

Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ: ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Βασικές αρχές και έννοιες του Γεωργικού Πειραματισμού

Ο ρόλος των επαναλήψεων.

Πειραματικό τεμάχιο

Σχήματα επαναλήψεων και πειραματικών τεμαχίων.

Ο ρόλος της τυχαιοποίησης.



**Πειραματικός αγρός αξιολόγησης ποικιλιών σιταριού σε σχέδιο
πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη.**

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η επιλογή των γονέων

Τα βήματα για να διευκολυνθεί και επιταχυνθεί η διαδικασία απομόνωσης υπέρτερων διασταυρώσεων:

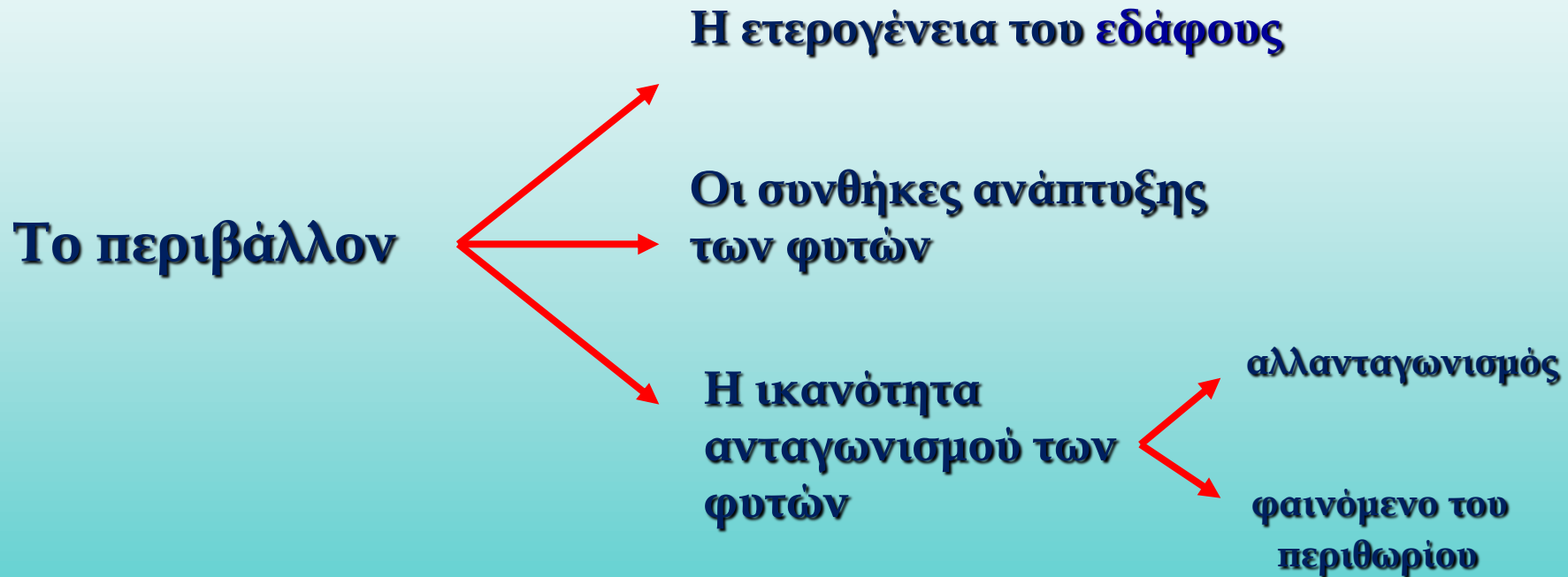
- α, αξιολόγηση των γονικών γενοτύπων ως προς το δυναμικό της απόδοσης τους, ώστε να απομονωθούν και να χρησιμοποιηθούν στις διασταυρώσεις οι πλέον υψηλοαποδοτικοί από αυτούς.
- β, να γίνει έλεγχος της συνδυαστικής ικανότητας των γονικών γενοτύπων στην F_1 γενεά και εκτίμηση της κληρονομικότητας στην F_2 γενεά.
- γ, η επιλογή να γίνει μέσα από τις υπέρτερες F_2 .



