

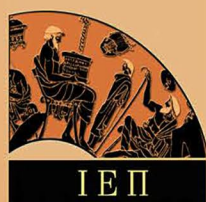
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
INSTITUTE OF EDUCATIONAL POLICY

ΜΕΝΤΟΡΑΣ

Περιοδικό Επιστημονικών και Εκπαιδευτικών Ερευνών

MENTOR

A Journal of Scientific and Educational Research



ΤΕΥΧΟΣ 15

2017

ISSUE 15

Αθήνα / Athens

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΑΥΛΟΣ ΧΑΡΑΜΗΣ, Αντιπρόεδρος του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Πρόεδρος της Συντακτικής Επιτροπής)

ΚΩΣΤΑΣ ΒΡΑΤΣΑΛΗΣ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΝΕΛΟΠΟΥΛΟΣ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΜΑΡΙΑ-ΤΑΤΙΑΝΑ ΣΠΑΝΕΛΛΗ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΓΕΩΡΓΙΑ ΦΕΡΜΕΛΗ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΑ ΧΑΛΚΙΑ-ΘΕΟΔΩΡΙΔΟΥ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ, Σύμβουλος Γ' του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

ΦΕΡΜΕΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, Μέλος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ, Σύμβουλος Γ' του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΘΩΜΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΘΑ, Αποσπασμένη εκπαιδευτικός στο Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΣΗΜΑΙΟΦΟΡΙΔΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ, Αποσπασμένη εκπαιδευτικός στο Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΣΤΕΦΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ, Προσωπικό του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Φιλολογική επιμέλεια

Μαρία Γνησίου

Παύλος Χαραμής

Επιμέλεια έκδοσης

Τριαντάφυλλος Μπαταργιάς

MENTOPAS

Περιοδικό Επιστημονικών και Εκπαιδευτικών Ερευνών του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ο *MENTOPAS* εκδίδεται με την ευθύνη του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), ειδικότερα του Προέδρου και του Διοικητικού Συμβουλίου του ΙΕΠ. Την εποπτεία της έκδοσης έχει η Συντακτική Επιτροπή και τη φροντίδα της η Εκτελεστική Γραμματεία. Στο περιοδικό φιλοξενούνται μόνο πρωτότυπες επιστημονικές εργασίες για εκπαιδευτικά θέματα που προάγουν τη γνώση και δεν έχουν υποβληθεί για δημοσίευση σε άλλο έντυπο. Οι εργασίες μπορεί να είναι:

α) Ερευνητικά άρθρα που αναφέρονται σε βασική, εφαρμοσμένη ή κλινική έρευνα.

β) Πρωτότυπα θεωρητικά άρθρα τα οποία αναφέρονται σε κριτική επισκόπηση.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Πρόεδρος του ΙΕΠ

Γεράσιμος Κουζέλης

Προϊσταμένη του Γραφείου Βιβλιοθήκης, Αρχείων και Εκδόσεων

Γεωργία Φέρμελη

ISSN 2529-1211

Copyright © 2017 ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ του ΥΠ.Π.Ε.Θ., Αθήνα

Διεύθυνση επικοινωνίας:

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Γραφείο Βιβλιοθήκης, Αρχείων και Εκδόσεων, Περιοδικό *MENTOPAS*

Αν. Τσόχα 36, 115 21 Αθήνα

Τηλ: 210 6014206

E-mail: mentor@iep.edu.gr

Ιστοθέση: <http://www.iep.edu.gr/library>

Μέντορας / Mentor

ΤΕΥΧΟΣ 15
2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ	3	<i>Η λογοτεχνία στην ψηφιακή εποχή</i>
ΕΛΕΝΗ ΚΡΙΕΜΑΔΗ	16	<i>Διδακτική προσέγγιση της έννοιας του γενετικού υλικού μέσα από τη μελέτη του καρυοτύπου, των χρωμοσωμάτων και του φαινοτύπου των φυτικών οργανισμών</i>
ΑΝΤΩΝΗΣ ΒΑΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΕΣΙΜΙΔΗ	34	<i>Η αξιολόγηση στην εικαστική αγωγή της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης</i>
ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΨΑΡΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΡΑΠΤΗΣ ΕΙΡΗΝΗ ΨΑΡΑ	43	<i>Διαχείριση της καινοτομίας και ηγεσία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: η περίπτωση της εισαγωγής της Φιλαναγνωσίας στο Δημοτικό Σχολείο</i>
ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΣ ΜΠΑΤΑΡΓΙΑΣ	65	<i>Η σπουδαιότητα της Μουσικής Αγωγής στο έργο του Σοφοκλή</i>
ΙΩΑΝΝΗΣ ΖΑΝΤΖΟΣ	81	<i>Η καμπυλότητα του κύκλου στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση</i>
ΙΩΑΝΝΑ ΒΟΡΒΗ ΕΥΓΕΝΙΑ ΔΑΝΙΗΛΙΔΟΥ	95	<i>Τα σχολικά εγχειρίδια Νεοελληνικής Λογοτεχνίας Α' και Β' Γυμνασίου: διερεύνηση της συμβολής τους στην ανάδειξη της ελληνικής ως γλώσσας πολιτισμικής κληρονομιάς και στην ανάπτυξη διαπολιτισμικής αντίληψης</i>
ΣΑΡΑΝΤΟΣ ΨΥΧΑΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΟΒΡΕΚΤΗΣ ΧΡΥΣΑΝΘΟΣ ΚΟΝΤΑΡΗΣ	109	<i>Η Υπολογιστική Σκέψη και η επιστημολογία του STEM. Εφαρμογή σε εκπαιδευτική δραστηριότητα.</i>

Διδακτική προσέγγιση της έννοιας του γενετικού υλικού μέσα από τη μελέτη του καρυοτύπου, των χρωμοσωμάτων και του φαινοτύπου των φυτικών οργανισμών

Ελένη Κριεμάδη

Γυμνάσιο Αγίου Στεφάνου

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσέγγιση της διδασκαλίας του γενετικού υλικού για μαθητές της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου. Αυτή επιτυγχάνεται μέσα από τη μελέτη κατάλληλου φωτογραφικού υλικού, το οποίο αποτελείται από φωτογραφίες καρυοτύπων 11 φυτικών ειδών και φωτογραφίες του άνθους τους, δηλαδή του φαινοτύπου τους. Πιστεύουμε ότι, αν οι μαθητές αντιληφθούν τις έννοιες «γενετικό υλικό», «καρυότυπος», «χρωμόσωμα», βασικές έννοιες στις βιολογικές επιστήμες, θα μπορέσουν να κατανοήσουν ευκολότερα τις κυτταρικές διαδικασίες διαίρεσης του γενετικού υλικού (π.χ. μίτωση, μείωση) καθώς και να διστάσουν την έννοια της εξέλιξης και διαφοροποίησης και, γενικότερα, τις διαδικασίες που σχετίζονται με την κληρονομικότητα. Κυρίως, όμως, θα μάθουν ότι στους φυτικούς, όπως και σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, το γενετικό υλικό ακολουθεί τους ίδιους δρόμους ανάπτυξης και διαφοροποίησης.

Abstract

In this study we demonstrate an approach of teaching the structure and the role of genetic material for secondary school students of 3rd grade. We use suitable visualized information from photographs of the karyotypes of 11 plant taxa and photographs of their flowers (phenotypes) as well. We believe that once is declared the knowledge of the genetic material, karyotypes, chromosome, very basic ideas about biological sciences, then it is easier to construct other phenomena (e.g. mitosis, meiosis) development, evolution and

speciation, which are involved in inheritance. Also, they could understand that the evolutionary pathways in plants, animals, and all living organisms are similar.

