

**ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ  
ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΡΡΕΝΟΣΤΕΙΡΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ  
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**

Η δημιουργία καθαρών σειρών είναι το πρώτο βήμα για τη δημιουργία υβριδίων.

Στη συνέχεια οι καθαρές σειρές που συνδυάζονται καλύτερα θα χρησιμοποιηθούν σε διασταυρώσεις, όπου κάποιες σειρές θα δεχθούν τη γύρη (μητέρες) ενώ οι σειρές που παράγουν άφθονη γύρη θα είναι οι δότες της γύρης (πατέρες).





## Αγρός σποροπαραγωγής διπλων υβριδίων καλαμποκιού

Ι. Ν. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα





**Πολλαπλασιασμός καθαρών σειρών βρίζας.**

I. N. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα

Όταν ένα υβρίδιο σποροπαράγεται, θα πρέπει σε καθορισμένη ημερομηνία να γίνει αποστημόνωση στις μητέρες, ώστε αυτές να επικονιασθούν από τη γύρη του πατέρα.

Η αφαίρεση των στημόνων αν το υβρίδιο θα γίνει σε μόνοικο, μονοκλινές φυτικό είδος (π. χ. βρίζα), ή της αρσενικής ταξιανθίας, αν το υβρίδιο θα γίνει σε μόνοικο, δικλινές φυτικό είδος (καλαμπόκι), είναι εργασίες χρονοβόρες και δαπανηρές.

Η παραγωγή του υβριδίου θα μπορούσε να επιταχυνθεί και να γίνει πιο φθηνή αν τα φυτά της μητέρας ήταν αρρενόστεира.

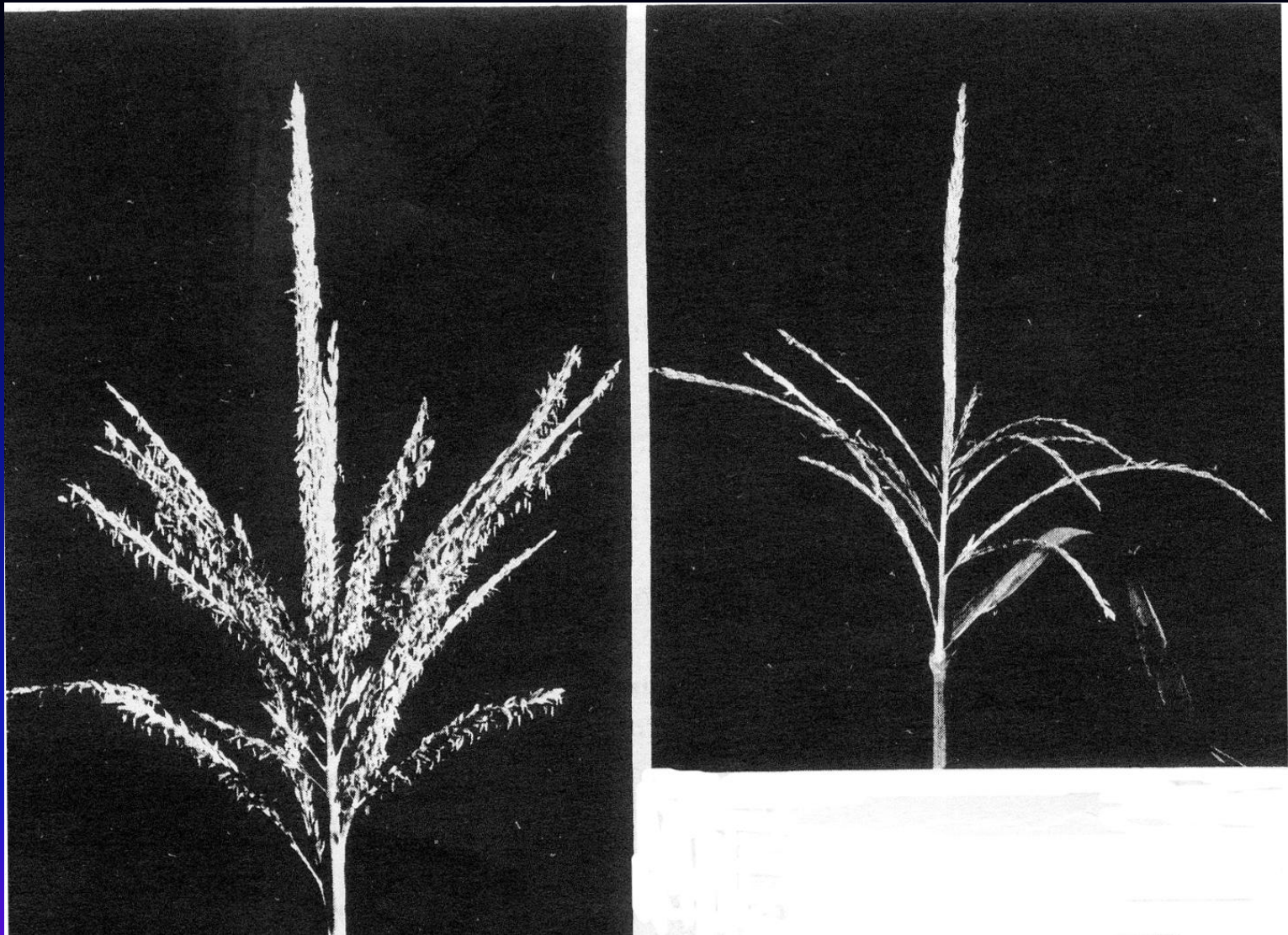
Για να μη δημιουργηθούν όμως προβλήματα στο υβρίδιο θα πρέπει να ενσωματωθούν σε αυτό και κάποια άλλα γονίδια που θα επαναφέρουν την γονιμότητα.