Αγρός διασταυρώσεων

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Προβλήματα κατά την επιλογή και αξιολόγηση του νέου γενετικού υλικού



Ο γενότυπος

Ένα άλλο σημείο που δημιουργεί προβλήματα είναι η γενετική κατάσταση του γενοτύπου: είναι ομοζύγωτος ή ετεροζύγωτος;

Ο ομοζύγωτος γενότυπος (AA ή αα) κληρονομεί σταθερά στους απογόνους ($AA \rightarrow AA$ και $aa \rightarrow aa$), όχι όμως και ο ετεροζύγωτος ($Aa \rightarrow AA, Aa, aa$).

Έτσι, όσο πιο γρήγορα φθάσει το υλικό που έχει δημιουργηθεί σε ομοζύγωτη κατάσταση, τόσο πιο γρήγορα θα εκλείψουν οι αρνητικές επιπτώσεις της ετεροζυγωτίας.

Ο τρόπος δράσης των γονιδίων παίζει επίσης σπουδαίο ρόλο (αθροιστική δράση, κυρίαρχα – υποτελή).

Γενότυπος	$a_{10}a_{10}$	$a_{10}a_{50}$	$a_{50}a_{50}$
Φαινότυπος	20	60	100

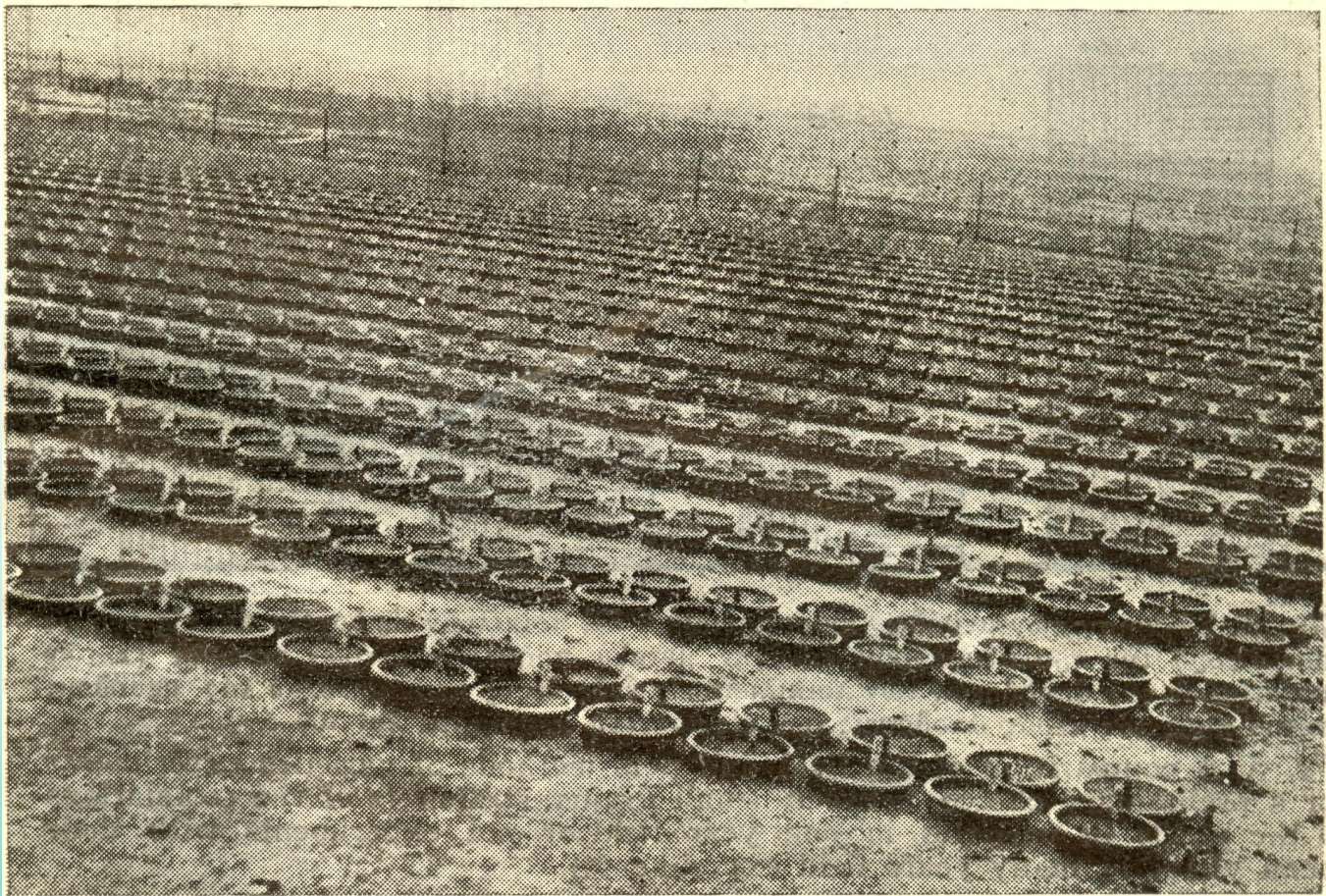
όσο πιο σύντομα αποκτηθούν σταθεροποιημένοι γενότυποι, ομοζύγωτοι σε καλά αλληλόμορφα στις διάφορες θέσεις, όπως το $a_{50}a_{50}$, τόσο πιο σύντομα θα αποκτηθούν οι τελικοί γενότυποι που θα αποδίδουν καλά και θα κληρονομούν σταθερά.

