρίζουν τι είναι το DNA. Το DNA είναι το μόριο της ζωής, που φέρει τις γενετικές οδηγίες που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι ζωντανοί οργανισμοί αναπτύσσονται, λειτουργούν και αναπαράγονται. Τα γονίδια είναι σαν «προτάσεις» σε αυτόν τον κώδικα, καθεμία από τις οποίες παρέχει οδηγίες για μια συγκεκριμένη πρωτεΐνη.

Αλλά μερικές φορές συμβαίνουν λάθη. Ένα ελαττωματικό γονίδιο μπορεί να προκαλέσει μια σοβαρή ασθένεια, όπως η κυστική ίνωση ή η δρεπανοκυτταρική αναιμία. Για δεκαετίες, οι επιστήμονες ονειρεύονταν να διορθώσουν αυτά τα λάθη απευθείας σε επίπεδο DNA.

Το CRISPR-Cas9 κάνει αυτό το όνειρο εφικτό. Είναι ένα εργαλείο προσαρμοσμένο από ένα φυσικό αμυντικό σύστημα των βακτηρίων, στο οποίο η αλληλουχία CRISPR βοηθά τα βακτήρια να θυμούνται και να καταπολεμούν τους ιούς. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτό το σύστημα για να κόψουν το DNA ακριβώς εκεί που ήθελαν.

Έτσι λειτουργεί το CRISPR:

Δημιουργείται ένα οδηγό RNA που ταιριάζει με την αλληλουχία DNA που πρόκειται να τροποποιηθεί. Η πρωτεΐνη Cas9 λειτουργεί σαν ψαλίδι για να κόψει το DNA σε εκείνο το σημείο.

Το κύτταρο επιδιορθώνει φυσικά το DNA: οι επιστήμονες μπορούν να καθοδηγήσουν αυτήν την επιδιόρθωση για να αφαιρέσουν, να αντικαταστήσουν ή να διορθώσουν το γονίδιο.

Βασικά στοιχεία που πρέπει να επισημανθούν:

Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν με σαφήνεια και οπτικά:





- Πώς παράγεται το DNA.
- Πώς το CRISPR «βρίσκει» το σωστό σημείο στο DNA.
- Τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία κοπής και επισκευής.
- Το CRISPR είναι γρήγορο, ακριβές και σχετικά οικονομικό.
- Έχει ήδη δοκιμαστεί σε φυτά, ζώα και ανθρώπινα κύτταρα.
- Υπάρχουν ηθικές συζητήσεις σχετικά με τη χρήση του, ειδικά σε ανθρώπους.

Αυτό τα προετοιμάζει για διαδραστικές δραστηριότητες επαυξημένης πραγματικότητας.

Εκτέλεση:Βιώνοντας το CRISPR στοδράση

Υλοποίηση προγράμματος

Οι μαθητές μεταφέρονται εικονικά σε ένα εργαστήριο τρισδιάστατης επαυξημένης πραγματικότητας. Φορώντας ακουστικά επαυξημένης πραγματικότητας ή χρησιμοποιώντας εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε tablet/τηλέφωνα, εισέρχονται σε ένα ψηφιακό περιβάλλον όπου οι έλικες DNA μεγεθύνονται και αιωρούνται μπροστά τους.

Η εφαρμογή AR καθοδηγεί τους μαθητές στα ακόλουθα βήματα:

Η αποστολή: η διόρθωση ενός ελαττωματικού γονιδίου μέσα σε ένα εικονικό κύτταρο χρησιμοποιώντας το CRISPR-Cas9.

1. Προσδιορίστε το ελαττωματικό γονίδιο: σαρώστε μια αλυσίδα DNA για να εντοπίσετε το σφάλμα.
2. Σχεδιάστε το οδηγό RNA: επιλέξτε την αλληλουχία που ταιριάζει με την ελαττωματική περιοχή.
3. Ενεργοποίηση Cas9: παρατηρήστε το ένζυμο να κόβει το DNA ακριβώς στην επιθυμητή θέση.
4. Επιδιόρθωση του DNA: επιλέξτε τη σωστή αλληλουχία αντικατάστασης, παρατηρήστε το κύτταρο να «επιδιορθώνεται» μόνο του.





