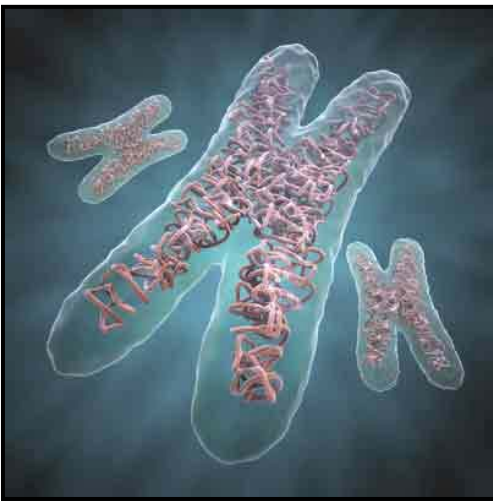


## Τα νέα όπλα της Γενετικής Μηχανικής

Τα τελευταία χρόνια, τα βιοτεχνολογικά εργαστήρια και η αντίστοιχη βιομηχανία έχει αναπτύξει δυο νέες τεχνικές – τα τεχνητά μικροχρωμοσώματα και τα τροποποιημένα οργανίδια – οι οποίες, όπως ισχυρίζονται, θα επιτρέψει το να ξεπεραστούν τα ως τώρα προβλήματα με τους γ.τ.ο., ιδιαίτερα την χαμηλή αποδοτικότητα τους και την γενετική επιμόλυνση. Ωστόσο, βασικές αρχές βιολογίας και τα μαθηματικά δείχνουν ότι, αντίθετα από ότι ισχυρίζεται η βιομηχανία, η νέα τεχνολογία δεν θα αποτρέψει την γενετική επιμόλυνση φυτών. Στη πραγματικότητα, με την σύγκλιση αυτών των δυο τεχνολογιών, προβάλλει η τρομακτική πιθανότητα ότι η επιμόλυνση θα φτάσει σε ένα νέο επίπεδο τοξικότητας, και θα υφίσταται όχι μόνο εντός οργανισμών του ίδιου είδους αλλά και μεταξύ ειδών διαφορετικών μεταξύ τους όπως μεταξύ φυτών και βακτηρίων ή φυτών και μυκήτων.



Από το ξεκίνημα της η Γενετική Μηχανική αντιμετώπισε δυο μεγάλα εμπόδια. Πρώτον, υπάρχει το ευρέως πια αποδεκτό γεγονός ότι η θεωρία πως κάθε γονίδιο είναι υπεύθυνο για ένα μόνο χαρακτηριστικό του οργανισμού (ένα γονίδιο-ένα γνώρισμα), αν ισχύει καν, θα ισχύει μόνο για λίγα γονίδια. Όσο περισσότερα μαθαίνονται για την λειτουργία των κυττάρων και οργανισμών, τόσο περισσότερο ευέλικτη και πολλαπλή φαίνεται να είναι η σχέση μεταξύ των γονιδίων και των λειτουργιών τους. Δεύτερον, Υπάρχει μια περίπλοκη και δυναμική αυτό-ρυθμιστική ικανότητα των χρωμοσωμάτων και των γονιδιωμάτων, η οποία τα κάνει να αποβάλλουν, διαγράφουν ή να “αποσιωπούν” γενετικό υλικό το οποίο δεν είναι κομμάτι της κανονικής δομής τους. Οι μεταλλάξεις

συμβαίνουν ευρέως στην φύση, και πολύ συχνά, το ίδιο το γενετικό υλικό ενεργοποιεί μηχανισμούς που τις “διορθώνουν” ή διαγράφουν. Το αποτέλεσμα αυτού είναι μια αξιοθαύμαστη σταθερότητα μορφής και λειτουργίας από πλευράς οργανισμών.