Η αλληλεπίδραση γενοτύπου περιβάλλοντος

Οι κυριότερες προσπάθειες για να αντιμετωπισθεί η ετερογένεια του εδάφους

Οι μέθοδοι των δοχείων και των όρχων (The pocket method).

Προτάθηκαν από τον ιδρυτή του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης, Ακαδημαϊκό Ιωάννη Σ. Παπαδάκη το 1935. Ο Παπαδάκης, στηρίχθηκε στην παρατήρηση του Pickering, που πειραματιζόμενος με μηλιές στον υποσταθμό Woburn του Rothamsted στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, διετύπωσε τη θεωρία (που επιβεβαιώθηκε από τον Παπαδάκη) ότι όλες οι ρίζες των φυτών που αναπτύσσονται εκκρίνουν τοξίνες που βλάπτουν όλα τα φυτά, ακόμη και το φυτό που τις παράγει. Οι τοξίνες αυτές είναι εφήμερες, οξειδώνονται αργά και εξαφανίζονται. Οι τοξίνες του Pickering είναι κατά τον Παπαδάκη, το κυριότερο όπλο που μεταχειρίζονται τα φυτά στον ανταγωνισμό μεταξύ τους. Συνεπώς, για επιλεγούν οι πλέον παραγωγικοί βιότυποι θα πρέπει να απομακρυνθεί ο ανταγωνισμός (**συναγωνισμός** κατά την έκφραση του Παπαδάκη).



Πειράματα ποικιλιών σε δοχεία στο Ινστιτούτο Καλυτερεύσεως των Φυτών (Ινστιτούτο Σιτηρών) στη Θεσσαλονίκη το 1934 (4000 δοχεία εντός του εδάφους).