Κατά τη διάρκεια της άσκησης, το σύστημα AR εξηγεί κάθε βήμα σε απλή γλώσσα, υποστηριζόμενο από κινούμενα σχέδια και διαδραστική ανατροφοδότηση.

Μπορούν να παρουσιαστούν παραδείγματα από άλλα σχολεία και εργαστήρια σε όλο τον κόσμο: Οι φοιτητές γενετικής χρησιμοποιούν εικονικά εργαστήρια για να εξασκηθούν στην επεξεργασία DNA πριν εκτελέσουν πραγματικά πειράματα, μειώνοντας τους κινδύνους και το κόστος.

Η επίδοση των μαθητών μετριέται στο εργαστήριο AR:

Επέλεξαν το σωστό οδηγό RNA;

Διόρθωσαν με επιτυχία το γονίδιο;

Πόσες προσπάθειες χρειάστηκαν;

Λαμβάνουν άμεση ψηφιακή ανατροφοδότηση, η οποία ενισχύει τη μάθησή τους.

Βελτίωση: Εμβάθυνση της κατανόησης και του στοχασμού

Ενσωμάτωση επαυξημένης πραγματικότητας (AR)

Τα εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) καθιστούν μια αόρατη διαδικασία ορατή και απτή: την μικροσκοπική επεξεργασία DNA. Αντί να φαντάζονται μόρια, οι μαθητές μπορούν να «κρατούν» κλώνους DNA στα χέρια τους, να εστιάζουν σε αυτούς και να τους χειρίζονται σε πραγματικό χρόνο. **συνδέει την αφηρημένη θεωρία με τη συγκεκριμένη εμπειρία.**

Διαδραστική μάθηση

Οι μαθητές ξεπερνούν τις τεχνικές δεξιότητες για να εξερευνήσουν:

- **Εφαρμογές:** διόρθωση ανθρώπινων ασθενειών, βελτίωση της γεωργίας, ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών σε ιούς.
- **Περιορισμοί** Το CRISPR είναι ισχυρό αλλά όχι τέλειο: μπορεί να εμφανιστούν φαινόμενα εκτός στόχου.
- **Ηθικά ζητήματα:** πρέπει να επεξεργαζόμαστε ανθρώπινα έμβρυα; Πού είναι η γραμμή μεταξύ θεραπείας και βελτίωσης;





Οι συζητήσεις και οι διάλογοι στην τάξη επιτρέπουν στους μαθητές να συνδέσουν την επιστήμη με την κοινωνία.

Παιχνιδοποιημένο περιεχόμενο

Για να κάνει τη μαθησιακή διαδικασία ελκυστική, το εργαστήριο AR ενσωματώνει την παιχνιδοποίηση:

- **Πόντοι και σήματα** για επιτυχημένες γενετικές τροποποιήσεις.
- **Πίνακες κατάταξης** δείχνει την πρόοδο της ομάδας.
- **Αποστολές και επίπεδα** όπου κάθε πρόκληση επεξεργασίας DNA ξεκλειδώνει ένα νέο σενάριο (π.χ., διόρθωση ενός φυτικού γονιδίου, διόρθωση ενός γονιδίου που ευθύνεται για μια ασθένεια του αίματος).
- **Ανταμοιβές για εξερεύνηση:** επιπλέον μονάδες για τη δοκιμή καινοτόμων λύσεων.
- **Συνεργατικές εργασίες** Οι ομάδες συνεργάζονται για να επεξεργαστούν πολλά γονίδια σε έναν εικονικό οργανισμό.

Αξιολογήσεις επαυξημένης πραγματικότητας

Οι αξιολογήσεις πραγματοποιούνται απευθείας εντός της επαυξημένης πραγματικότητας:

- Στους μαθητές δίνεται ένα ελαττωματικό γονίδιο το οποίο πρέπει να τροποποιήσουν με επιτυχία.
- Εξηγούν τα βήματα που έκαναν και δικαιολογούν τις επιλογές τους.
- Το σύστημα καταγράφει τη διαδικασία αξιολόγησης από τους εκπαιδευτικούς.

Αυτό διασφαλίζει ότι η αξιολόγηση είναι **με βάση τις δεξιότητες** και όχι μόνο γνώση.