Τρεις σημαντικά πρακτικά αποτελέσματα προκύπτουν από αυτό: πολλαπλές και απρόβλεπτες παρενέργειες λόγω της γενετικής τροποποίησης, ένα πολύ χαμηλό ποσοστό επιτυχημένης και σταθερής “έκφρασης” των γενετικά τροποποιημένων χαρακτηριστικών και μια σημαντική δυσκολία απόδοσης χαρακτηριστικών, μέσω γενετικής τροποποίησης, τα οποία εμπλέκουν πολλά γονίδια ταυτόχρονα. Η βιοτεχνολογική βιομηχανία επιλήφθηκε του πρώτου προβλήματος με το να μη απελευθερώνει γενετικά τροποποιημένους (γ.τ.) οργανισμούς με εμφανώς βλαβερές παρενέργειες και με το να τις αρνείται όταν αυτές συνέβαιναν στο εργαστήριο ή στο χωράφι, καθώς και σε ζώα ή ανθρώπους. Η βιομηχανία επιμελώς έχει αποφύγει να αναφέρει πως λιγότερο από το 1% των προσπαθειών της στη γενετική μηχανική παρουσιάζουν κάποια επιτυχία. Είναι απρόθυμοι επίσης να παραδεχτούν πως καμιά από τις αρχικές υποσχέσεις της βιοτεχνολογίας- ότι θα έκανε όλα τα φυτά ικανά να δεσμεύουν άζωτο και να απορροφούν φώσφορο [ΣτΜ: απαραίτητα θρεπτικά συστατικά-λιπάσματα], ότι θα δημιουργούσε φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, στα άλατα και τα βαρά μέταλλα, και το ότι θα δημιουργούσε νέα εμβόλια- δεν πραγματοποιήθηκε. Σημαντικός παράγοντας για την εξήγηση των παραπάνω αποτυχιών είναι πως όλα αυτά τα χαρακτηριστικά ή προϊόντα προϋποθέτουν συμπλέγματα γονιδίων. Αντιθέτως, όλα τα μέχρι τώρα βιοτεχνολογικά προϊόντα βασίζονται στη δράση ενός μόνο γονιδίου κάθε φορά (φυτά ανθεκτικά σε ζιζανιοκτόνα ή φυτά που παράγουν την τοξίνη Bt είναι δυο καλά παραδείγματα).

Πέρα από το να βλάπτουν την δημόσια εικόνα της βιομηχανίας, αυτές οι αποτυχίες είχαν σοβαρό πρακτικό αντίκτυπο καθώς μειώνουν τις αποδόσεις και περιορίζουν τα δυνατικά της κέρδη. Χωρίς έκπληξη, η βιομηχανία αναζήτησε νέες προσεγγίσεις ώστε να υπερβεί αυτά τα προβλήματα. Οι βιοτεχνολόγοι και η αντίστοιχη βιομηχανία ισχυρίζονται πως πραγματοποίησαν μια σημαντική

ανακάλυψη: πως είναι τώρα ικανοί να δημιουργήσουν μικρά τεχνητά χρωμοσώματα τα οποία φέρουν πολλαπλά γονίδια και γίνονται πλήρως λειτουργικά με το που εισέρχονται στο κύτταρο. Λόγω του μεγέθους τους αυτά τα τεχνητά χρωμοσώματα ονομάζονται “μινιχρωμοσώματα”. Υποστηρίζεται πως θα κάνουν δυνατή την μηχανική πολλαπλών χαρακτηριστικών και θα μειώσουν δραματικά τις παρενέργειες καθώς δεν θα διαταράσσουν το καθαυτό γενετικό υλικό των οργανισμών που θα τροποποιούνται.

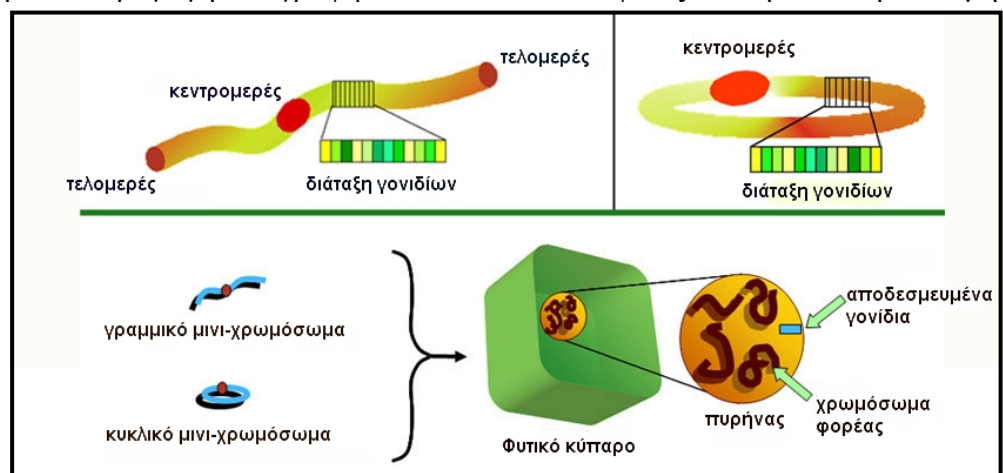
Μια δεύτερη σημαντική εξέλιξη έχει επίσης πραγματοποιηθεί, με λιγότερη ωστόσο δημοσιοποίηση: η γενετική τροποποίηση κυτταρικών οργανιδίων, όπως οι *χλωροπλάστες* και τα *μιτοχόνδρια*. Καθώς υπάρχουν έως και εκατοντάδες οργανίδια ανά κύτταρο, η τεχνική αυτή θα μπορούσε να επιτρέψει μια πολύ δυνατότερη έκφραση των γ.τ. χαρακτηριστικών. Καθώς τα γ.τ. οργανίδια δεν μεταφέρονται με την γύρη, η βιομηχανία υποστηρίζει πως η γενετική επιμόλυνση μπορεί έτσι να αποφευχθεί.