Εισαγωγή

Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Είναι σκόπιμο, προτού αναπτύξουμε τη διδακτική προσέγγιση για τη διδασκαλία του γενετικού υλικού, να αναφερθούμε σε εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με την έννοια του γενετικού υλικού, του καρυοτύπου και των χρωμοσωμάτων, οι οποίες αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

Οι Jenny Lewis and Colin Wood-Robinson¹ επισημαίνουν την ανάγκη οι μαθητές κατά την υποχρεωτική τους εκπαίδευση να αποκτήσουν επιστημονική γνώση, μια και οι εξελίξεις στον τομέα της επιστήμης και, ειδικότερα της βιολογίας, είναι ραγδαίες και τις συναντάμε καθημερινά σε όλους τους τομείς της ζωής μας. Στην ίδια εργασία γίνεται έρευνα που αφορά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, μεταξύ άλλων και για το γονίδιο σε σχέση με το χρωμόσωμα. Έτσι, λοιπόν, είδαν ότι συχνά οι μαθητές θεωρούν τα χρωμοσώματα διαφορετικά από τα γονίδια ή συγχέουν τις δύο έννοιες. Επίσης, σημαντικό ποσοστό των ερωτηθέντων μαθητών πιστεύουν ότι τα γονίδια αποτελούνται από χρωμοσώματα και κάποιιοι δεν πιστεύουν ότι τα χρωμοσώματα περιέχουν γενετική πληροφορία. Όπως αναφέρουν οι Patricia Meis Freidrichsen, Bethany Stone and Patrick Brown² και ο Ηλίας Γιασεμής³ στη διατριβή του, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αφορούν στη σχέση του γονιδίου με το DNA και το χρωμόσωμα συγχέονται από τους μαθητές. Την ίδια διαπίστωση επιβεβαιώνουν και οι Enrique Banet and Enrique Ajuso.⁴ Διαπιστώσεις οι οποίες σχετίζονται με εσφαλμένη άποψη των μαθητών σχετικά με το μέγεθος και τη φυσική σχέση των χρωμοσωμάτων και των γονιδίων οφείλονται στο γεγονός ότι από τα σχολικά βιβλία απουσιάζει η κλίμακα.⁵

Στην εργασία των Jenny Lewis and Colin Wood-Robinson⁶ φαίνεται, επίσης, ότι οι μαθητές δεν κάνουν διάκριση μεταξύ των εννοιών κύτταρο, χρωμόσωμα, γονίδιο. Ακόμη, φαίνεται οι μαθητές να συσχετίζουν τον ρόλο των χρωμοσωμάτων κυρίως για τον καθορισμό του φύλου. Σε αυτή την περίπτωση, όλα τα χρωμοσώματα θεωρούνται ή αρσενικά ή θηλυκά και κατά τη μείωση ή τη γονιμοποίηση, η κατανομή των χρωμοσωμάτων σχετίζεται με τον γαμέτη, αν είναι αρσενικός ή θηλυκός, και με το φύλο του γονιμοποιημένου ωαρίου. Οι μαθητές, επίσης, εμφανίζουν δυσκολία με τους όρους που χρησιμοποιούμε όταν περιγράφουμε την κυτταρική διαίρεση, όπως *διαχωρίζονται, αντιγράφεται, αντίγραφα, μοιράζονται, αναπαράγονται και πολλαπλασιάζονται*. Αυτό έχει να κάνει κυρίως με την αβεβαιότητα των μαθητών για το πώς σχετίζονται τα κύτταρα με τα χρωμοσώματα. Μικρό ποσοστό των ερωτηθέντων, επίσης, πιστεύει ότι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων εξαρτάται από την ηλικία ή από την υγεία του κυττάρου. Επίσης, μικρό ποσοστό αναφέρει ότι κατά την κυτταρική διαίρεση τα χρωμοσώματα ή/και η γενετική πληροφορία μοιράζονται, αλλά δεν προηγείται η διαδικασία της αντιγραφής. Τέλος, άλλη μια παρανόηση που κάνουν οι μαθητές είναι ότι όλα τα χαρακτηριστικά μας, συμπεριλαμβανομένων και αυτών

που σχετίζονται με την προσωπικότητα, αλλά και τη συμπεριφορά μας, καθορίζονται μόνο από τα γονίδια, ενώ τα παιδιά δεν αναφέρουν τον ρόλο του περιβάλλοντος.

Οι Ravit G. Duncan and Katie Ann Tseng⁷ αναφέρουν ότι οι δυσκολίες που σχετίζονται με την κατανόηση του ρόλου του γενετικού υλικού στην κληρονομικότητα και αφορούν κυρίως έννοιες όπως γονίδια, πρωτεΐνες, κύτταρα, ιστοί, όργανα κ.λπ. ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης, μεταξύ των οποίων οι μαθητές δυσκολεύονται να βρουν τις συνδέσεις και αλληλεπιδράσεις και στα οποία υπάρχει σταδιακή σύνθεση των ανώτερων επιπέδων οργάνωσης (μακροεπίπεδο) από απλούστερα επίπεδα (μικροεπίπεδο).

Άλλες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τη φύση του γενετικού υλικού αναφέρονται από την Susan Elrod,⁸ σύμφωνα με την οποία υπάρχουν σοβαρές παρανοήσεις μεταξύ των μαθητών για τη δομή του DNA και των χρωμοσωμάτων, τη σχέση μεταξύ χρωμοσωμάτων και χρωματίδων και αλληλομόρφων. Αναφέρεται, επίσης, ότι οι μαθητές θεωρούν ότι μόνο οι γαμέτες περιέχουν χρωμοσώματα και ότι τα κύτταρα περιέχουν μόνο το γενετικό υλικό που χρησιμοποιούν.

Συμπληρωματικά, σύμφωνα με τους L. Dina Newman, Christina M. Catavero και L. Kate Wright,⁹ οι παρανοήσεις που εμφανίζουν οι μαθητές σχετικά με τους μηχανισμούς κυτταρικής διαίρεσης έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι, όταν οι μαθητές μελετούν τη μείωση, δεν λαμβάνουν υπόψη τη δομή των χρωμοσωμάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μαθητές αδυνατούν να μεταφέρουν τα νοητικά μοντέλα της δομής του DNA στα χρωμοσώματα.

Σημειώνεται ότι στην εργασία της Susan Elrod,¹⁰ αλλά και σε άλλες, περιγράφονται μέθοδοι αξιολόγησης της επιτυχίας των διδακτικών στόχων του μαθήματος της γενετικής, όπως στους Joel K. Abraham, Kathryn E. Perez and Rebecca M. Price, Rebecca Carver *et al.*¹¹ κ.λπ.

Στην εργασία τους οι Enrique Banet and Enrique Ajuso¹² έδειξαν ότι μόλις το 20-25% των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα γνώριζαν ότι τα φυτά είναι φτιαγμένα από κύτταρα και πίστευαν ότι τα φυτά δεν είναι ζωντανοί οργανισμοί, ενώ σε άλλες περιπτώσεις, παρότι αναγνώριζαν τα φυτά ως ζωντανούς οργανισμούς, πίστευαν ότι δεν αποτελούνται από κύτταρα.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναπτυχθούν καινοτόμες μέθοδοι διδασκαλίας του γενετικού υλικού στις οποίες η συμμετοχή των μαθητών θα είναι ενεργή και μέσα από τις παρατηρήσεις τους θα μπορέσουν να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με τη φύση του γενετικού υλικού. Κάτι που ενισχύει αυτή την άποψη είναι ότι από τον διαγωνισμό για την Παγκόσμια Ημέρα DNA συγκεντρώθηκαν εκθέσεις από τις οποίες αναδείχτηκαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στη Γενετική. Συγκρίνοντας τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών το 2007 με αυτές του 2000 φάνηκε ότι είναι οι ίδιες παρά την αλματώδη πρόοδο της επιστήμης της Γενετικής.¹³

Στην παρούσα εργασία προτείνεται ένα σενάριο διδασκαλίας του γενετικού υλικού σε μαθητές της Γ' τάξης Γυμνασίου, αλλά το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε ανώτερες εκπαιδευτικές βαθμίδες. Γι' αυτό τον λόγο προτείνεται η μελέτη κατάλληλου φωτογραφικού υλικού που προέρχεται από φωτογραφίες των καρυοτύπων, αλλά και φωτογραφίες των φαινοτύπων 11 φυτικών taxa, το οποίο θα βοηθήσει τους μαθητές να αντιληφθούν την έννοια του γενετικού υλικού και να οδηγηθούν σε λειτουργική γνώση όλων των

εννοιών που σχετίζονται με το γενετικό υλικό και χρησιμοποιούνται στα σχολικά βιβλία. Προτείνονται, επίσης, κάποιες δραστηριότητες που βασίζονται σε αυτό το υλικό. Με την προσέγγιση αυτή, που είναι καθαρά εποικοδομιστική, οι μαθητές οδηγούνται στη λειτουργική γνώση και κατανόηση, αν και η γνώση, όπως και η κατανόηση, δεν είναι εύκολο να εκφραστούν άμεσα και αντικειμενικά, μπορεί όμως έμμεσα, μέσα από αυτή τη διδακτική προσέγγιση, να επέλθει εννοιολογική αλλαγή και καταγραφή των συλλογισμών των μαθητών.