Τα γονίδια αυτά είναι ενσωματωμένα στο γένωμα του πατέρα και ονομάζονται γονίδια επαναφοράς της γονιμότητας.



Όντως, η παραγωγή υβριδίων τόσο στη βρίζα όσο και στο καλαμπόκι, βασίζεται στη χρησιμοποίηση αρρενόστειρων καθαρών σειρών που χρησιμοποιούνται ως μητέρες.

Επειδή η αρρενοστειρότητα αυτή ελέγχεται από γονίδια που βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα για το λόγο αυτό λέγεται κυτταροπλασματική.



Η αρσενική ταξιανθία στο καλαμπόκι: αριστερά η ανδρογόνιμη και δεξιά η ανδρόστερη.

Ι. Ν. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα



Η πρώτη εμπεριστατωμένη αναφορά για την ύπαρξη ετέρωσης στη βρίζα έγινε το 1914, είναι δηλαδή το ίδιο παλιά με την αντίστοιχη του καλαμποκιού.

Όμως, η δημιουργία υβριδίων, εκτός του ότι ήταν δύσκολη, ήταν και οικονομικά ασύμφορη. Ο κύριος λόγος για το υψηλό κόστος παραγωγής των υβριδίων είναι η τεχνητή αποστημόνωση του άνθους της βρίζας που απαιτείται και που είναι αρκετά επίπονη και χρονοβόρα.

Η ανακάλυψη δυο πηγών κυτταροπλασματικής αρρενοστειρότητας (CMS), καθώς και αντίστοιχων γονιδίων αποκαταστάσεως της γονιμότητας (τύπος V και τύπος Pampa το 1969 και το 1970 αντίστοιχα), άνοιξε το δρόμο για τη δημιουργία υβριδίων.

Αργότερα, ανακαλύφθηκαν και άλλες πηγές κυτταροπλασματικής αρρενοστειρότητας, που υπήρχαν σε διάφορους πληθυσμούς βρίζας.

Εκτός όμως από τις φυσικά υπάρχουσες πηγές, έγινε δυνατή η μεταφορά της αρρενοστειρότητας στη βρίζα, μετά από διασταύρωση με τα είδη *Secale montanum* και *Secale kuyrjanovii*.



Οι πηγές αρρενοστεριότητας ταξινομήθηκαν το 1982 σε δύο ομάδες: τον τύπο P (Pampa) και τον τύπο V (Vavilon). Ο τελευταίος τύπος ονομάστηκε και R (Russian).