Υπάρχουν πολλά ακόμα που δεν γνωρίζουμε. Νεώτερες έρευνες φανερώνουν ένα αξιοσημείωτο ποσοστό πολυπλοκότητας του δικτύου αλληλεπίδρασης μεταξύ γενετικού υλικού, ακέραιων οργανισμών και περιβάλλοντος, εγείροντας ερωτήματα για το πόσο αποδοτικές θα είναι αυτές οι νέες τεχνολογίες. Ωστόσο, από μια εμπορική οπτική, είναι αλήθεια ότι ακόμη και αν λειτουργήσουν μερικώς, θα ανοίξει για τις επιχειρήσεις ένα νέο μεγάλο πεδίο προϊόντων και πατέντων. Κι αυτό γιατί επεκτείνει το φάσμα των “εφευρέσεων” που μπορούν να πατενταριστούν, πέρα από τα γονίδια και τα χαρακτηριστικά, στα χρωμοσώματα και σε ολοκληρωμένες φυσιολογικές διαδικασίες.

### Τι είναι τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα;

Τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα είναι μικρά χρωμοσώματα [ΣτΜ: *χρωμόσωμα* ονομάζονται τα στοιχεία της πυρηνικής ουσίας των κυττάρων που αποτελούν τον υλικό φορέα της κληρονομικότητας] που δημιουργούνται με την ενσωμάτωση γονιδίων σε ένα μόριο DNA το οποίο αρχικά εμπεριέχει μόνο τα στοιχεία που ρυθμίζουν την αναπαραγωγή-αντιγραφή των χρωμοσωμάτων (*τελομερή*), αυτά που θέτουν σε εφαρμογή την αναπαραγωγή-αντιγραφή και αυτά που διασφαλίζουν την σωστή διανομή των χρωμοσωμάτων στα νέα κύτταρα (*κεντρομερή*).

Πολλαπλά γονίδια μπορούν να προστεθούν σε αυτές τις δυο βασικές μονάδες και, για να τα καταστήσουν ενεργά, δεν είναι ανάγκη να συμπεριληφθεί το *ρυθμιστικό DNA* το



οποίο αποτελεί πάνω από το 90% των περισσότερων φυσικών χρωμοσωμάτων. Προς το παρόν, τα μεγαλύτερα τεχνητά μινιχρωμοσώματα φέρουν από δώδεκα μέχρι είκοσι γονίδια, ωστόσο θεωρητικά δεν υπάρχει όριο στον αριθμό γονιδίων που μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα τεχνητό χρωμόσωμα. Τεχνητά μινιχρωμοσώματα μπορούν να κατασκευαστούν και να εισαχθούν σε οποιοδήποτε είδος, από ζύμες και βακτήρια, μέχρι ανώτερα φυτά, θηλαστικά και ανθρώπους. Στην πραγματικότητα, οι μεγαλύτερες πρόοδοι έχουν γίνει αρχικά στην ανάπτυξη τεχνητών χρωμοσωμάτων για ζώα και ανθρώπους απ’ ότι για άλλα είδη, αλλά πρόσφατα η αντίστοιχη τεχνολογία για φυτά, ζύμες και βακτήρια έχει επίσης αναπτυχθεί.

Μινιχρωμοσώματα υπάρχουν και στη φύση και απαντιούνται ευρέως μεταξύ διάφορων ειδών και φυσικών βασιλείων. Μπορούν να υπάρχουν στο πυρήνα, καθώς και στα οργανίδια των κυττάρων υπεύθυνα για τη φωτοσύνθεση, την επεξεργασία ενέργειας και άλλες βασικές ζωτικές λειτουργίες.

Χαρακτηρίζονται από απουσία ρυθμιστικού DNA και μπορούν να υπάρχουν σε υψηλά μεταβλητούς αριθμούς αντιγράφων μέσα στο ίδιο κύτταρο. Ο ρόλος και η λειτουργία των φυσικών χρωμοσωμάτων είναι ελάχιστα κατανοητά, μπορεί ωστόσο να είναι σημαντικά στις διαδικασίες προσαρμογής ενός οργανισμού σε διαφορετικά και μεταβλητά περιβάλλοντα και συνθήκες.