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



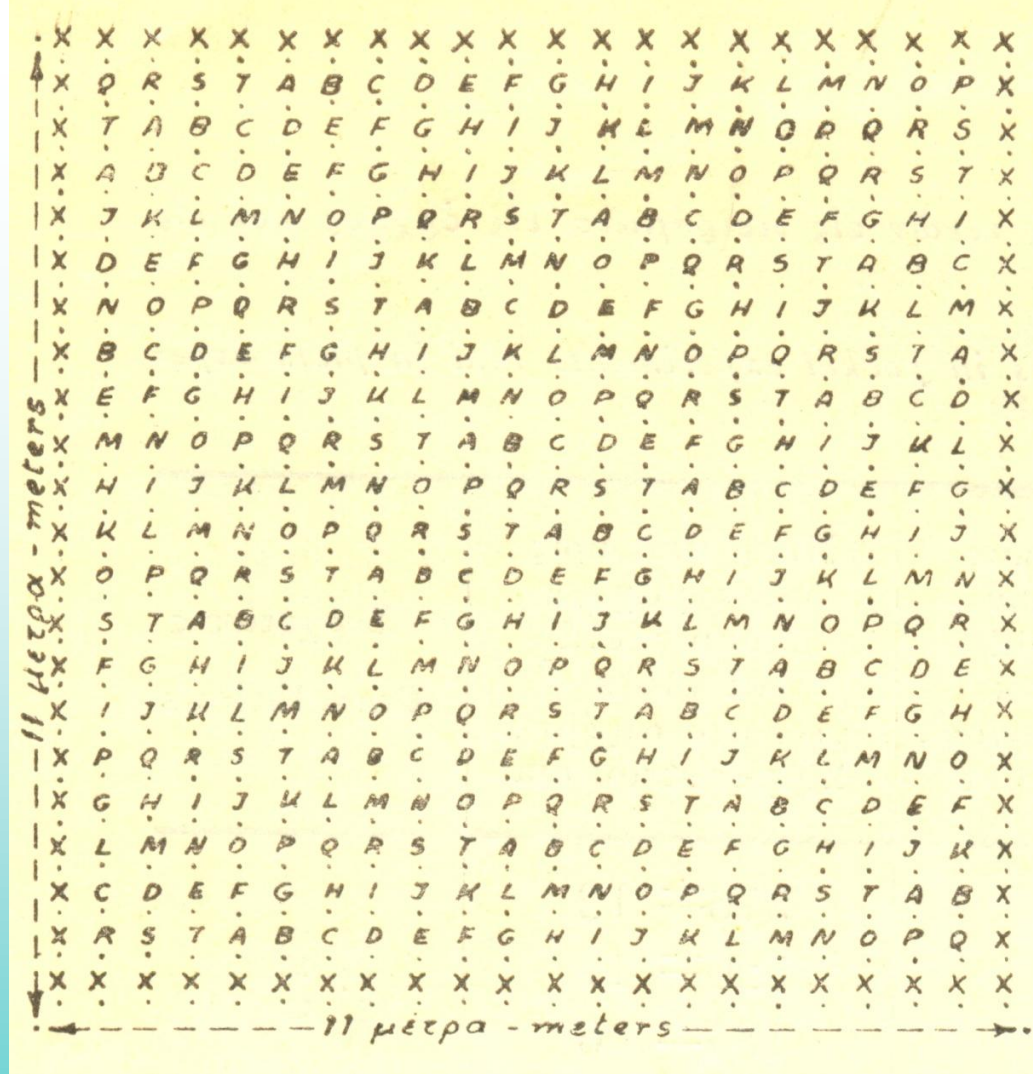
Στάχυ και ψωμί της ποικιλίας Γ-38290.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η παραλλακτικότητα του εδάφους κάνει αναπόφευκτη τη χρησιμοποίηση των επαναλήψεων.

Αυτό όμως καθιστά αδύνατη την ταυτόχρονη δοκιμή πολλών γενοτύπων και για το λόγο αυτό οι Βελτιωτές άρχισαν από το 1900 να χρησιμοποιούν τους μάρτυρες: η απόδοση των αξιολογούμενων γενοτύπων διορθώνονταν με βάση τον πλησιέστερο μάρτυρα.

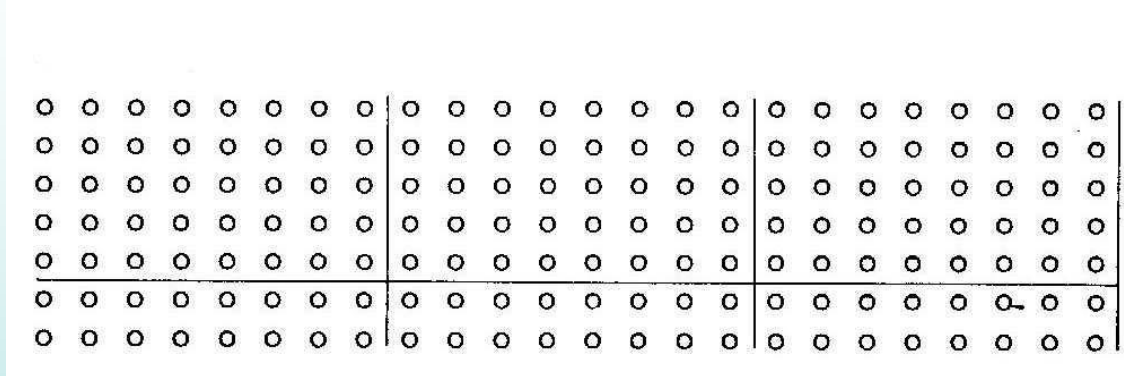
Ο Παπαδάκης για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της αξιολόγησης πολλαπλασίασε τα τεμάχια- μάρτυρες και οι αποδόσεις των πειραματικών τεμαχίων διορθώνονταν με βάση δυο εκατέρωθεν μάρτυρες. Ουσιαστικά λοιπόν ο Παπαδάκης ήταν εκείνος που χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το 1923 και τη μέθοδο του γειτονικού μάρτυρα, που θα περιγραφεί παρακάτω.



Το σχέδιο του πειραματικού με τη μέθοδο των όρχων. Το σχέδιο περιλαμβάνει 20 ποικιλίες (Α-Τ) και 20 επαναλήψεις. Χ = η ποικιλία περιθώριο.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η μέθοδος χωρισμού του αγρού σε ομάδες ομοιογένειας (The grid method, Gardner 1961).



Στηρίζεται στην αρχή της ομαδοποίησης του Fischer (1931) για τον έλεγχο του περιβάλλοντος. Την αρχή αυτή χρησιμοποίησε ο Gardner (1961), που πρότεινε να γίνεται η επιλογή μέσα σε μονάδες ομοιογένειας, ώστε να μειωθεί η επίδραση της παραλλακτικότητας που οφείλεται στο περιβάλλον.

Ο πειραματικός αγρός διαιρείται σε μονάδες 40 φυτών με σκεπτικό ότι όσο πιο μικρή είναι η έκταση του αγρού, τόσο πιο ομοιόμορφο είναι το έδαφος.

Η επιλογή γίνεται μέσα σε κάθε μονάδα όπου επιλέγονται τα 4 πιο αποδοτικά φυτά (ένταση επιλογής 10%), ενώ τα φυτά θα πρέπει να επιλέγονται από όλη την επιφάνεια του αγρού, ανεξάρτητα από τη γονιμότητα του εδάφους.

Ο λόγος που επιβάλει την επιλογή μέσα στη μονάδα είναι γιατί έτσι μειώνεται η περιβαλλοντική παραλλακτικότητα μεταξύ των συγκρινόμενων οικογενειών, με αποτέλεσμα η επιλογή να είναι πιο αποτελεσματική.

Με τη μέθοδο αυτή ο Gardner πέτυχε με μαζική επιλογή για απόδοση πρόοδο 3% ανά γενεά και για τις πρώτες 16 γενεές.

Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου: ένα φυτό μπορεί να μη συγκριθεί με ένα γειτονικό του, αλλά να συγκριθεί με ένα πολύ απομακρυσμένο. Αυτό συμβαίνει γιατί η σύγκριση εξαρτάται από το σημείο από όπου θα περάσει η διαχωριστική γραμμή, που τράβηξε στο χαρτί ο Βελτιωτής για να δημιουργήσει τις μονάδες ομοιογένειας. Η θέση της γραμμής αυτής είναι εντελώς αυθαίρετη.

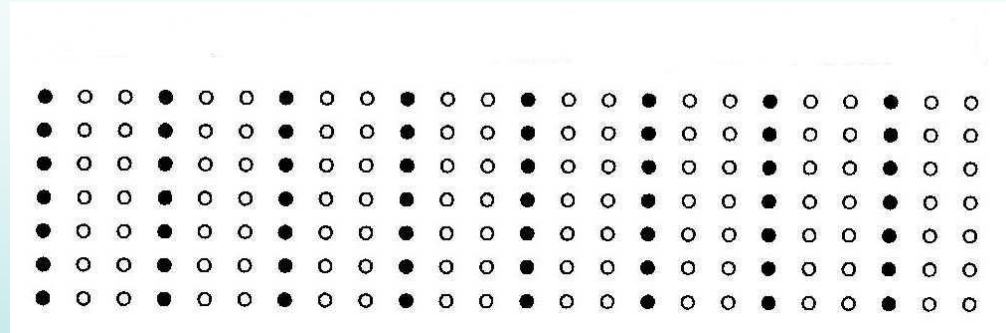
Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η μέθοδος του γειτονικού μάρτυρα (The method of contiguous control, Briggs και Shebeski 1967).

Το 1910 χρησιμοποιήθηκαν πειραματικά τεμάχια με ποικιλίες μάρτυρες για τον έλεγχο της παραλλακτικότητας του εδάφους.

Το 1967 στους πειραματικούς γενεαλογικής επιλογής στο σιτάρι, δίπλα σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο οποίο αξιολογούνταν νέο γενετικό υλικό σπέρνονταν και ένα πειραματικό τεμάχιο μιας ποικιλίας μάρτυρα. Η απόδοση κάθε πειραματικού τεμαχίου ανάγονταν επί τοις % της απόδοσης του μάρτυρα με τον οποίο γειτόννευε. Το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείτο άμεσα ως δείκτης επιλογής.

Η φιλοσοφία της μεθόδου: η απόδοση του πειραματικού τεμαχίου στο οποίο υπάρχει ο μάρτυρας δίνει μια αξιόπιστη εκτίμηση της γονιμότητας του εδάφους του παρακείμενου πειραματικού τεμαχίου, στο οποίο έχει σπαρθεί ο γενότυπος που αξιολογείται (π. χ. αν το αξιολογούμενο φυτό είναι σε γόνιμη κηλίδα και δώσει υψηλή απόδοση, τότε το ίδιο θα συμβεί και στο γειτονικό μάρτυρα). Έτσι, οποιαδήποτε διαφορά στην απόδοση μεταξύ του μάρτυρα και του αξιολογούμενου γενότυπου θα οφείλεται περισσότερο σε γενετικά αίτια και όχι σε διαφορά στη γονιμότητα του εδάφους.