Οι δύο αυτοί τύποι αρρενοστεριότητας διαφέρουν μεταξύ τους και βρέθηκε ότι οι γενότυποι εκείνοι που έχουν δράση διατηρητή της αρρενοστεριότητας στον τύπο P, δρουν ως μερικώς ή πλήρως αποκαταστάτες της γονιμότητας στον τύπο V.

Οι γενότυποι που δρουν ως αποκαταστάτες της γονιμότητας του τύπου CMS Pampa δρουν ως αποκαταστάτες της γονιμότητας και των υπολοίπων CMS πηγών. Τέλος, οι γενότυποι που διατηρούν την αρρενοστεριότητα στις CMS πηγές του τύπου V και οι οποίοι είναι πολύ σπάνιοι, γενικά αποκαθιστούν τη γονιμότητα και στον τύπο Pampa.

Από όλους αυτούς τους τύπους αρρενοστειρότητας μόνο ο Ramra έχει αποκτήσει εμπορικό ενδιαφέρον. Ο τύπος αυτός είναι εύκολο να διατηρηθεί, γιατί οι γενότυποι που εμποδίζουν την αποκατάσταση της γονιμότητας είναι πολύ συχνοί στους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς βρίζας.

Αντίθετα, η επαναφορά της γονιμότητας δημιουργεί αρκετά προβλήματα, λόγω της έλλειψης αποτελεσματικών γονιδίων αποκατάστασης της γονιμότητας.



**Πολλαπλασιασμός σειρών που φέρουν γονίδια αποκατάστασης της γονιμότητας.**

I. N. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα



Μελέτες στο μοριακό επίπεδο έχουν δείξει ότι η κυτταροπλασματική αρρενοστειρότητα στη βρίζα σχετίζεται με αλλαγές του μιτοχονδριακού DNA

Ο βιοχημικός όμως μηχανισμός της αρρενοστειρότητας παραμένει ακόμα αδιευκρίνιστος.

Η πρώτη αποτελεσματική σειρά αποκατάστασης του τύπου Rampra ήταν η L18 που εντοπίσθηκε το 1972, λίγο μετά την ανακάλυψη του P-CMS. Η σειρά όμως αυτή δε χρησιμοποιήθηκε στα βελτιωτικά προγράμματα λόγω των φτωχών αγρονομικών γνωρισμάτων της.

Αντ' αυτής χρησιμοποιήθηκαν άλλες σειρές με ανώτερη συνδυαστική ικανότητα, που ήταν κατώτερες από πλευράς ικανότητας αποκατάστασης της γονιμότητας.

Αποτέλεσμα της χρήσης των σειρών αυτών ήταν όλα τα υβρίδια βρίζας που δημιουργήθηκαν, να παράγουν αρκετά λιγότερη γύρη από τους γενότυπους που έχουν κανονικό κυτταρόπλασμα.

Αν και η μειωμένη αυτή παραγωγή γύρης δεν επηρεάζει το σχηματισμό σπόρων, προκαλεί προβλήματα ευνοώντας τις προσβολές εργοτίου (*Claviceps purpurea*).

Ο μύκητας εργότιο δημιουργεί δηλητηριώδη σκληρώτια, που αντικαθιστούν τον κόκκο και μπαίνουν στο αλεύρι. Όπως έχει αναφερθεί, τα σκληρώτια αυτά προκαλούν παραισθήσεις στους ανθρώπους και αποβολές στα κυοφορούντα ζώα.





Στάχυα βρίζας προσβεβλημένα από τον μύκητα *Claviceps purpurea*

I. N. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα

Για να βελτιωθεί η κατάσταση αυτή, εντάθηκαν οι έρευνες για τον εντοπισμό γονιδίων αποκατάστασης της γονιμότητας με τη χρησιμοποίηση εξωτικού υλικού.

Πραγματικά, νέες υποσχόμενες πηγές αποκατάστασης της γονιμότητας βρέθηκαν σε πληθυσμούς βρίζας από το Ιράν και την Αργεντινή.