Ένα χαρακτηριστικό των φυσικών και τεχνητών μινιχρωμοσωμάτων που τράβηξε την προσοχή των βιοτεχνολόγων είναι το ότι δείχνουν να είναι πιο “ανεξάρτητα” από το υπόλοιπο γενετικό υλικό, σε σχέση με τα μεγαλύτερα χρωμοσώματα του πυρήνα. Αυτό σημαίνει πως η έκφραση τους δείχνει να επηρεάζεται ή να επηρεάζει ελάχιστα την συμπεριφορά των άλλων χρωμοσωμάτων. Όταν εισάγονται ξένα γονίδια, το γενετικό υλικό των τεχνητών μινιχρωμοσωμάτων δεν “αποσιωπείται” ή “διαγράφεται”, όπως συχνά συμβαίνει με γονίδια που εισέρχονται σε ήδη υπάρχοντα χρωμοσώματα. Αφού εισαχθούν στο κύτταρο, τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα, παραμένουν φυσικώς ανεξάρτητα από άλλα χρωμοσώματα και γενετικό υλικό. Δεν ενσωματώνονται στο ήδη υπάρχον DNA, γι’ αυτό και δεν του προκαλούν μεταλλάξεις. Η βιομηχανία και τα εργαστήρια που αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν αυτή τη τεχνολογία υποστηρίζουν έτσι πως με τα μινιχρωμοσώματα θα αποφευχθούν οι επιπλοκές της γενετικής τροποποίησης καθώς δεν υπάρχει διατάραξη του γενετικού υλικού.

#### **Τι είναι τα τροποποιημένα οργανίδια;**

Τα οργανίδια-ή αλλιώς πλαστίδια- είναι μικρές κατασκευές που βρίσκονται μέσα στα κύτταρα φυτών και ζώων. Είναι σημεία όπου πραγματοποιούνται βασικές διαδικασίες, όπως η φωτοσύνθεση και η κυτταρική αναπνοή. Περιλαμβάνουν τους χλωροπλάστες, τα ριβοσώματα και τα μιτοχόνδρια. Υπάρχουν πολλά αντίτυπα ανά κύτταρο, το καθένα με το δικό του DNA. Αν ένα ξένο γονίδιο ή ένα τεχνητό χρωμόσωμα εισαχθεί σε κάποιο οργανίδιο, το κύτταρο το πολλαπλασιάζει, παράγοντας νέα κύτταρα με πολλάπλά αντίγραφα του εισαχθέντος γονιδίου. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που μπορούν να προκληθούν, τα φυτικά κύτταρα μπορούν επίσης να αυξήσουν τον αριθμό αντιγράφων των οργανιδίων τους. Με αυτό τον τρόπο τα γ.τ. οργανίδια έχουν την δυνατότητα να διασφαλίσουν πολλαπλά αντίγραφα από το εισαχθέν DNA, συνεπώς και ένα υψηλό επίπεδο έκφρασης των τροποποιημένων γονιδίων, θεωρητικά πολύ υψηλότερο από αυτό των μινιχρωμοσωμάτων.

Παρόλο που προσπάθειες για την τροποποίηση των οργανιδίων-ιδιαίτερα των χλωροπλαστών-πραγματοποιούνται την τελευταία δεκαετία, αυτή έχει επιτευχθεί μόνο σε μερικά είδη. Γίνεται ακόμη με τον “παλιό” τρόπο, εισάγοντας ξένα γονίδια στο οργανίδιο, γι’ αυτό και αντιμετωπίζει ακόμα τους σοβαρούς περιορισμούς αυτής της μεθόδου τροποποίησης.

#### **Τι μπορεί να γίνει με αυτές τις τεχνολογίες;**

Η βιοτεχνολογική βιομηχανία περιμένει με τη χρήση των μινιχρωμοσωμάτων να υπερβεί κάποια από τα σημαντικότερα εμπόδια που συναντά. Πρώτον, θα καταστεί δυνατό να εισάγουν πολλαπλά γονίδια σε ένα κύτταρο αναμένοντας την επίτευξη, μέσω γενετικής μηχανικής, της έκφρασης πολλαπλών χαρακτηριστικών (ωστόσο μένει ακόμα να αποδειχθεί αν αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί: τα πολλαπλά χαρακτηριστικά είναι επίσης και περίπλοκα, γι’ αυτό η παρουσία πολλαπλών γονιδίων δεν εγγυάται και την έκφραση πολλαπλών χαρακτηριστικών). Τα μινιχρωμοσώματα θα κάνουν δυνατή και τη δημιουργία του “πακέτου γονιδίων”: πολλά από τα τωρινά μονά γονίδια σε γ.τ. ποικιλίες θα μπορούσαν να συσσωρευτούν σε μια ποικιλία, παρέχοντας νέα ευκαιρία για κέρδη. Το “πακέτο γονιδίων” είναι ήδη πραγματοποιήσιμο από εταιρείες όπως η Monsanto και η Syngenta. Ο απαιτούμενος χρόνος και χρήμα ωστόσο το κάνει, προς το παρόν, ελάχιστα επικερδές. Δεύτερον, τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα θα κάνουν την γενετική μηχανική πιο αποδοτική με το να μειώσουν τις επιπλοκές που καθιστούν τους τροποποιημένους οργανισμούς μη εφικτούς. Τρίτον, θα ξεπεράσουν πολλούς φυσικούς μηχανισμούς γενετικού ελέγχου και αυτορύθμισης των οργανισμών οπότε τα τροποποιημένα γονίδια θα αποκτήσουν υψηλότερα και πιο σταθερά επίπεδα έκφρασης.