Σενάριο διδακτικής παρέμβασης – Ενδεικτική διδακτική προσέγγιση

Εννοιολογικό πλαίσιο

Σύμφωνα με το σύγγραμμα των Γεωργίου Ψαρά, Αργυρώς Τηνιακού και Γεωργίας Καμάρη¹⁴ και τη διπλωματική εργασία της Ελένης Κριεμάδη:¹⁵

Μετάφαση καλείται η φάση της κυτταρικής διαίρεσης (μίτωσης: πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση, τελόφαση) κατά την οποία μελετάται η μορφολογία των χρωμοσωμάτων. Στο τέλος της τα χρωμοσώματα διακρίνονται χωρισμένα σε δύο χρωματίδες και φαίνονται ενωμένες μόνο στο κεντρομέρος τους.

Κεντρομέρος ή *πρωτογενής περίσφιξη* καλείται η περιοχή του χρωμοσώματος που έχει σύνθετη οργάνωση και δομή, διαιρεί το χρωμόσωμα σε δύο ίσους ή άνισους βραχίονες και καθορίζει τις κινήσεις του κατά την πυρηνική διαίρεση.

Απλοειδής χρωμοσωματικός αριθμός (n) είναι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στους γαμέτες των οργανισμών οι οποίοι πολλαπλασιάζονται αμφιγονικά, αλλά και ο αριθμός των χρωμοσωμάτων σε μερικούς κατώτερους οργανισμούς.

Διπλοειδής χρωμοσωματικός αριθμός (2n) είναι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα των οργανισμών οι οποίοι πολλαπλασιάζονται αμφιγονικά. Διαφορετικοί οργανισμοί έχουν διαφορετικό αριθμό χρωμοσωμάτων και ο αριθμός αυτός δεν σχετίζεται με την πολυπλοκότητα του οργανισμού.

Βασικός χρωμοσωματικός αριθμός (x) είναι ο παλαιότερος φυλογενετικά απλοειδής χρωμοσωματικός αριθμός ενός είδους, γένους ή και ολόκληρης οικογένειας. Μεγάλη ποικιλία βασικών χρωμοσωματικών αριθμών σε ένα taxon συνεπάγεται δυναμικότητα ειδογένεσης και εξέλιξης. Όσο πιο μικροί είναι οι βασικοί χρωμοσωματικοί αριθμοί τόσο παλαιότεροι φυλογενετικά είναι οι οργανισμοί.

Γνωρίσματα μορφολογίας χρωμοσωμάτων

1) Η θέση του κεντρομέρους είναι εκείνη που καθορίζει τη μορφολογία των χρωμοσωμάτων. Λέγεται και πρωτογενής περίσφιξη. Τα χρωμοσώματα χαρακτηρίζονται: α) ως *μετακεντρικά* αν το κεντρομέρος βρίσκεται περίπου στη μέση του χρωμοσώματος και το χωρίζει σε ίσους βραχίονες (αναλογία βραχιόνων 1,0 - 1,7), β) ως *υπομετακεντρικά* αν βρίσκεται στην ενδιάμεση περιοχή και το χωρίζει σε ένα μεγάλο (L) βραχίονα και σε ένα μικρό (s) βραχίονα, γ) ως *ακροκεντρικά* όταν βρίσκεται σχεδόν στο άκρο του χρωμοσώματος (αναλογία βραχιόνων 3,0 - 7,0) και δ) ως *τελοκεντρικά* όταν βρίσκεται στο άκρο του χρωμοσώματος (αναλογία βραχιόνων 7,0 - άπειρον).

2) Η ύπαρξη δορυφόρων (*satellites*), οι οποίοι είναι συνήθως μικροί, όχι πάντοτε ορατοί και εμφανίζονται συνήθως στο άκρο του μικρού βραχίονα. Οι δορυφόροι των χρωμοσωμάτων ενός κυττάρου συγκροτούν στο τέλος της μίτωσης (τελόφαση) τον οργανωτή του πυρηνίσκου, περιοχή υπεύθυνη για την οργάνωση του πυρηνίσκου.

3) Δευτερογενείς περισφίξεις (*secondary constrictions*), που είναι χρήσιμες για τον καθορισμό της ομολογίας των χρωμοσωμάτων. Στη μελέτη της αναλογίας των δύο βραχιόνων και του σχετικού μήκους κάθε χρωμοσώματος δεν λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος του δορυφόρου ούτε και η διαφορετική κάθε φορά απόστασή του από τον βραχίονα, όταν ο δορυφόρος είναι μικρός.

Καρυότυπος καλείται το σύνολο των χρωμοσωμάτων με τη συγκεκριμένη μορφολογία τους σε έναν οργανισμό. Η μορφολογία και ο αριθμός των χρωμοσωμάτων σε κάθε οργανισμό παρουσιάζουν συνήθως σταθερότητα, έτσι ώστε να θεωρούνται σαν ένα είδος βιολογικής ταυτότητας.

Συμμετρικός καρυότυπος είναι αυτός που αποτελείται από χρωμοσώματα παραπλήσιου ή διαβαθμισμένου μεγέθους και τα περισσότερα είναι μετακεντρικά ή υπομετακεντρικά.

Ασύμμετρος καρυότυπος είναι αυτός που αποτελείται από πολύ μεγάλα και πολύ μικρά χρωμοσώματα χωρίς να υπάρχει ενδιάμεσο μέγεθος και τα περισσότερα είναι ακροκεντρικά ή τελοκεντρικά.

Καρυόγραμμα καλείται η ταξινόμηση των χρωμοσωμάτων σε ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων και σε σειρά ελαττούμενου μεγέθους. Οι περισσότεροι κυτταρολόγοι συμφωνούν ότι στα ανθόφυτα η εξέλιξη των οργανισμών οδηγεί σε περισσότερο ασύμμετρος καρυότυπους. Πάντως, τα είδη που είναι περισσότερο σταθεροποιημένα έχουν συνήθως πιο συμμετρικούς καρυότυπους και μικρότερο του 15 βασικό αριθμό χρωμοσωμάτων. Από τη μελέτη του καρυότυπου είναι δυνατό να εντοπιστούν χρωμοσωματικές ανακατατάξεις (μεταλλάξεις), π.χ. ελλείψεις, διπλασιασμοί, αναστροφές, αμοιβαίες μετατοπίσεις κ.λπ.

Πολυπλοειδία υπάρχει όταν η απλοειδής χρωμοσωμική σειρά επαναλαμβάνεται περισσότερες από 2 φορές. Γενικότερα, είναι ευρέως αποδεκτό ότι η εξέλιξη οδηγεί σε ανώτερα επίπεδα πολυπλοειδίας, κυρίως στους φυτικούς οργανισμούς, στους οποίους είναι περισσότερο διαδεδομένη και συχνά οδηγεί σε ειδογένεση.

Τεχνική χρώσης χρωμοσωμάτων

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν κυτταρολογικά (Ελένη Κριεμάδη)¹⁶ 11 taxa (Πίνακες 1, 2, 3). Από τα taxa αυτά μελετήθηκαν ένας ή περισσότεροι πληθυσμοί, όπως στην περίπτωση του *Ornithogalum montanum*. Η μελέτη των καρυοτύπων έγινε σε ημιμόνιμα παρασκευάσματα και η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή της σύνθλιψης (*squash technique*) των Östergren & Heneen¹⁷ με σχετικές τροποποιήσεις στην προκατεργασία του υλικού, προσαρμοσμένες σε κάθε περίπτωση. Η βαφή των χρωμοσωμάτων έγινε με αντιδραστήριο Feulgen (Feulgen's stain, Darlington & La Cour¹⁸) για 3 τουλάχιστον ώρες σε σκοτεινό μέρος. Σε περιπτώσεις γενών, όπου τα χρωμοσώματα είναι μικρά ή δεν βάφονται επαρκώς (*Stachys*, *Cyclamen*, *Ajuga*) χρησιμοποιήθηκε επιπρόσθετα και διάλυμα οξικής ορσεΐνης (Ελένη Κριεμάδη).¹⁹

Καθορισμός πιθανών εμποδίων

Εμπόδιο 1: Ενδέχεται οι μαθητές να αγνοούν ή να τους διαφεύγει ότι και τα φυτά είναι ζωντανοί οργανισμοί που έχουν γενετικό υλικό, όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί.