Χρησιμοποιώντας δείκτες RFLP το 1996 έγινε δυνατό να εντοπισθούν δυο κυρίαρχα μεγαλογονίδια αποκατάστασης της γονιμότητας στα χρωμοσώματα 1R και 4R αντίστοιχα.

Τρία άλλα γονίδια, με μικρότερη όμως δράση, έχουν αναγνωρισθεί στα χρωμοσώματα 3R, 5R και 6R σε διάφορους πληθυσμούς.



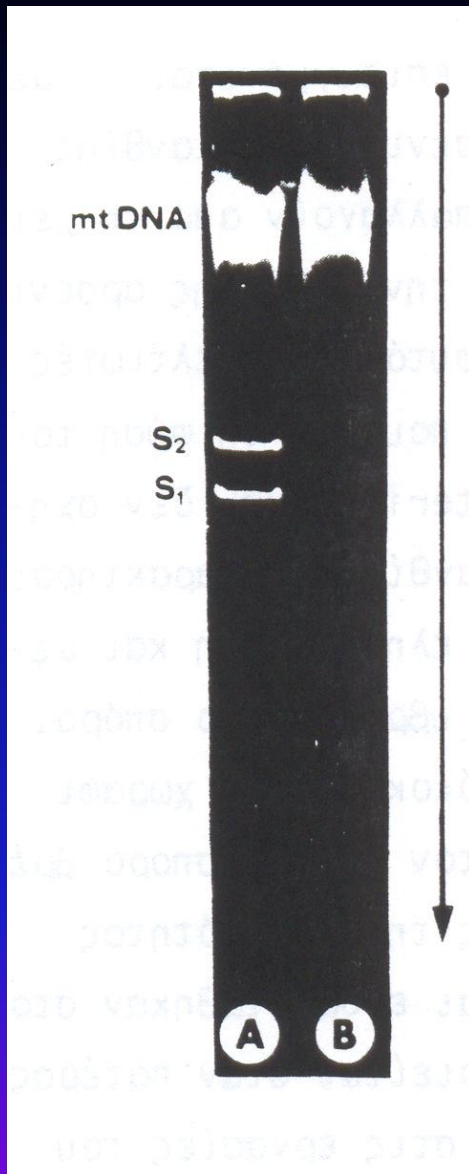
Το 1986 ερευνήθηκε η εναλλακτική πρόταση της χρησιμοποίησης αυτόστειρων καθαρών σειρών στην αποκατάσταση της γονιμότητας στον τύπο Rampa.

Έτσι, βρέθηκε να εμπλέκονται 5 τουλάχιστον γονίδια και αυτό θα απαιτούσε παρατεταμένη ημισυγγενική διασταύρωση, για να αποκτηθούν ομοζύγωτες αυτόστειρες σειρές. Για να επιταχυνθεί η όλη βελτιωτική διαδικασία προτάθηκε να χρησιμοποιηθούν μερικά αυτοσυμβατές σειρές.

Όλα τα υβρίδια που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν δημιουργηθεί με συγγενικά κυτταροπλάσματα.

Έτσι, παρά το γεγονός της ποικιλομορφίας σε γονίδια του πυρήνα που τα χαρακτηρίζει, υπήρχε έντονη η πιθανότητα ευπάθειας σε κάποιο απρόβλεπτο πρόβλημα της παραγωγής.

Για το λόγο αυτό προτάθηκε το 1985 η χρήση δύο κυτταροπλάσμάτων (το Ραμπα και ο G-τύπος), που θα έπρεπε να βρίσκονται σε διαφορετικά υβρίδια και όχι σε ένα, με στόχο να αποτραπεί το τρωτό του γενετικού υλικού.



Ηλεκτροφορογράφημα από μια αρρενό-  
στειρη σειρά καλαμποκιού (A) και μια  
αρρενογόνιμη (B). Διακρίνονται τα δυο  
κυκλικά DNA ( $S_1$  και  $S_2$ ). (από Τσαυτάρη  
2005)





**Υβρίδια καλαμποκιού που παρήχθησαν με  
κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα και εμφανίζουν  
ερμαφρόδιτες φόβες.**

I. N. Ευνιάς: Κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα