

Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΕΤΕΡΩΣΗΣ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.

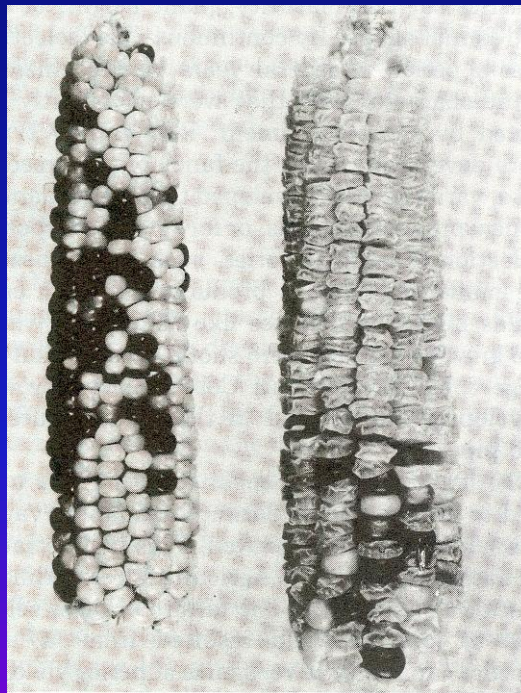
Ετέρωση είναι η υπεροχή του ετεροζύγωτου ατόμου.

Πριν 3000 χρόνια οι Σουμέριοι γνώριζαν ότι το προϊόν της διασταύρωσης γάιδαρος Χ άλογο = μουλάρι, εμφανίζει σημαντική υπεροχή (= ετέρωση) στο μέγεθος, τη δύναμη και την αντοχή σε σχέση με τους γονείς του.

Παρόμοιες διασταυρώσεις μεταξύ ζωικών ειδών ήταν αρκετά κοινές στους κατοίκους της Μέσης Ανατολής και άλλων περιοχών της Μεσογείου.

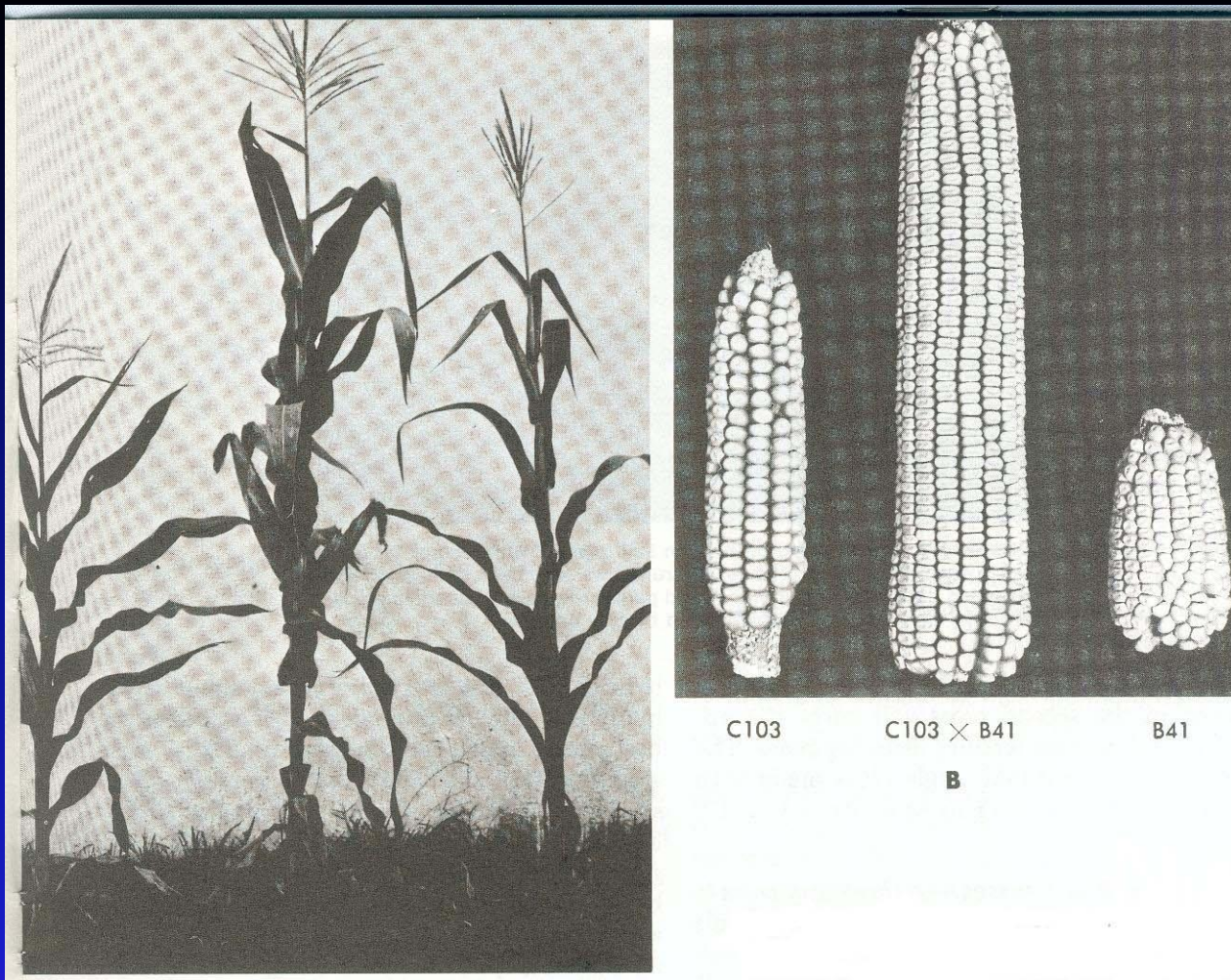
Ανθρωπολογικά και γενετικά ευρήματα συνηγορούν στο ότι οι Ιθαγενείς Ινδιάνοι στην Αμερική είχαν μεγάλη εμπειρία στην τεχνολογία του υβριδισμού στο καλαμπόκι.

Τον 18ο αιώνα αρχίζει η νεώτερη περίοδος μελέτης και εκμετάλλευσης του φαινομένου της ετέρωσης (πρώτη αναφορά του φαινομένου της ξενίας και της ετέρωσης σε διασταυρώσεις στο γένος *Nicotiana*).





Τον 19ο και κυρίως τον 20ο αιώνα οι πρώτες προσπάθειες δημιουργίας ομοζύγων σειρών καλαμποκιού. Η αυτογονιμοποίηση των φυτών του καλαμποκιού είχε ως αποτέλεσμα τον μεγάλο εκφυλισμό τους.



Επανάκτηση ευρωστίας από υβρίδια και υπεροχή ως προς απόδοση καλύτερου γονέα, προτού αυτός εκφυλιστεί από τις συνεχόμενες αυτογονιμοποιήσεις.

Το φαινόμενο αυτό ονομάστηκε από τον Shull, το 1914, ετέρωση:

.....είναι το φαινόμενο όπου ο ετεροζύγωτος απόγονος μιας διασταύρωσης μεταξύ δύο καθαρών σειρών υπερέχει σε ένα ή περισσότερα γνωρίσματα, από τους ομοζύγωτους γονείς του. Η ετέρωση είναι επίσης γνωστή ως ευφορία των υβριδίων.

Η ετέρωση έχει αποτελέσει στόχο μελέτης πολλών ερευνητών, παρ' όμως τη μεγάλη πρόοδο της Γενετικής δεν έχει διευκρινισθεί ακόμη η γενετική της βάση. Δεν έχει αποδειχθεί αν η υπεροχή των υβριδίων οφείλεται στην ετεροζύγωτη κατάσταση των γονιδίων ή στην αδυναμία των Βελτιωτών να συγκεντρώσουν σε ομοζύγωτη κατάσταση όλα τα ωφέλιμα και επιθυμητά γονίδια.

Σύμφωνα με την άποψη του Φασούλα, η σταυρογονιμοποίηση ευνοεί το κρύψιμο υποτελών θανατηφόρων γονιδίων, που σε ομοζύγωτη κατάσταση έχουν πολύ δυσάρεστο αποτέλεσμα για το φυτό. Όσο μεγαλύτερο φορτίο από αυτά φέρει ένας φυτικός οργανισμός τόσο περισσότερα προβλήματα παρουσιάζει.

Υβρίδια vs. Καθαρές σειρές

Τα υβρίδια κρατούν τα γονίδιά τους ενεργά ακόμη και κάτω από συνθήκες καταπόνησης.

Αντίθετα, οι καθαρές σειρές μεθυλιώνουν και συνεπώς αδρανοποιούν το γενετικό τους υλικό κάτω από συνθήκες καταπόνησης.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΤΕΡΩΣΗΣ

Η συμπεριφορά ενός υβριδίου σε σχέση με τους γονείς του μπορεί να εκφρασθεί με δύο τρόπους:

με τη μέση τιμή της ετέρωσης των γονέων (%) του υβριδίου

..... είναι η σύγκριση της συμπεριφοράς του υβριδίου με το μέσο όρο της συμπεριφοράς των γονέων.

$$\text{Ετέρωση μέσου} = \frac{F_1 - M\Gamma}{M\Gamma} \times 100$$

γονέα (%)

με την ετέρωση του καλύτερου γονέα (%).

..... είναι η σύγκριση της συμπεριφοράς του υβριδίου με την αντίστοιχη συμπεριφορά του καλύτερου από τους δύο γονείς.

$$\text{Ετέρωση καλύτερου} = \frac{F_1 - K\Gamma}{K\Gamma} \times 100$$

γονέα (%)

Η ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΤΕΡΩΣΗΣ

Η ετέρωση είναι ένα φαινόμενο με μεγάλη γεωργική σπουδαιότητα. Η κατανόηση, των μηχανισμών από τους οποίους ελέγχεται και η εξήγηση της γενετικής της βάσης θα μπορούσε να κάνει αποτελεσματικότερη τη χρησιμοποίησή της.

Το πρώτο ερώτημα που δημιουργήθηκε από τη μελέτη του φαινομένου αυτού ήταν το κατά πόσο η επιπλέον ευρωστία οφείλεται αποκλειστικά στην ετεροζυγωτία των υβριδίων ή απλά αντανakλά ένα εξαιρετικό συνδυασμό γονιδίων που περιέχονται στο υβρίδιο.

Αν ισχύει το πρώτο, τότε η ευρωστία δεν μπορεί να σταθεροποιηθεί. Αντίθετα, αν ισχύει το δεύτερο η ευρωστία μπορεί να σταθεροποιηθεί.

Από τις διάφορες θεωρίες που έχουν προταθεί για να εξηγήσουν τη γενετική βάση της ετέρωσης οι πιο σπουδαίες είναι δύο: η θεωρία της κυριαρχίας και η θεωρία της υπερκυριαρχίας.

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑΣ

Η θεωρία αυτή στηρίζεται στην άποψη ότι οι πληθυσμοί των σταυρογονιμοποιούμενων ειδών φέρουν μεγάλο φορτίο υποτελών θανατηφόρων γονιδίων, η δράση τους όμως δεν εκδηλώνεται στα σταυρογονιμοποιούμενα είδη λόγω της ετεροζυγωτίας. Η αυτογονιμοποίηση όμως των ειδών αυτών οδηγεί στην ομοζυγωτία των υποτελών θανατηφόρων γονιδίων με αποτέλεσμα τον εκφυλισμό των φυτών.

Στα αυτογονιμοποιούμενα είδη λόγω της ομοζυγωτίας που συνεπάγεται αυτή, τα θανατηφόρα υποτελή γονίδια απομακρύνθηκαν κατά τη διάρκεια της εξέλιξής τους με τη δράση της φυσικής επιλογής. Ο τρόπος αναπαραγωγής των ειδών φαίνεται να επηρεάζει σαφώς το βαθμό ευρωστίας και εκφυλισμού τους. Έτσι, σύμφωνα με τη θεωρία της κυριαρχίας ή ετέρωση δεν είναι τίποτε άλλο παρά η κάλυψη της δράσης των θανατηφόρων υποτελών γονιδίων. Η ανακατάταξη των γονιδίων που πραγματοποιείται η κύρια αιτία της μεγαλύτερης ευρωστίας των υβριδίων σε σχέση με τους πληθυσμούς από τους οποίους προέρχονται.

Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία αυτή ο βαθμός της κυριαρχίας είναι ο κυριότερος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται το μέγεθος του εκφυλισμού. Έτσι, σε περίπτωση ημικυριαρχίας ο εκφυλισμός είναι μικρός, ενώ σε περίπτωση κυριαρχίας είναι μεγάλος.