Εμπόδιο 2: Ενδέχεται οι μαθητές να θεωρούν ότι οι φυτικοί οργανισμοί είναι «κάτι άλλο», κάπως κατώτεροι από τους ζωικούς και συνεπώς ή δεν έχουν χρωμοσώματα ή έχουν λιγότερα χρωμοσώματα από ό,τι οι ζωικοί οργανισμοί.

Εμπόδιο 3: Ενδέχεται οι μαθητές να συγχέουν τους όρους: χρωμοσώματα, χρωματίδες.

Εμπόδιο 4: Ενδέχεται οι μαθητές να συγχέουν τους όρους *διπλασιασμένα ινίδια χρωματίνης, αδελφές χρωματίδες, διπλασιασμένα χρωμοσώματα, ομόλογα χρωμοσώματα*.

Εμπόδιο 5: Ενδέχεται οι μαθητές να νομίζουν ότι τα χρωμοσώματα υφίστανται ως έννοιες μόνο έπειτα από την αντιγραφή του DNA.

Χρόνος: 7 διδακτικές ώρες

Επίπεδο μαθητών: Γ΄ τάξη Γυμνασίου

Προσέγγιση αντικειμένου: εποικοδομιστική σύμφωνα με τη στρατηγική της κατευθυνόμενης διερεύνησης.²⁰

Μεθοδολογία (Διδακτικά εργαλεία και τεχνικές):

- Προβληματοκεντρική, διερευνητική διδασκαλία με συζήτηση οργανωμένη γύρω από κατάλληλες ερωτήσεις και ασκήσεις
- Καταιγισμός ιδεών
- Ατομική εργασία συνδυασμένη με εργασία σε ομάδες
- Επίλυση προβλημάτων

Υλικά/μέσα για την υποστήριξη του μαθήματος:

- Έγχρωμο έντυπο υλικό: Πίνακες 1, 2, 3, 4
- Μικροσκόπιο

Φάσεις εξέλιξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 1^η: Εισαγωγή στις έννοιες χρωμόσωμα, καρυότυπος, φαινότυπος, ομόλογα χρωμοσώματα, διπλοειδής, απλοειδής οργανισμός (3 διδακτικές ώρες).

Στη φάση αυτή επιδιώκεται οι μαθητές:

- να εξοικειωθούν/αποσαφηνίσουν τις έννοιες: γενετικό υλικό, καρυότυπος χρωμοσώματα, μορφολογία καρυότυπου,
- να εξοικειωθούν με την έννοια της κλίμακας,
- να διαλευκανθούν τα πιθανά εμπόδια 1 και 2.

Εκκίνηση

Υιοθετούμε την τεχνική του καταιγισμού ιδεών (brainstorming): Πώς πιστεύετε ότι είναι δυνατό να συνεχίζεται και να διατηρείται η ζωή στον πλανήτη μας; Με γνώμονα τις αρχικές ιδέες των μαθητών για την αναπαραγωγή, ο διδάσκων επιδιώκεται να εκμαιεύσει από τους μαθητές απαντήσεις και να τους οδηγήσει σε αποσαφηνίσεις με τη χρήση κατάλληλων ερωτημάτων του τύπου: Γιατί οι απόγονοι μοιάζουν με τους γονείς τους; Τι περιέχει το ζυγωτό που προέρχεται από την ένωση δύο γαμετών;

Οι μαθητές σταδιακά οδηγούνται στη λεκτική διατύπωση των πρώτων εννοιολογικών συλλήψεων σχετικών με το γενετικό υλικό.

Ακολουθεί ερώτημα για το αν μπορούμε να δούμε το γενετικό υλικό. Ακολουθεί εννοιολογική προσέγγιση των όρων: *χρωμόσωμα, ομόλογο χρωμόσωμα, καρυότυπος, καρυόγραμμα, διπλοειδής οργανισμός.*

Ακολουθεί ερώτημα αν τα φυτά είναι ζωντανοί οργανισμοί και αν έχουν γενετικό υλικό, χρωμοσώματα, γαμέτες. Ανατρέχουμε σε προηγούμενες γνώσεις των μαθητών σχετικά με τους τρόπους πολλαπλασιασμού των φυτών. Αυτή η συζήτηση μας βοηθά να ξεπεράσουμε το εμπόδιο 1 και το εμπόδιο 2.

Επιδιώκοντας οι μαθητές να εμπεδώσουν τις παραπάνω γνώσεις και να τις διευρύνουν, τους καλούμε να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες 1 και 2. Με τη δραστηριότητα 1 οι μαθητές καθοδηγούνται να περιγράψουν τη μορφολογία του καρυοτύπου και να κατασκευάσουν έναν καρυότυπο, ενώ με τη δραστηριότητα 2 οι μαθητές συνδέουν τον φαινότυπο του οργανισμού με τον αντίστοιχο καρυότυπό του.

Ακολουθεί παρατήρηση καρυοτύπου σε μόνιμα παρασκευάσματα στο μικροσκόπιο και εισαγωγή στην έννοια της μεγέθυνσης. Στη συνέχεια, ακολουθεί η δραστηριότητα 3, με την οποία εισάγεται η έννοια της κλίμακας.

Κατά τη διάρκεια εξέλιξης όλων των δραστηριοτήτων, παρεμβαίνουμε κατευθύνοντας τους μαθητές και επεμβαίνοντας όποτε κρίνεται απαραίτητο. Οι μαθητές λειτουργούν σε ομάδες των 4 ατόμων και στο τέλος κάθε δραστηριότητας συζητούνται τα αποτελέσματα.

Φάση 2^η: Εφαρμογή: Δραστηριότητες που σχετίζονται με τις διαδικασίες κυτταρικής διαίρεσης (μίτωση-μείωση) (2 διδακτικές ώρες).

Στη φάση αυτή επιδιώκεται οι μαθητές: α) να ξεπεράσουν τα πιθανά εμπόδια 3, 4, 5 και να συνδέσουν τη μοριακή δομή του DNA με τη δομή του χρωμοσώματος, β) να κατανοήσουν ότι η έννοια του χρωμοσώματος δεν υφίσταται μόνο μετά την αντιγραφή του DNA, αλλά και γ) να κατανοήσουν τις διάφορες μορφές του γενετικού υλικού ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου στο οποίο βρίσκονται. Φυσικά, θεωρούμε ότι οι μαθητές έχουν διδαχτεί τη δομή και τις λειτουργίες του DNA. Αρχικά, τίθεται το ερώτημα πώς από ένα και μοναδικό κύτταρο, το ζυγωτό, δημιουργείται ένας πολυκύτταρος οργανισμός; Και στη συνέχεια, με τι τρόπο διατηρούνται σταθεροί ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων σε έναν οργανισμό, αλλά και σε κάθε κύτταρο του οργανισμού, ώστε ο καρυότυπός του να αποτελεί ένα είδος βιολογικής ταυτότητάς του. Ακολουθεί η περιγραφή των διαδικασιών μίτωσης και μείωσης με γραφική αναπαράστασή τους. Πραγματοποιείται η δραστηριότητα 4, με την οποία οι μαθητές αναγνωρίζουν στις φωτογραφίες των καρυοτύπων τις αδελφές χρωματίδες και απαντούν σε ερωτήματα που τους βοηθούν με τη μέθοδο του εποικοδομισμού να οδηγηθούν στη βαθύτερη κατανόηση της έννοιας του γενετικού υλικού. Με τη δραστηριότητα 5 οδηγούμε τους μαθητές σε γενικεύσεις και εξαγωγή συμπερασμάτων, περνώντας εναλλάξ από το κατώτερο επίπεδο οργάνωσης του γενετικού υλικού μόριο DNA – στο ανώτερο – χρωμόσωμα.

Φάση 3^η: Εφαρμογή: Εισαγωγή σε μηχανισμούς με τους οποίους οι οργανισμοί εξελίσσονται (1 διδακτική ώρα).

Στη φάση αυτή καταβάλλεται προσπάθεια να γίνει υπέρβαση της απλής κατανόησης των όρων που σχετίζονται με το γενετικό υλικό και να κατανοηθεί η βαθύτερη σημασία της μελέτης του. Οι μαθητές οδηγούνται στη λειτουργική γνώση των εννοιών αυτών, καθώς εμπλέκονται σε δραστηριότητες μέσα από τις οποίες οι ίδιοι διαπιστώνουν συμπεράσματα για την εξέλιξη των οργανισμών και ανακαλύπτουν τρόπους με τους οποίους αυτά τα επιστημονικά ευρήματα μπορούν να έχουν εφαρμογές στην καθημερινότητα.

Οι μαθητές ερωτώνται αν οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα είναι οι ίδιοι με αυτούς που υπήρξαν στο μακρινό παρελθόν από τότε που δημιουργήθηκε η ζωή στον πλανήτη μας. Σε αυτό το ερώτημα η απάντηση αναμένεται να είναι αρνητική. Με τη μαιευτική μέθοδο, ανάλογα με το επίπεδο γνώσεων των μαθητών, ο εκπαιδευτικός αναφέρεται στις τυχαίες αλλαγές του γενετικού υλικού (μεταλλάξεις) και στις αλλαγές που μπορεί να επέλθουν στο περιβάλλον (κλιματικές συνθήκες κ.λπ.), οι οποίες είναι καθοριστικές για τη δημιουργία ποικιλομορφίας και, κατ' επέκταση, την πιθανή δημιουργία νέων μορφών με τελικό αποτέλεσμα την εξέλιξή τους. Συνεχίζουμε με τις ακόλουθες δραστηριότητες, σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές μελετώντας καρυοτύπους:

α) διαπιστώνουν ότι η συμμετρία του καρυοτύπου αποτελεί ένδειξη σταθερότητας όσον αφορά στην εξέλιξη ενός είδους. Πραγματοποίηση δραστηριότητας 6.

β) οδηγούνται σε συμπεράσματα όσον αφορά στην εξέλιξη των οργανισμών μέσα από τις αλλαγές που συμβαίνουν στο γενετικό υλικό και την επίδραση διαφορετικού περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τη σύγκριση των καρυογραμμμάτων δύο πληθυσμών του *Ornithogallum montanum*, δηλαδή του πληθυσμού από τη Λευκάδα και του πληθυσμού από τη Ζάκυνθο. Πραγματοποίηση δραστηριοτήτων 7 και 8. Σε αυτές τις δύο δραστηριότητες στηριζόμαστε σε προηγούμενες γνώσεις των μαθητών σχετικά με τη μίτωση.

γ) ανακαλύπτουν άλλο μηχανισμό εξέλιξης των οργανισμών, ο οποίος δεν αναφέρεται στα σχολικά βιβλία και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στους φυτικούς οργανισμούς. Είναι η πολυπλοειδία, δηλαδή η επανάληψη της απλοειδούς χρωμοσωμικής σειράς περισσότερο από δύο φορές. Με την πραγματοποίηση της δραστηριότητας 9 επιδιώκεται οι μαθητές να εξοικειωθούν με την έννοια της πολυπλοειδίας (σε αυτοφυή και καλλιεργούμενα φυτά). Στο σημείο αυτό οι μαθητές ερωτώνται αν θα μπορούσαν οι επιστήμονες να δημιουργήσουν πολυπλοειδή είδη, μιμούμενοι τη φύση και αυτό σε τι θα μπορούσε να βοηθήσει την ανθρωπότητα. Δίδεται η πληροφορία ότι καλλιεργούμενα βρώσιμα φυτά έχουν μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοειδίας από τους άγριους προγόνους τους και βελτιωμένες ιδιότητες π.χ. καλαμπόκι.

Φάση 4^η: Εμπέδωση και αξιολόγηση (1 διδακτική ώρα).

Υποβάλλοντας κατάλληλες ερωτήσεις, βοηθούμε τους μαθητές να συνοψίσουν αναφέροντας τα κυριότερα σημεία του μαθήματος. Τους συμβουλεύουμε να εκφράζονται σύντομα, δίνοντας όσο το δυνατόν περιεκτικότερες απαντήσεις. Στο τέλος της διδακτικής παρέμβασης, προτείνεται οι μαθητές να εργαστούν ατομικά συμπληρώνοντας το φύλλο αξιολόγησης χρονικής διάρκειας περίπου 10-15 λεπτών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ^{21, 22}Δραστηριότητα 1^η

Σας δίνεται ο καρυότυπος ενός φυτικού είδους της *Scilla autumnalis*. α) Να κατασκευάσετε το καρυόγραμμα αυτού του φυτικού είδους. Τα ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων έχουν την ίδια αρίθμηση. Να τα χωρίσετε σε ζεύγη, να τα κόψετε και να τα κολλήσετε σε μία γραμμή με το κεντρομέρος να ακουμπά στη γραμμή, τον μεγάλο βραχίονα κάτω από τη γραμμή και τον μικρό πάνω από τη γραμμή. Προσοχή μην κόψετε όλα τα χρωμοσώματα από την αρχή, αλλά να κόβετε ένα ένα ζευγάρι ξεκινώντας από το μεγαλύτερο, δηλαδή το ζευγάρι νούμερο 1. Υπάρχει κίνδυνος να μπερδευτούν τα χρωμοσώματα ή να χαθούν. Στη συνέχεια, να απαντηθούν τα ακόλουθα ερωτήματα:

α) Ποιος είναι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων της *Scilla autumnalis*; β) Τι ονομάζουμε ομόλογα χρωμοσώματα; Πόσα ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων διαπιστώσατε; γ) Τι ονομάζουμε καρυότυπο και τι καρυόγραμμα; δ) Είναι διπλοειδής ($2n$) ή απλοειδής (n) αυτός ο οργανισμός; Γιατί; ε) Παρατηρείτε ομοιότητες μεταξύ των ομόλογων χρωμοσωμάτων; Ο καρυότυπος είναι συμμετρικός ή ασύμμετρος;

Δραστηριότητα 2^η

Στους Πίνακες 1, 2, 3 υπάρχουν οι φαινότυποι και οι καρυότυποι 11 φυτικών οργανισμών. α) Να δοθεί μια υποτυπώδης περιγραφή του φαινότυπου κάθε φυτικού είδους, π.χ. χρώμα άνθους, σχήμα φύλλων. β) Να καταμετρήσετε τα χρωμοσώματα καθενός φυτικού είδους. Να κατατάξετε τα φυτικά είδη σε τρεις ομάδες: μία να περιέχει οργανισμούς με μικρά χρωμοσώματα, μία με ενδιάμεσου μεγέθους χρωμοσώματα και μία με μεγάλα έως πολύ μεγάλα χρωμοσώματα. γ) Για καθένα φυτικό είδος να βρεθεί ο αριθμός των ζευγών ομολόγων χρωμοσωμάτων του. δ) Να χαρακτηριστούν οι καρυότυποι ως συμμετρικοί ή ασύμμετροι.

Δραστηριότητα 3^η

Σας δίνονται τα καρυογράμματα των φυτικών ειδών – taxa του Πίνακα 4. Αν η ευθεία γραμμή που υπάρχει σε κάθε καρυότυπο – καρυόγραμμα αντιστοιχεί σε 10 μ m (–) μπορείτε με έναν χάρακα με ακρίβεια χιλιοστού του μέτρου να βρείτε το μέγεθος του μεγαλύτερου και του μικρότερου χρωμοσώματος σε κάθε καρυόγραμμα;

Δραστηριότητα 4^η

Σας δίνονται τα καρυογράμματα των φυτικών ειδών του Πίνακα 4. Στο πρώτο και δεύτερο καρυόγραμμα και ειδικά στο πρώτο και δεύτερο ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων αυτών φαίνονται οι αδελφές χρωματίδες που αρχίζουν να ξεχωρίζουν. α) Σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα χρωμοσώματα; β) Πόσες αδελφές χρωματίδες έχει κάθε χρωμόσωμα σε αυτά τα καρυογράμματα; γ) Στο τρίτο καρυόγραμμα υπάρχουν αδελφές χρωματίδες; δ) Αν στο προηγούμενο ερώτημα απαντήσατε ναι, για ποιο λόγο δεν διακρίνονται στις φωτογραφίες των καρυογραμμάτων οι αδελφές χρωματίδες;

Δραστηριότητα 5^η

α) Για κάθε ένα φυτικό είδος στους Πίνακες 1, 2, 3 να βρείτε τον αριθμό των κυττάρων που θα προκύψουν αν τα κύτταρα διαιρεθούν με μίτωση και τον αριθμό των χρωμοσωμάτων τους. Όμοια αν διαιρεθούν με μείωση. β) Για κάθε ένα φυτικό είδος στους Πίνακες 1, 2, 3 να βρείτε τον αριθμό των αδελφών χρωματίδων και μορίων DNA από τα οποία αποτελούνται.

Δραστηριότητα 6^η

Σας δίνεται η πληροφορία ότι όσο πιο συμμετρικός είναι ο καρυότυπος ενός φυτικού είδους, δηλαδή όσο το μέγεθος και το σχήμα των χρωμοσωμάτων του είναι ομοιόμορφα (αποτελείται από χρωμοσώματα παραπλήσιου ή διαβαθμισμένου μεγέθους), τόσο πιο σταθερό εξελικτικά είναι το φυτικό είδος. Στα φυτικά είδη του Πίνακα 1 ποιο πιστεύετε είναι πιο σταθερό και γιατί;

Δραστηριότητα 7^η

Έχετε την πληροφορία ότι ο αριθμός, το μέγεθος και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων κάθε φυτικού είδους είναι συγκεκριμένη. Σας δίνονται τα καρυογράμματα των φυτικών ειδών του Πίνακα 4. Προσέξτε ότι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων για όλα είναι ο ίδιος. α) Μπορείτε να πείτε αν κάποια από αυτά τα καρυογράμματα μοιάζουν πολύ, τόσο ώστε να ανήκουν στο ίδιο φυτικό είδος, αλλά απλώς σε διαφορετικό πληθυσμό; β) Σε δύο από αυτά τα καρυογράμματα φαίνονται οι αδελφές χρωματίδες που αρχίζουν να ξεχωρίζουν. Σε ποια συμβαίνει αυτό;

Δραστηριότητα 8^η

Σας δίνονται τα καρυογράμματα δύο πληθυσμών του *Ornithogallum montanum*. Ο ένας πληθυσμός είναι από τη Λευκάδα και ο άλλος από τη Ζάκυνθο α) Ποιος είναι ο αριθμός χρωμοσωμάτων τους; β) Ποιος πληθυσμός είναι πιο σταθερός εξελικτικά σύμφωνα με τη δραστηριότητα 6; γ) Σε ποιον από τους δύο πληθυσμούς φαίνονται οι αδελφές χρωματίδες που αρχίζουν να ξεχωρίζουν; δ) Μπορείτε να πείτε σε ποιον πληθυσμό τα κύτταρα από τα οποία έγινε το καρυόγραμμα βρίσκονταν σε πιο όψιμη φάση της μίτωσης;

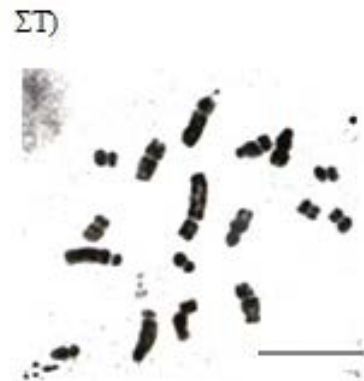
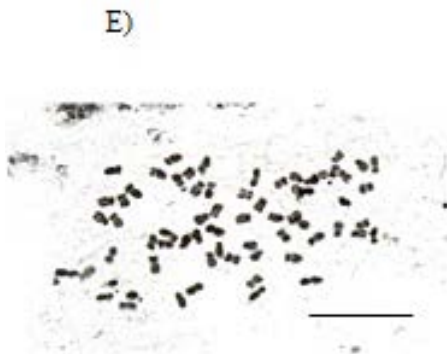
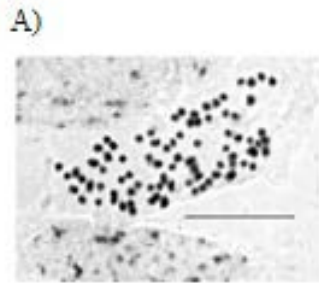
Δραστηριότητα 9^η

Στον Πίνακα 2 οι οργανισμοί *Narcissus serotinus*, *Cyclamen hederifolium*, *Ajuga iva*, είναι πολυπλοειδείς. α) Πόσες φορές επαναλαμβάνεται η απλοειδής σειρά χρωμοσωμάτων σε κάθε ένα από αυτά τα φυτικά είδη; β) Ποιοι οργανισμοί θεωρείτε ότι είναι πλεονεκτικότεροι όσον αφορά την ικανότητα επιβίωσής τους, οι φυτικοί ή οι ζωικοί; Δίνεται η πληροφορία ότι στη φύση η δημιουργία νέων πολυπλοειδών ειδών είναι συχνότερη στους φυτικούς οργανισμούς, οι οποίοι είναι βιώσιμοι, σε αντίθεση με τους ζωικούς, όπου συμβαίνει σπανιότατα. γ) Θα μπορούσαν οι επιστήμονες να δημιουργήσουν νέα φυτικά είδη με ανώτερο βαθμό πολυπλοειδίας; Για ποιο λόγο να το κάνουν; Δίδεται η πληροφορία ότι καλλιεργούμενα βρώσιμα φυτά έχουν μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοειδίας από τους άγριους προγόνους τους και βελτιωμένες ιδιότητες π.χ. καλαμπόκι.










Φύλλο Αξιολόγησης

Ας δούμε τι μάθαμε:








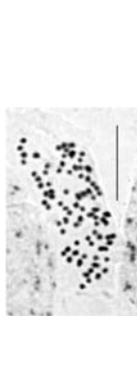


- Τι πληροφορίες μας δίνει ο καρυότυπος των οργανισμών; Τι σχέση έχει ο φαινότυπος των οργανισμών με τον καρυότυπό τους;
- Ένα χρωμόσωμα πόσα μόρια DNA έχει πριν από την αντιγραφή του DNA, μετά την αντιγραφή του DNA, στη μετάφαση; Αντίστοιχα, ένα χρωμόσωμα τι μορφή έχει στην αρχή της μετάφασης και στο τέλος της μετάφασης;
- Να κάνετε την αντιστοίχιση των φυτικών ειδών με τους αντίστοιχους καρυοτύπους.
1. *Allium ionicum*, 2. *Ajuga iva*, 3. *Bellis perennis*, 4. *Crocus boryi*, 5. *Cyclamen hederifolium*, 6. *Muscari commutatum*. ——— Κλίμακα = 10μm.













Πίνακας 1. Φαινότυποι, καρυότυποι, καρυογράμματα των φυτικών ειδών: *Scilla autumnalis*, *Bellis perennis*, *Muscari commutatum*. ——— Κλίμακα = 10μm.

	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ	ΚΑΡΥΟΤΥΠΟΣ	ΚΑΡΥΟΓΡΑΜΜΑ
1.	<i>Scilla autumnalis</i> (σκίλλα η φθινοπωρινή)			 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=14$. Καρυότυπος μάλλον συμμετρικός. Το μέγεθος του μεγαλύτερου χρωμοσώματος είναι 4.8μm και του μικρότερου 2.6μm. Το 2^ο, 4^ο και 7^ο ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων είναι δορυφορικά.</p>
2.	<i>Bellis perennis</i> (λευκή μαργαρίτα η πολυετής)			 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=18$. Καρυότυπος συμμετρικός και περιλαμβάνει μετακεντρικά χρωμοσώματα μεγέθους 4.2μm έως 1.9μm, τέσσερα από τα οποία είναι δορυφορικά.</p>
3.	<i>Muscari commutatum</i> (κρεμμυδόβλα, βολβός, καλογριά)			 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=18$. Καρυότυπος σχετικά ασύμμετρος. Το μέγεθος του μεγαλύτερου χρωμοσώματος είναι 6.5μm και του μικρότερου 2.2μm. Τα δύο πρώτα ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων είναι δορυφορικά. Παρατηρείται ετεροζυγωτία στο 1^ο και 5^ο ζεύγος υπομετακεντρικών χρωμοσωμάτων.</p>