Αν πιστέψουμε την βιομηχανία, τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα θα κάνουν δυνατή την μηχανική πολλαπλών γονιδίων, κάτι που θα καταστήσει δυνατή τη παραγωγή οποιασδήποτε ουσίας μέσω της γενετικής τροποποίησης. Τι σημαίνει αυτό για το μέλλον της γενετικής μηχανικής; Η βιομηχανία παρουσιάζει δυο εκδοχές. Όταν μιλάει έχοντας υπόψη την δημόσια εικόνα της, παρουσιάζει την νέα τεχνική ως μια αποτελεσματική και ασφαλής τεχνολογία η οποία –για ακόμα μια φορά- θα σώσει τον κόσμο από την πείνα και τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η Daphne Preuss, μια κορυφαία επιστήμονας του Πανεπιστημίου του Σικάγο, η οποία τώρα είναι πρόεδρος της εταιρείας Chromatin πραγματοποίησε παρουσιάσεις για το Ίδρυμα Bill Gates και τα Ηνωμένα Έθνη σχετικά με το πώς αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να σημάνει μια καινούργια αρχή για την γεωργία της Αφρικής. Ωστόσο, όταν συζητούνται οι πιθανές εφαρμογές αυτής της νέας τεχνολογίας οι οποίες μπορούν να πατεντοποιηθούν, η βιοτεχνολογική βιομηχανία προσεγγίζει την γενετική τροποποίηση φυτών για την παραγωγή τροφής σαν δευτερεύων θέμα, ο κυρίως στόχος είναι η παραγωγή φαρμάκων μέσω τροποποιημένων φυτών, το λεγόμενο “Pharming”. Οι εταιρείες θέλουν να δημιουργήσουν γ.τ. φυτά που θα παράγουν φάρμακα, ανθρώπινες και ζωικές πρωτεΐνες, αγροκάσιμα, καθώς και συγκεκριμένες βιομηχανικές πρώτες ύλες, περιλαμβάνοντας τοξικές ουσίες. Άλλες πιθανές εφαρμογές περιλαμβάνουν “την παραγωγή θρεπτικών ουσιών με φαρμακευτική δράση (nutraceuticals), πρόσθετα τροφίμων, υδατάνθρακες, RNA, λιπίδια, καύσιμα, χρωστικές, βιταμίνες, αρωματικές ουσίες, εμβόλια, αντισώματα, ορμόνες και άλλα σχετικά”.

Η ιδέα της χρήσης φυτών για την παραγωγή φαρμάκων είναι πολύ ενδιαφέρουσα για την βιομηχανία για δυο λόγους: τα φυτά μπορούν να είναι πιο αποδοτικά σε σχέση με τα ζώα ή τα βακτήρια, χρησιμοποιώντας λιγότερες εισροές για την επίτευξη μεγαλύτερης παραγωγής, ενώ είναι πιο εύκολο τα παραγόμενα φάρμακα να χορηγούνται δια στόματος σε ανθρώπους και ζώα. Ωστόσο, άλλοι τύποι οργανισμών δεν έχουν απορριφθεί. Τα βακτήρια παραμένουν ενδιαφέρων στόχος, επειδή είναι πιο εύκολο να τροποποιηθούν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευκολότερα για την παραγωγή ουσιών υψηλής αξίας σε μικρές ποσότητες, συναντούν, παρά ταύτα, νομικά προβλήματα. Άλλοι οργανισμοί που δοκιμάζονται ως προς την τροποποίηση για την παραγωγή φαρμάκων είναι οι προνύμφες εντόμων και τα βρύα.

Η εφαρμογές των μινιχρωμοσωμάτων δεν σταματούν εδώ. Εκτός από το να υπόσχονται υψηλότερες σοδειές, την δέσμευση αζώτου [ΣτΜ: από τα φυτά, ως απαραίτητο συστατικό θρέψης], τη αντίσταση σε άλατα, την ξηρασία, τα βαρέα μέταλλα, τους ιούς, τα έντομα, τις ασθένειες και την κλιματική αλλαγή- και όλα τα παραπάνω σε συνδυασμούς- οι εταιρείες επιμένουν ότι οι πατενταρισμένες εφαρμογές τους έχουν την ικανότητα να διαμορφώσουν κατά βούληση την αρχιτεκτονική και φυσιολογία των φυτών, συμπεριλαμβάνοντας την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Σύμφωνα με τη σχετική πατέντα WIPO 2007/030510, μπορεί να επιτευχθεί “η αντίσταση η ανθεκτικότητα σε ξηρασία, ζέστη, ψύχος, παγετό, εκτεταμένη υγρασία, αλατότητα, μηχανικές καταπονήσεις, ακραία οξύτητα, αλκαλικότητα, τοξίνες, υπέρυθη ακτινοβολία, ιονίζουσες ακτινοβολίες ή το στρες οξειδωσης, η αύξηση παραγωγής σε ποιότητα ή ποσότητα, η βελτίωση ή μεταβολή απορρόφησης θρεπτικών ουσιών, η βελτίωση ή μεταβολή της μεταβολικής αποδοτικότητας, η βελτίωση ή μεταβολή των θρεπτικών συστατικών, η μεταβολή των φυτικών ιστών προς χρήση ως τρόφιμα, ζωοτροφή, χρήση ως ίνες ή μεταποίηση, η φυσική εμφάνιση, η αρσενική γονιμότητα, η αποξηράνση, η ικανότητα όρθιας στάσης, η γονιμότητα, η ποσότητα και ποιότητα αμύλου, ελαίου, πρωτεϊνών, η σύνθεση αμινοξέων, η παραγωγή τροποποιημένων χημικών, η τροποποίηση φαρμακευτικών ή θρεπτικών-φαρμακευτικών ιδιοτήτων, η τροποποίηση βιοθεραπευτικών ιδιοτήτων, η αύξηση βιομάζας, η τροποποίηση του ρυθμού ανάπτυξης, η τροποποίηση φυσικής κατάστασης, η τροποποίηση βιοδιάσπασης, η τροποποίησης δέσμευσης CO<sub>2</sub>, η εμφάνιση δραστηριότητας ως βιολογικοί δείκτες, η τροποποίηση της χωνευτικότητας από ανθρώπους και ζώα, η τροποποίηση, αλλεργικότητας, η τροποποίηση των χαρακτηριστικών ζευγαρώματος, η τροποποίηση της διασποράς γύρης, η βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, η τροποποίηση δέσμευσης αζώτου. Όπως φαίνεται, υπάρχει μια ευρεία γκάμα

μεταλλάξεων βιολογικά πιθανών και η βιομηχανία θα ορίσει τις προτεραιότητες της βλέποντας πρώτα ποιες γενετικές τροποποιήσεις είναι πιο κερδοφόρες.

Η γενετική μηχανική οργανιδίων προσφέρει ακόμα μια σειρά πλεονεκτημάτων για τη βιοτεχνολογική βιομηχανία, ιδιαίτερα μέσω της τροποποίησης των χλωροπλαστών των φυτών. Το σημαντικότερο από αυτά είναι τα κατά πολύ υψηλότερα επίπεδα παραγωγικότητας άσχετα ποια ουσία τα παράγει το τροποποιημένο φυτό.

Αν, λόγω χάρη, κάθε κύτταρο έχει δεκάδες χλωροπλάστες και κάθε χλωροπλάστης έχει περίπου 200 αντίγραφα του ξένου DNA, η δυνατότητα παραγωγής της τροποποιημένης ουσίας θα μπορούσε, θεωρητικά τουλάχιστον, να είναι πολλαπλάσια απ' ό τι με την χρήση των τωρινών τεχνικών. Οι δοκιμές πράγματι έχουν αποδείξει αυτή την "υπερ-έκφραση" των διαγονιδίων.

Μια δεύτερη σημαντική υπόσχεση για την βιομηχανία είναι η σταθερή μετάβαση στην επόμενη γενιά του ξένου DNA. Τα οργανίδια μεταφέρονται μέσω της λεγόμενης μητρικής κληρονομιάς ως ακριβή αντίγραφα. Ένα θηλυκό ζώο θα μεταφέρει ακριβή αντίγραφα σε όλους τους απογόνους του και ένα φυτό σε όλα τα σπόρια που θα παράγει, χωρίς αλλαγές από την μια γενιά στην επόμενη. Η βιομηχανία υποστηρίζει πως αυτό εγγυάται την σταθερότητα των γ.τ. χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά. Υποστηρίζουν επίσης πως, μιας και τα κύτταρα γύρης δεν φέρουν τα γ.τ. οργανίδια, δεν υπάρχει καμιά πιθανότητα να μεταφερθούν τυχαία σε άλλους οργανισμούς. Με άλλα λόγια, ισχυρίζονται ότι τα γ.τ. οργανίδια θα είναι ένα δυνατό εργαλείο βιοασφάλειας για την πρόληψη της γενετικής επιμόλυνσης.

Μια εμφανώς δυναμική εξέλιξη θα ήταν ο συνδυασμός αυτών των δυο νέων τεχνικών. Οι διαφορετικές ερευνητικές ομάδες που αναπτύσσουν αυτές τις δύο νέες τεχνικές δεν φαίνεται να έχουν πολύ σχέση μεταξύ τους, κάποιες μεγάλες βιοτεχνολογικές εταιρείες ωστόσο δουλεύουν σκληρά για τον συνδυασμό και κοινή χρήση τους, σε φυτά. Η Bayer έχει υπάρξει πολύ ενεργή μέσω της Icon Genetics α.ε. Ισχυρίζονται ήδη πως έχουν μεγάλη επιτυχία στα τροποποιημένα πλαστίδια, και κατέχουν τουλάχιστον μια πατέντα σχετικά με τα μινιχρωμοσώματα. Η Monsanto, η οποία ήταν και η πρώτη εταιρεία που τροποποίησε χλωροπλάστες, έχει χρηματοδοτήσει έρευνα πάνω στα μινιχρωμοσώματα στο Πανεπιστήμιο του Μισούρι και έχει υπογράψει μια αδειοδοτική συμφωνία με την Chromatin α.ε., ένα από τα μεγαλύτερα ονόματα στο νέο πεδίο, για την χρήση της τεχνολογίας μινιχρωμοσωμάτων. Η Syngenta δουλεύει επίσης πάνω στις δυο νέες τεχνολογίες, παρόλο που δείχνει να είναι λιγότερο δραστήρια από τις προηγούμενες δύο.

#### **Τι θα προκύψει απ' όλα αυτά;**

Τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα και τα γ.τ. πλαστίδια εξελίσσονται ταχύτερα, ειδικά για τις φτικές ποικιλίες, και κάποιες από τις εφαρμογές στο πεδίο είναι ήδη διαθέσιμες. Το αντίκτυπο τους, ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό μεταξύ τους, μπορεί εύκολα να είναι τεράστιο. Η παραγωγή οποιοδήποτε τύπου μορίου και χημικού είναι τώρα προσβάσιμη και υπόσχεται κερδη, κάτι που για πολλές βιοτεχνολογικές εταιρείες παραείναι δελεαστικό για να το παραβλέψουν. Φαίνεται αναπόφευκτο πως στο όχι και τόσο μακρινό μέλλον, θα υπάρχουν διάφορες γ.τ. ποικιλίες που θα καλλιεργούνται για την παραγωγή τοξικών ουσιών. Λόγω της πιθανής εφαρμογής τους στα αγροκαύσιμα και τις πρωτογενείς βιομηχανικές ύλες, η καλλιέργεια τέτοιων ουσιαστικά τοξικών ποικιλιών θα καλύπτει μεγάλες εκτάσεις. Επειδή οι βιοτεχνολογικές εταιρείες υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία των τροποποιημένων οργανιδίων περιορίζουν την γενετική επιμόλυνση, θα επιχειρήσουν την εισαγωγή των νέων ποικιλιών στο χωράφι χωρίς τις απαραίτητες δοκιμές ή νομοθετικές ρυθμίσεις.

Αυτές οι νέες τεχνολογίες είναι κάθε άλλο παρά ασφαλείς. Μπορεί να αληθεύει πως τα τροποποιημένα πλαστίδια δεν μεταφέρονται διαμέσου της γύρης στο 99% των περιπτώσεων, ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη τον τεράστιο αριθμό των κόκκων γύρης που κάθε φυτό μπορεί να

παράγει, το υπόλοιπο 1% μπορεί να δημιουργήσει ευρεία επιμόλυνση. Τα τοξικά γονίδια θα διασπείρονται με αργότερους ρυθμούς από τα τωρινά γ.τ. γονίδια, δεν θα παύουν παρ' όλα αυτά να διασπείρονται.

Υπάρχει ακόμα μια οδός γενετικής επιμόλυνσης με τεχνητά χρωμοσώματα. Η ευρεία μεταφορά μέσω βακτηρίων. Τα βακτήρια είναι ικανά να δέχονται DNA από άλλα βακτήρια και να το μεταφέρουν κατόπιν σε άλλα βακτήρια, μικρο-οργανισμούς και φυτά. Το παθογόνο *Agrobacterium tumefaciens* χρησιμοποιείται στην γενετική μηχανική καθώς είναι ιδιαίτερα ικανό στο να μεταφέρει DNA, αλλά και όλα τα άλλα βακτήρια μπορούν να κάνουν το ίδιο. Τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα μοιράζονται τα ίδια σημαντικά χαρακτηριστικά με το βακτηριδιακό DNA, και πρέπει να αναμένεται πως τα βακτήρια θα είναι ικανά να ενσωματώσουν κάποια από τα γ.τ. γονίδια και να το μεταφέρουν σε άλλα βακτήρια, μικρο-οργανισμούς και φυτά. Έτσι, τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα μπορούν να παράγουν νέες μορφές επιμόλυνσης μεταξύ ειδών και, το πιο ανησυχητικό, μεταξύ φυσικών βασιλείων.

Η βιομηχανία γνωρίζει και άλλους πιθανούς κινδύνους. Η Icon Genetics της Bayer, επισημαίνει σε μια από τις πατενταρισμένες εφαρμογές της πως οι διαγονιδιακοί χλωροπλάστες όχι μόνο θα οδηγήσουν στη παραγωγή διάφορων φαρμάκων και χημικών, αλλά και πως η υπερπαραγωγή αυτών των ουσιών μπορεί να αποβεί πολύ τοξική για τα φυτά, ώστε να διακυβεύεται η ανάπτυξη και επιβίωση τους. Αντί να διακρίνουν σε αυτό το γεγονός έναν καλό λόγο να μην αναπτύξουν αυτή την τεχνολογία, η Icon Genetics το χρησιμοποιεί ως δικαιολογία για την προώθηση διάφορων μορφών της τεχνολογίας εξολοθρευτής [ΣτΜ: τεχνολογία που επιτρέπει τον έλεγχο ενός φυτού, όπως το αν θα αναπτυχθεί, αν θα παράγει καρπό κτλ]. Αναπτύσσουν έτσι φυτά με γονίδια που θα ελέγχουν την έκφραση άλλων γονιδίων σχεδόν σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης τους. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει με την εξωτερική εφαρμογή ποικίλων ουσιών όπως DNA, RNA, λακτόζης, τετρακυκλινών, αραβινόζης, αιθανόλης, στεροειδών, ιόντων χαλκού κ.α. Αν γίνει αποδεκτή μια τέτοια τεχνολογία τίποτα δεν θα εμποδίσει την βιομηχανία να τη χρησιμοποιήσει για την παραγωγή σπόρων με τεχνολογία-εξολοθρευτή.

Δεν πρέπει να παραβλέπεται επίσης πως και οι δυο νέες τεχνολογίες θα διευρύνουν το φάσμα των “εφευρέσεων” που μπορούν να πατενταριστούν. Το πατεντάρισμα γονιδίων θα επεκταθεί και στο πατεντάρισμα χρωμοσωμάτων, οργανιδίων και ολόκληρων φυσιολογικών διεργασιών. Έχοντας υπόψη τις ευρείς εν δυνάμει εφαρμογές των μινιχρωμοσωμάτων και των τροποποιημένων πλαστιδίων, οι πατέντες και η διεκδίκηση θα πολλαπλασιαστούν ραγδαία και επιθετικά. Σε σχετικές ιστοσελίδες του εργαστηρίου του Δρ. H. Daniell στο Πανεπιστήμιο της Κεντρικής Φλόριντα δηλώνεται ότι “η τεχνολογία γενετικής μηχανικής χλωροπλαστών του Δρ Daniell προστατεύεται από περισσότερες από 90 αμερικάνικες και διεθνείς πατέντες. Η βιομηχανία δεν υστερεί σε αυτό. Σε μια λίστα με πατέντες που δημοσιεύτηκε στο MolecularFarming.com, τα δυο τρίτα αυτών που σχετίζονται με το “pharming” βρίσκονται στα χέρια μεγάλων βιοτεχνολογικών εταιρειών.

Απαιτείται επειγόντως η παρακολούθηση αυτών των νέων εξελίξεων και η ενδυνάμωση της κοινωνικής αντίστασης σε αυτήν και κάθε άλλη μορφή γενετικής τροποποίησης. Μακράν από το να λύνουν τα προβλήματα που έχει δημιουργήσει μέχρι τώρα η γενετική μηχανική, τα τεχνητά μινιχρωμοσώματα και τα τροποποιημένα οργανίδια δημιουργούν νέους κινδύνους, επιτείνουν τον βιομηχανικό συγκεντρωτισμό και εταιρειακό έλεγχο, και ανοίγουν τον δρόμο για σοβαρά και πιθανώς μη διορθώσιμα πλήγματα σε κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη

Από το Grain.org-Ιανουάριος 2009

Μετάφραση-επιμέλεια

order81

order81.blogspot.com