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑΣ

Οι συνεχείς αυτογονιμοποιήσεις έχουν ως συνέπεια να δημιουργηθούν καθαρές σειρές με διαφορετικό φορτίο θανατηφόρων υποτελών γονιδίων σε ομοζύγωτη κατάσταση, με διαφορετικό δηλαδή βαθμό εκφυλισμού. Ο βαθμός εκφυλισμού, ως συνέπεια της αυτογονιμοποίησης σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό και το είδος των γονιδίων που βρίσκονται σε ετεροζύγωτη κατάσταση στον πληθυσμό. Η διασταύρωση των καθαρών σειρών μεταξύ τους έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υβριδίων, στα οποία τα θανατηφόρα υποτελή γονίδια κρύβονται πίσω από τα κυρίαρχα και έτσι η ευρωστία επανέρχεται εκ νέου στο υβρίδιο.

Υπάρχουν ερευνητές που υποστηρίζουν ότι με τη θεωρία αυτή δεν μπορεί να εξηγηθούν αυξήσεις της απόδοσης μεγαλύτερες του 5%, ενώ τα παραγωγικά υβρίδια αποδίδουν 30% περισσότερο από το μέσο όρο των πληθυσμών. Η υπεροχή των υβριδίων θα μπορούσε να είναι το αποτέλεσμα της μεγαλύτερης απόδοσης ανά φυτό στις διασταυρώσεις. Άλλωστε, τα αποδοτικότερα υβρίδια δεν είναι και ανώτερα από τα πιο αποδοτικά άτομα που υπάρχουν στον πληθυσμό. Επίσης, αν η θεωρία αυτή ήταν σωστή θα έπρεπε να είχαν δημιουργηθεί καθαρές σειρές, ομοζύγωτες σε όλα τα κυρίαρχα αλληλόμορφα κάτι που δεν έχει αναφερθεί.

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΚΥΡΙΑΡΧΙΑΣ

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή υπάρχουν κάποιες γονιδιακές θέσεις για τις οποίες το ετεροζύγωτο είναι ανώτερο και των δύο ομοζύγων. Π. χ. Έστω μια γονιδιακή θέση με 2 αλληλόμορφα a_1 και a_2 . Σύμφωνα με τη θεωρία της υπερκυριαρχίας, το ετεροζύγωτο άτομο, δηλαδή το a_1a_2 θα είναι ανώτερο από τα δύο ομοζύγωτα, δηλαδή τα a_1a_1 και a_2a_2 . Επειδή καθένα από τα δύο αλληλόμορφα a_1 και a_2 μπορεί να κωδικοποιεί διαφορετικό προϊόν, πιθανά το άθροισμα των διαφορετικών προϊόντων τους να είναι ανώτερο από το απλό προϊόν που παράγεται όταν κάθε αλληλόμορφο είναι χωριστά και σε ομοζύγωτη κατάσταση.

Παράδειγμα: η ανθεκτικότητά του λιναριού στη σκωρίαση. Αν διασταυρωθούν δύο σειρές που η κάθε μια είναι ανθεκτική σε διαφορετική φυλή σκωρίασης, τότε το υβρίδιό τους είναι ανθεκτικό και στις δύο φυλές.

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΚΥΡΙΑΡΧΙΑΣ

Ερευνητικά αποτελέσματα στηρίζουν την άποψη ότι η υπερκυριαρχία, με αθροιστική αλληλεπίδραση μη αλληλομόρφων, είναι η κύρια αιτία της ετέρωσης.

Άλλα δεδομένα όμως έδειξαν ότι η ετερωτική ευρωστία δεν είναι αποκλειστικό προϊόν της ετεροζυγωτίας.

Τέλος, έχει προταθεί η άποψη ότι η κύρια αιτία της υπεροχής των ετεροζυγίων ατόμων είναι η σύνδεση με αντίπλευρη διάταξη κυρίαρχων ή ημικυρίαρχων γονιδίων, κάτι που όμως βρέθηκε ανεπαρκές να εξηγήσει την υπερκυριαρχία.

Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ

Η δημιουργία υβριδίων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η εμπορική εφαρμογή του φαινομένου της ετέρωσης. Για να γίνει όμως δυνατή θα πρέπει πρώτα να δημιουργηθούν κάποιες καθαρές σειρές που να φέρουν πολύτιμα γονίδια. Στη συνέχεια ή και ταυτόχρονα με τη δημιουργία τους, θα πρέπει να ελεγχθούν και να βρεθούν ποιες από τις σειρές αυτές δίνουν το καλύτερο ετερωτικό αποτέλεσμα. Οι σειρές αυτές θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία και τη σποροπαραγωγή εμπορικών υβριδίων.

1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ.

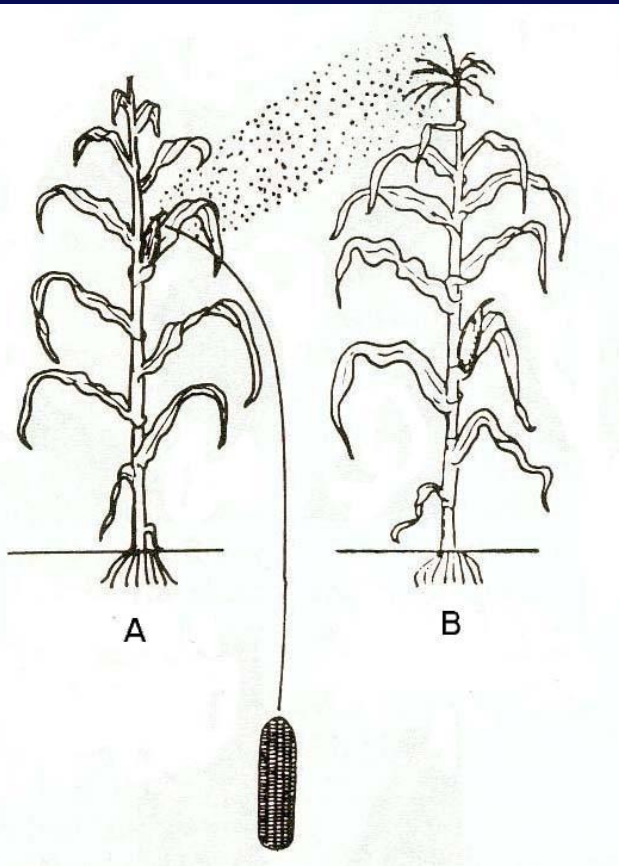


Ι. Ν. Ξυνιάς: Εκμετάλλευση της ετέρωσης στη Βελτίωση Φυτών

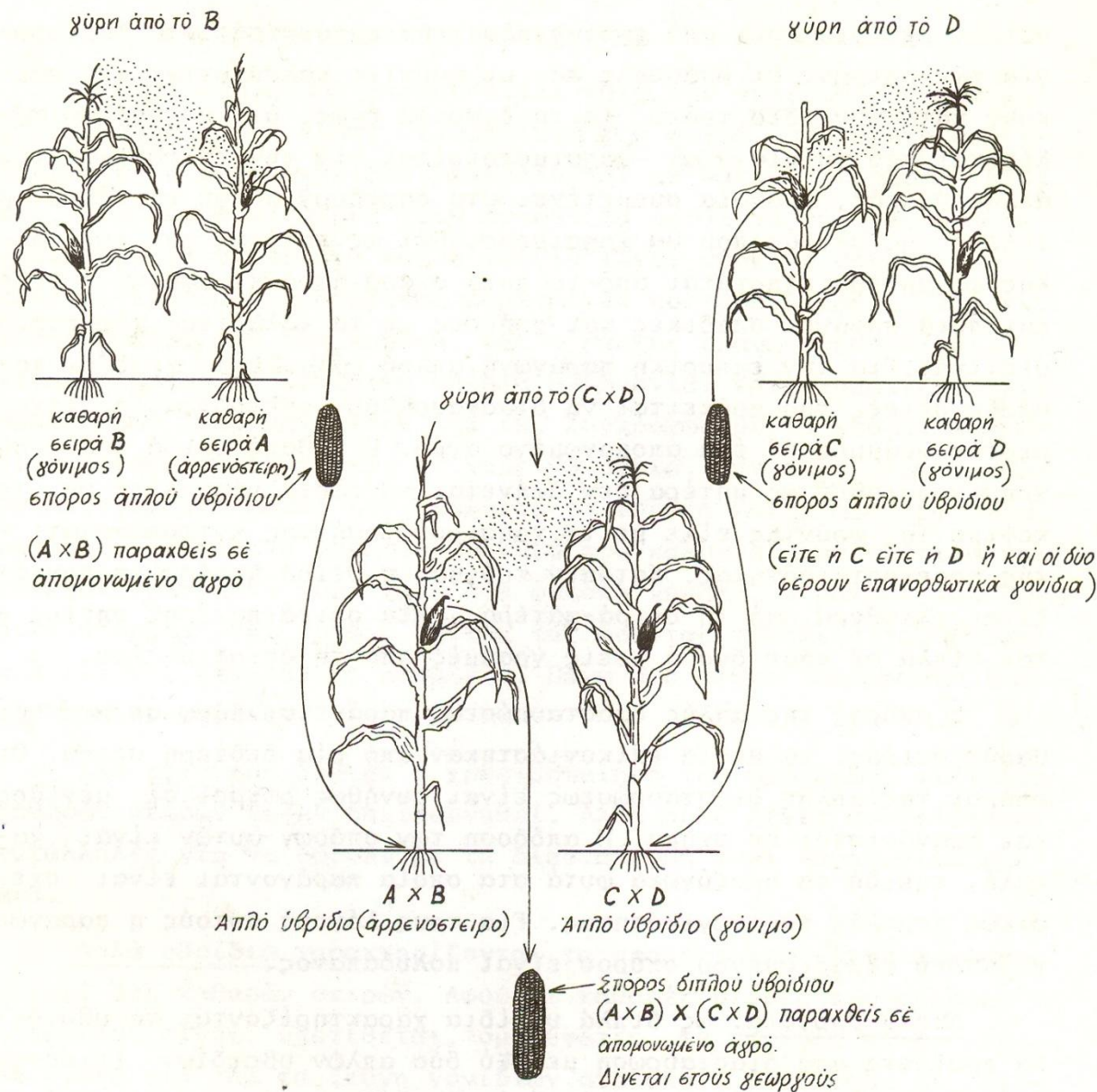
2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ.

Αυτό γίνεται με τις διαλληλικές διασταυρώσεις: δοκιμάζονται ήδη δημιουργημένες καθαρές σειρές, για να ελεγχθεί η συνδυαστική τους ικανότητα. Ο έλεγχος όμως της συνδυαστικής ικανότητας μπορεί να γίνει ταυτόχρονα με την αυτογονιμοποίηση. Προϋπόθεση για να γίνει αυτό είναι τα φυτά που έχουν επιλεγεί να φέρουν δύο σπάδικες. Τότε, ο συνήθως ανώτερος αυτογονιμοποιείται για τη δημιουργία της καθαρής σειράς και ο κατώτερος επικονιάζεται με γύρη από κάποια άλλη καθαρή σειρά, ελέγχοντας έτσι και τη συνδυαστική ικανότητα των σειρών. Δεν αρκεί δηλαδή μια καθαρή σειρά να έχει μόνο καλή συνδυαστική ικανότητα. Θα πρέπει να είναι και παραγωγική για να είναι πιο φθηνός ο υβριδισμοποιός. Παραδείγματα: η F-68, μητέρα του υβριδίου I. Σ. 27. Η B 73, που εκτός από καλή συνδυαστική ικανότητα χαρακτηρίζεται και από καλή απόδοση.

3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ



Τα πρώτα υβρίδια τα οποία δημιουργήθηκαν ήταν τα διπλά, ή υβρίδια τεσσάρων καθαρών σειρών. Αν και ήταν ήδη γνωστό ότι τα πιο παραγωγικά υβρίδια ήταν τα απλά ή υβρίδια δύο καθαρών σειρών, εντούτοις τα τελευταία άργησαν να χρησιμοποιηθούν. Κύριος λόγος για την καθυστέρηση αυτή ήταν η χαμηλή παραγωγικότητα των καθαρών σειρών της εποχής, γεγονός που καθιστούσε το κόστος παραγωγής των απλών υβριδίων απαγορευτικό. Βεβαίως, αργότερα δημιουργήθηκαν καθαρές σειρές αρκετά αποδοτικές καθιστώντας την παραγωγή των απλών υβριδίων εφικτή. Σήμερα τα απλά υβρίδια καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά στις αναπτυγμένες χώρες, ενώ στις λιγότερο ανεπτυγμένες καλλιεργούνται πληθυσμοί.



Διπλά υβρίδια
καλαμποκιού



Αγρός σποροπαραγωγής διπλων υβριδίων καλαμποκιού

Ι. Ν. Ξυνιάς: Εκμετάλευση της ετέρωσης στη Βελτίωση Φυτών