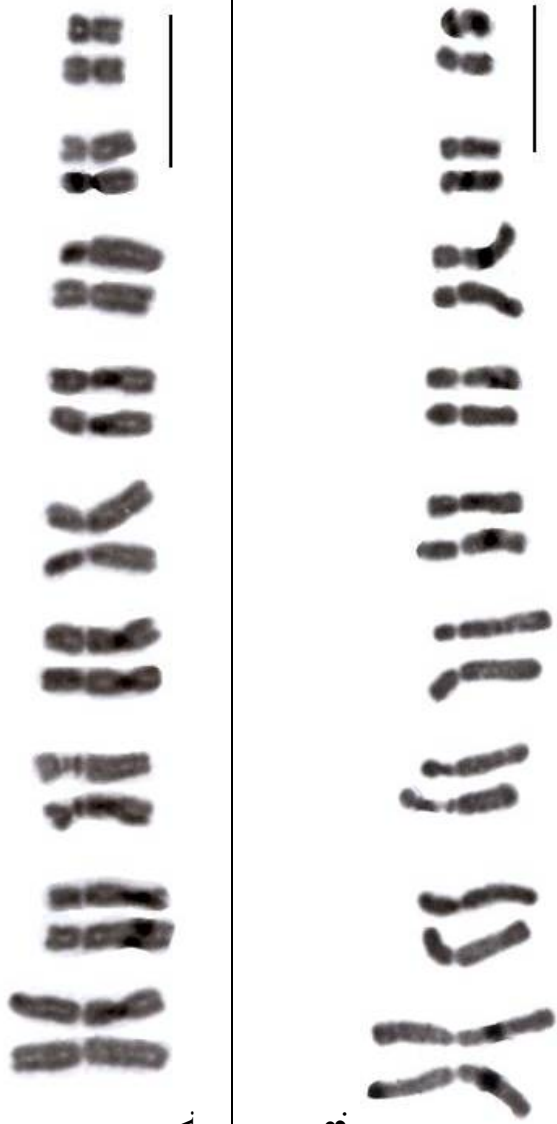
Πίνακας 2. Φαινότυποι, καρυότυποι των φυτικών ειδών: *Narcissus serotinus*, *Crocus boryi*, *Cyclamen hederifolium*, *Ajuga iva*, *Stachys euboica*. — Κλίμακα = 10μm.

	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ	ΚΑΡΥΟΤΥΠΟΣ
4.	<i>Narcissus serotinus</i> (Νάρκισσος ο φθινοπωρινός)		 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=6x=30$. Πρόκειται για εξαπλοειδία με βασικό χρωμοσωματικό αριθμό $x=10$. Ο καρυότυπος είναι ασύμμετρος με τα περισσότερα χρωμοσώματα ακροκεντρικά και με μεγάλη διαφορά μεγέθους μεταξύ του μεγαλύτερου $11.2\mu\text{m}$ και του μικρότερου $2.2\mu\text{m}$ χρωμοσώματος.</p>
5.	<i>Crocus boryi</i> (κρόκος του Βόρου)		 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=30$. Καρυότυπος συμμετρικός με κυρίως μετακεντρικά χρωμοσώματα. Το μέγεθος των χρωμοσωμάτων είναι από $4.8\mu\text{m}$ έως $1.5\mu\text{m}$. Το 2° σε μέγεθος ζεύγος είναι δορυφορικό.</p>
6.	<i>Cyclamen hederifolium</i> (κυκλάμινο, τρικλαμίδες, λαγουδάκια)		 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=4x=68$. Καρυότυπος συμμετρικός με τα περισσότερα χρωμοσώματα μετακεντρικά, ενώ παρατηρούνται 4-6 δορυφορικά. Τα μεγέθη των χρωμοσωμάτων δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές και κυμαίνονται μεταξύ $2.6\mu\text{m}$ και $1.1\mu\text{m}$. Πρόκειται για τετραπλοειδία με βασικό χρωμοσωματικό αριθμό $x=17$.</p>
7.	<i>Ajuga iva</i> (λιβανόχορτο)		 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=10x=80$. Καρυότυπος αποτελούμενος από μικρά χρωμοσώματα η μορφολογία του οποίου είναι ακαθόριστη λόγω του μικρού μεγέθους των χρωμοσωμάτων, αλλά και της ακαθόριστης θέσης του κεντρομέρους. Πρόκειται για δεκαπλοειδία με βασικό χρωμοσωματικό αριθμό $x=8$.</p>
8.	<i>Stachys euboica</i>		 <p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=34$. Καρυότυπος συμμετρικός με όλα τα χρωμοσώματα μετακεντρικά μικρού μεγέθους από $1.8\mu\text{m}$ έως $1.13\mu\text{m}$ δύο από τα οποία είναι μετακεντρικά.</p>

Πίνακας 3. Φαινότυποι, καρύοτυποι, καρυογράμματα των φυτικών ειδών *Allium ionicum*, *Fritillaria persica*, *Ornithogalum montanum*. — Κλίμακα = 10μm.

	ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ - ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΚΑΡΥΟΤΥΠΟΣ	ΚΑΡΥΟΓΡΑΜΜΑ
9.	 <p><i>Allium ionicum</i> (α-γριοκρέμμυδο του Ιονίου)</p>		<p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=16$. Καρύοτυπος συμμετρικός. Το μέγεθος του μεγαλύτερου χρωμοσώματος είναι 12.8μm και του μικρότερου έως 7.0μm. Το 3^ο και 8^ο ζεύγος είναι δορυφορικό. Στο 8^ο ζεύγος ο δορυφόρος βρίσκεται στον μικρό βραχίονα και παρατηρείται εμφανής ετεροζυγωτία.</p> 
10.	 <p><i>Fritillaria persica</i> (περσικός κρίνος)</p>		<p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=24$. Καρύοτυπος ασύμμετρος. Τα μεγέθη των χρωμοσωμάτων κυμαίνονται από 19μm έως 10μm. Είναι μεταξύ των μεγαλύτερων στο φυτικό βασίλειο. Το 2^ο και 6^ο ζεύγος είναι δορυφορικά.</p> 
11.	 <p><i>Ornithogalum montanum</i> (ορνιθόγαλο το ορεινό, αστέρι της Βηθλεέμ)</p>		<p>Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=18$. Καρύοτυπος περισσότερο συμμετρικός από αυτόν της Ζακύνθου. Το μέγεθος του μεγαλύτερου χρωμοσώματος είναι 10.5μm και του μικρότερου 2.7μm. Το 3^ο ζεύγος χρωμοσωμάτων είναι δορυφορικό και ακροκεντρικό.</p> <p>Α. Πληθυσμός από Λευκάδα</p>  <p>Αποτελείται από υπομετακεντρικά χρωμοσώματα. Το 4^ο και 5^ο ζεύγος χρωμοσωμάτων είναι ετεροζυγωτικά. Ειδικότερα στο 4^ο ζεύγος φαίνεται ότι το ένα εκ των δύο ομολόγων έχει υποστεί περικεντρική αναστροφή. Επίσης το 5^ο ζεύγος είναι ετεροζυγωτικό. Το 3^ο ζεύγος χρωμοσωμάτων είναι δορυφορικό και ακροκεντρικό.</p> <p>Β. Πληθυσμός από Ζάκυνθο</p> 

Πίνακας 4. Φαινότυποι, καρυογράμματα των φυτικών ειδών *Muscari commutatum*, *Ornithogalum montanum*. ----- Κλίμακα = 10μm.

ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ-ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΚΑΡΥΟΓΡΑΜΜΑ
 <p><i>Muscari commutatum</i> (κρεμμυδούλα βολβός, καλογοριά)</p>	
 <p><i>Ornithogalum montanum</i> (ορνιθόγαλο το ορεινό, αστέρι της Βη-θλεέμ)</p>	 <p>A.</p> <p>B.</p>

Σημειώσεις

- ¹ Jenny Lewis and Colin Wood-Robinson, «Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance – Do students see any Relationship?», *International Journal of Science Education*, 22 (2000): 129-131.
- ² Patricia M. Friedrichsen, Bethany Stone and Patrick Brown, «Examining Students' Conceptions of Molecular Genetics in an Introductory Biology Course for Non-Science Majors: A Self Study», *Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching International Conference* (Vancouver: WA, April 1-4, 2004): 26-27.
- ³ Ηλίας Γιασεμής, *Μελέτη Γνώσεων και Στάσεων Μαθητών Λυκείου έναντι θεμάτων Βιοτεχνολογίας και Γενετικής*, Διαδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών (Πάτρα, 2011), 52-53.
- ⁴ Enrique Banet and Enrique Ajuso, «Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information», *The Science Education* 84 (2000): 314.
- ⁵ Ηλίας Γιασεμής, *ό.π.*, 116.
- ⁶ Jenny Lewis and Colin Wood-Robinson, «Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance – Do students see any Relationship?» *ό.π.*, 130.
- ⁷ Ravit G. Duncan and K. A. Tseng, «Designing Project-based Instruction to Foster Generative and Mechanistic Understandings in Genetics», *The Science Education*, 95 (2011): 23.
- ⁸ Susan Elrod, «Genetics Concept Inventory», (2007): 2, 4, 5 <http://bioliteracy.colorado.edu/Readings/papersSubmittedPDF/Elrod.pdf> (accessed 11 September 2017).
- ⁹ L. Dina Newman, Christina M. Catavero, and L. Kate Wright, «Students Fail to Transfer Knowledge of Chromosome Structure to Topics Pertaining to Cell Division», *CBE Life Sciences Education* 11 (2012): 426.
- ¹⁰ Susan Elrod, «Genetics Concept Inventory», *ό.π.*, 1-2.
- ¹¹ Joel K. Abraham, Kathryn E. Perez and Rebecca M. Price., «The Dominance Concept Inventory: A Tool for Assessing Undergraduate Student Alternative Conceptions about Dominance in Mendelian and Population Genetics», *CBE Life Sciences Education* 13, no. 2 (Summer 2014): 349. Rebecca Carver *et al.*, «Young Adults' Belief in Genetic Determinism, and Knowledge and Attitudes towards Modern Genetics and Genomics: The PUGGS Questionnaire.», *PLOS, A Peer-Reviewed, Open Access Journal* 12 no. 1 (January 23 2017): e0169808, 1.
- ¹² Enrique Banet and Enrique Ajuso, «Teaching Genetics at Secondary School», *ό.π.*, 318, 320.
- ¹³ Kenna Shaw R. Mills, Katie Van Horne, Hubert Zhang, and Joan Boughman, «Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Contest», *Genetics* 178, n. 3 (2008): 1165.
- ¹⁴ Γεώργιος Ψαράς, Αργυρώ Τηνιακού και Γεωργία Καμάρη, *Μορφολογία Φυτών. Μέρος I. Βασικές Γνώσεις*, 35-71 και *Μέρος II. Τα φυτά στο Μικροσκόπιο* (Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2006), 41-50.
- ¹⁵ Ελένη Κριεμάδη, «Κυτταροταξινομική μελέτη ειδών της ελληνικής χλωρίδας», Διπλωματική εργασία (Πανεπιστήμιο Πατρών, 2001).
- ¹⁶ Ελένη Κριεμάδη, *ό.π.*.
- ¹⁷ Gunnar Östergren and Waheeb K. Heneen, «A squash technique for chromosome morphological studies», *Hereditas* 48 (1962): 332-341.
- ¹⁸ Cyril Dean Darlington and Leonard Francis La Cour, *The Handling of Chromosomes* (London, 1969), 52-57.
- ¹⁹ Ελένη Κριεμάδη, *ό.π.*.
- ²⁰ Ηλίας Γ. Ματσαγγούρας, *Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας, τ. Β'. Στρατηγικές Διδασκαλίας. Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη*, 5^η έκδοση, (Αθήνα: εκδόσεις Gutenberg, 2004), 493-508.
- ²¹ Eleni Kriemadi, Pery Bareka and Georgia Kamari. Reports: 1278-1283, [In Kamari Blanché and Garbari (eds) *Mediterranean chromosome numbers reports 12*], *Flora Mediterranea* 12 (2002): 444-449.
- ²² Ελένη Κριεμάδη, *ό.π.*, υποσημείωση 15.

Βιβλιογραφία

- Abraham, Joel K., Kathryn E. Perez and Rebecca, M. Price. «The Dominance Concept Inventory: A Tool for Assessing Undergraduate Student Alternative Conceptions about Dominance in Mendelian and Population Genetics». *CBE Life Sciences Education* 13 no. 2 (Summer 2014): 349-358.
- Banet, Enrique and Enrique Ajuso. «Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information». *The Science Education* 84 (2000): 313-351.

- Carver, Rebecca Bruu, Jérémy Castéra, Niklas Gericke, Neima Alice Menezes Evangelista and Charbel N. El-Hani. «Young Adults' Belief in Genetic Determinism and Knowledge and Attitudes towards Modern Genetics and Genomics: The PUGGS Questionnaire». *PLOS, A Peer-Reviewed, Open Access Journal*, 12 no. 1 (January 23, 2017): e0169808.
- Γιασεμής, Ηλίας. *Μελέτη Γνώσεων και Στάσεων μαθητών Λυκείου έναντι θεμάτων Βιοτεχνολογίας και Γενετικής*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα, 2011.
- Darlington, Cyril Dean and Leonard Francis La Cour. *The Handling of Chromosomes*. London, 1969.
- Duncan, Ravit G. and Katie Ann Tseng. «Designing Project - based Instruction to Foster Generative and Mechanistic Understandings in Genetics». *The Science Education* 95 (2011): 21-56.
- Elrod, Susan. «Genetics Concept Inventory», 2007, <http://bioliteracy.colorado.edu/Readings/papersSubmittedPDF/Elrod.pdf> (accessed September 11, 2017).
- Friedrichsen, Patricia M., Bethany Stone and Patrick Brown. «Examining Students' Conceptions of Molecular Genetics in an Introductory Biology Course for Non-Science Majors: A Self Study». *Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching International Conference*, Vancouver, WA, April 1-4, 2004.
- Καμάρη, Γεωργία. «Κυτταροταξινομική μελέτη της ομάδος *Crepis neglecta* L. εν Ελλάδι». Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα, 1976.
- Κριεμάδη, Ελένη. «Κυτταροταξινομική μελέτη ειδών της ελληνικής χλωρίδας». Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών, 2001.
- Kriemadi, Eleni, Pery Bareka and Georgia Kamari. Reports: 1278-1283 [In: Kamari G., C. Blanché and F. Garbari, (eds). *Mediterranean chromosome numbers reports 12*], *Flora Mediterranea* 12 (2002): 444-450.
- Lewis, Jenny and Colin Wood-Robinson. «Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance – Do students see any Relationship?». *International Journal of Science Education*, 22 (2000): 177-195.
- Ματσαγγούρας, Η. Γ. *Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας, τ. Β. ' Στρατηγικές Διδασκαλίας. Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική πράξη, 5^η έκδοση*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg, 2004.
- Newman, L. Dina, Christina M. Catavero and L. Kate Wright. «Students Fail to Transfer Knowledge of Chromosome Structure to Topics Pertaining to Cell Division». *CBE Life Sciences Education* 11 (2012): 425-436.
- Östergren, Gunnar and Waheeb K. Heneen. «A squash technique for chromosome morphological studies». *Hereditas* 48 (1962): 332-341.
- Shaw, Kenna, R. Mills, Katie Van Horne, Hubert Zhang and Joan Boughman. «Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Contest». *Genetics* 178, no. 3 (2008): 1157-1168.
- Ψαράς, Γεώργιος, Αργυρώ Τηνιακού και Γεωργία Καμάρη. *Μορφολογία Φυτών. Μέρος I. Βασικές γνώσεις*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2006.
- Ψαράς, Γεώργιος, Αργυρώ Τηνιακού και Γεωργία Καμάρη. *Μορφολογία Φυτών. Μέρος II. Τα φυτά στο Μικροσκόπιο*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2006.
- Φαινότυπος *Fritillaria persica*: <https://www.rightplants4me.co.uk/content/plant?PlantID=3899&LatinName=Fritillaria%20persica%20%27Senkoy%27> (accessed September 13, 2017).
- Φαινότυπος *Muscari commutatum*: <http://www.webalice.it/ninova4647/SCH.FLORA/MO/muscaricommutatum.htm> (accessed September 13, 2017).
- Φαινότυπος *Scilla autumnalis*: <http://luirig.altervista.org/generi/scilla.htm> (accessed September 13, 2017).