Συμπέρασμα:

Ακολουθώντας το **Εξερεύνηση–Εκτέλεση–Βελτίωση** πορεία, οι μαθητές αποκτούν μια ισχυρή βάση σε **γενετική και CRISPR-Cas9**, βιώστε τη διαδικασία επεξεργασίας σε ένα **ασφαλές εικονικό περιβάλλον**, και να αναλογιστούν κριτικά τα **δυνατότητες και κίνδυνοι** της γονιδιακής επεξεργασίας.





Η αποστολή της διόρθωσης ενός ελαττωματικού γονιδίου γίνεται μεταφορά για τον ρόλο τους ως μελλοντικών επιστημόνων και υπεύθυνων πολιτών: μαθαίνοντας όχι μόνο πώς να χρησιμοποιούν την τεχνολογία, αλλά και πώς να σκέφτονται τον αντίκτυπό της στη ζωή και την κοινωνία.

Φάση	Περιγραφή
Εξερευνώ	- Έρευνα και Ανακάλυψη: Οι μαθητές ξεκινούν εξερευνώντας το βασιικές αρχές του DNA και των γονιδίων. Το DNA εξηγείται ως το «εγχειρίδιο οδηγιών για τη ζωή», με τα γονίδια ως συγκεκριμένες προτάσεις που κωδικοποιούν πρωτεΐνες. Τα λάθη σε αυτές τις οδηγίες μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες. Το CRISPR-Cas9 παρουσιάζεται ως ένα επαναστατικό εργαλείο που ανακαλύφθηκε σε βακτήρια και επιτρέπει στους επιστήμονες να «κόβουν και να επεξεργάζονται» το DNA όπως ακριβώς διορθώνουν ένα τυπογραφικό λάθος σε ένα βιβλίο. Οι μαθητές ανακαλύπτουν το φυσικής προέλευσης του CRISPR ως βακτηριακής ανοσολογικής άμυνας και πώς οι επιστήμονες το προσαρμόσαν για γενετική μηχανική. Μελέτες περιπτώσεων (π.χ., η χρήση του CRISPR στη διόρθωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας) παρέχουν συγκεκριμένα, πραγματικά παραδείγματα.
	- Ανάπτυξη Περιεχομένου: • Τι είναι το DNA και τα γονίδια. • Πώς λειτουργεί το CRISPR-Cas9 βήμα προς βήμα (οδηγός RNA, ένζυμο Cas9, επιδιόρθωση DNA). • Εφαρμογές στην ιατρική, τη γεωργία και τη διατήρηση. • Ηθικές συζητήσεις: θεραπεία έναντι ενίσχυσης, «σχεδιασμένα μωρά», ακούσιες συνέπειες.
	- Ανάλυση Αναγκών: • Μια σαφής, οπτική εξήγηση του μηχανισμού του CRISPR. • Κατανόηση του γιατί η επεξεργασία γονιδίων έχει σημασία για την ανθρώπινη υγεία και την κοινωνία. • Ένας ασφαλής τρόπος για να δαείτε και αλληλεπιδράστε με την επεξεργασία DNA, το οποίο τους προετοιμάζει για πρακτική που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR).
Εκτελώ	- Υλοποίηση Προγράμματος Σπουδών: Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές περνούν από τη γνώση στην πράξη. Μέσω ενός Εργαστήριο Επαυξημένης Πραγματικότητας, οι μαθητές μεταφέρονται εικονικά μέσα σε ένα τρισδιάστατο κύτταρο. Βλέπουν μια γιγάντια αλυσίδα DNA να αιωρείται στο διάστημα και η αποστολή τους είναι να χρησιμοποιήσουν το CRISPR-Cas9 για να διορθώσουν ένα ελαττωματικό γονίδιο.
	- Διαδραστικές ασκήσεις: Η εμπειρία AR καθοδηγεί τους μαθητές σε βασικά βήματα: 1. Προσδιορίστε το ελαττωματικό γονίδιο – σαρώνοντας τις αλυσίδες DNA για να εντοπίσετε τη «μετάλλαξη». 2. Σχεδιάστε ένα οδηγό RNA – επιλέγοντας την κατάλληλη αντιστοιχία για την αλληλουχία-στόχο. 3. Ενεργοποίηση Cas9 – παρακολούθηση του ενζύμου να κόβει το DNA στο ακριβές σημείο. 4. Επιδιόρθωση DNA – εισαγωγή μιας διορθωμένης αλληλουχίας και παρατήρηση της αυτοίσσης του κυττάρου. Οι μαθητές «εργάζονται» με το ψηφιακό DNA σε πραγματικό χρόνο, καθιστώντας την αόρατη διαδικασία ορατή και διαδραστική.





Επ αυ ξά νω	- Συλλογή σχολίων: - Ομαδικές συζητήσεις σχετικά με το ποιες ασθένειες θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με το CRISPR. - Σύγκριση της παραδοσιακής αναπαραγωγής ή γενετικής μηχανικής με την ακρίβεια CRISPR. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρακολουθούν τα αποτελέσματα μέσω της πλατφόρμας AR, ενώ οι μαθητές καταγράφουν τις σκέψεις τους σε ένα ψηφιακό εργαστηριακό περιοδικό. Περιλαμβάνεται αξιολόγηση από ομοτίμους: οι ομάδες ανταλλάσσουν σχόλια σχετικά με στρατηγικές και προκλήσεις.
	- Ενσωμάτωση AR: Το σύστημα AR παρέχει άμεση ανατροφοδότηση: Επέλεξε ο μαθητής το σωστό οδηγό RNA; Κόπηκε το DNA στο σωστό σημείο; Ήταν επιτυχής η επιδιόρθωση;
	- Διαδραστική Μάθηση: Εδώ, η AR γίνεται ένα εργαλείο βαθύτερης μάθησης. Οι μαθητές μπορούν να χειριστούν τρισδιάστατες αλυσίδες DNA, να μεγεθύνουν τα μόρια και να δοκιμάσουν τι συμβαίνει εάν οι επεξεργασίες είναι λανθασμένες. Η AR γεφυρώνει την αφηρημένη γενετική θεωρία με την απτή πρακτική.
	Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο: Πόντοι και Εμβλήματα: Πέρα από την τεχνική διαδικασία, οι μαθητές αναλογίζονται τις εφαρμογές και τις επιπτώσεις Πίνακες κατάταξης: παρακολουθήση της προόδου της ομάδας σε αποστολές AR. Αποστολές και Επίπεδα: τα σενάρια αυξάνουν τη δυσκολία (διόρθωση μίας μόνο μετάλλαξης → επεξεργασία πολλαπλών γονιδίων).. Ανταμοιβές για Εξερεύνηση: επιπλέον αναγνώριση για τη δοκιμή νέων προσεγγίσεων ή την εύρεση εναλλακτικών λύσεων. Συνεργατικές Παιχνιδοποιημένες Εργασίες: οι ομάδες πρέπει να συνεργάζονται για να επεξεργάζονται πολλά γονίδια σε έναν κοινόχρηστο «εικονικό οργανισμό».
	Αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR: - Στους μαθητές δίνεται ελαττωματικό DNA και πρέπει να το επεξεργαστούν σωστά. - Εξηγούν κάθε βήμα (οδηγούν το σχεδιασμό, την κοπή, την επιδιόρθωση RNA). - Η απόδοση μετριέται όχι μόνο με βάση τα σωστά αποτελέσματα, αλλά και με βάση τη συλλογιστική, την ομαδική εργασία και τη δημιουργικότητα. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν αρχεία καταγραφής δεδομένων AR και αναστοχαστικά ημερολόγια για να αξιολογήσουν γνώσεις, δεξιότητες και κριτική σκέψη.

Αναφορές

Britannica. (2023). Γενετική μηχανική CRISPR-Cas9. Ανακτήθηκε από <https://www.britannica.com>

Wikipedia. (2023). Επεξεργασία γονιδίων CRISPR. Ανακτήθηκε από https://en.wikipedia.org/wiki/CRISPR_gene_editing

Διατήρηση της Οικολογικής Ζωής. (2017). Εισαγωγή στη Γενετική Μηχανική και τη Βιοτεχνολογία (εκπαιδευτικό εγχειρίδιο).





Co-funded by
the European Union

Εθνική Γεωργική Βιβλιοθήκη (USDA). (2022). CRISPR και Βιοτεχνολογικοί Πόροι.

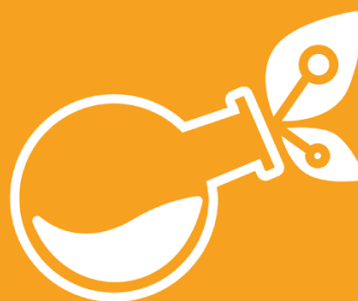
Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.