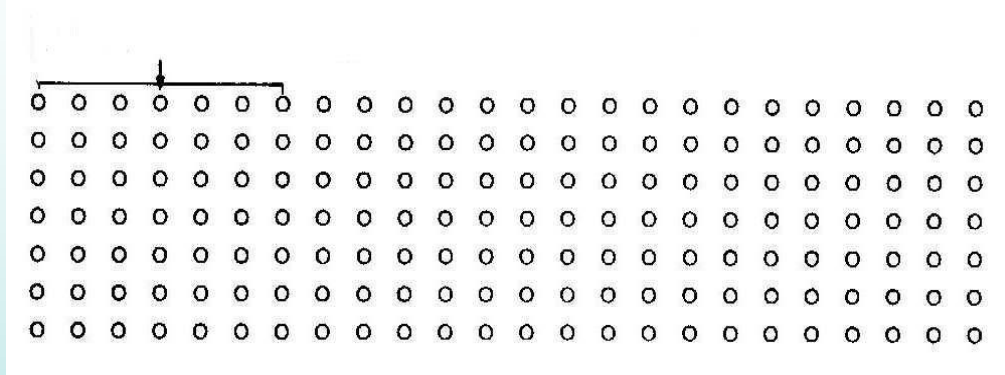


Η μέθοδος του γειτονικού μάρτυρα έχει χρησιμοποιηθεί για συγκρίσεις μεταξύ πειραματικών τεμαχίων. Η ίδια αρχή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για συγκρίσεις μεταξύ ατομικών φυτών.

Μειονέκτημα μεθόδου γειτονικού μάρτυρα: στη μισή έκταση του πειραματικού αγρού καλλιεργούνται φυτά στα οποία δεν πρόκειται να γίνει ποτέ επιλογή. Τα φυτά αυτά μπαίνουν μόνο και μόνο για να βοηθήσουν στη σωστότερη αξιολόγηση των υπόλοιπων φυτών.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η μέθοδος του κινητού μέσου όρου (The moving average method, Knott 1972).



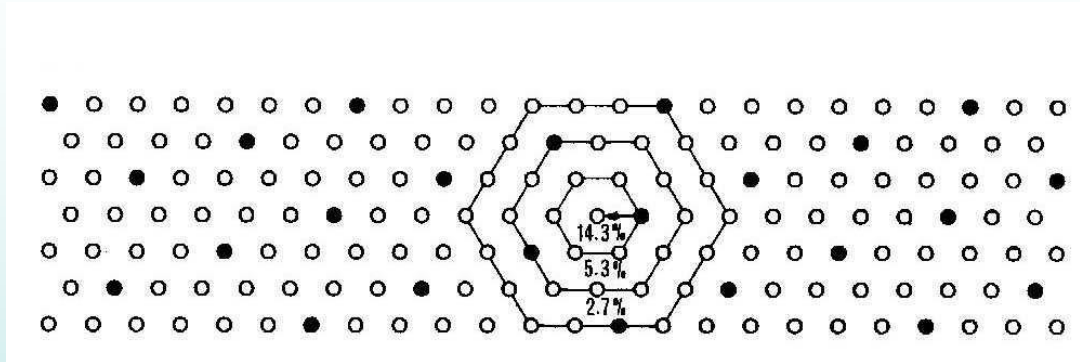
Η μέθοδος δε χρησιμοποιεί κάποιο μάρτυρα, αλλά η απόδοση κάθε πειραματικού τεμαχίου εκφράζεται ως % του κινητού μέσου όρου, που υπολογίζεται από την απόδοση του πειραματικού τεμαχίου που μελετάται και των 3 εκατέρωθεν αυτού πειραματικών τεμαχίων. Η απόδοση λοιπόν του 4ου πειραματικού τεμαχίου συγκρίνεται με τη μέση απόδοση των 7 πειραματικών τεμαχίων, δηλαδή από το 1ο έως το 7ο, η απόδοση του 5ου πειραματικού τεμαχίου με τη μέση απόδοση των 7 πειραματικών τεμαχίων από το 2ο έως το 8ο κ. ο. κ. Για τα πρώτα τρία και τα τρία τελευταία πειραματικά τεμάχια ως κινητός μέσος όρος χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των επτά πειραματικών τεμαχίων που είναι πιο κοντά προς το τέλος. Αν ένας γενότυπος αποδίδει για παράδειγμα 20% περισσότερο από τον κινητό μέσο όρο ενώ όλοι οι υπόλοιποι αποδίδουν λιγότερο τότε ο γενότυπος αυτός θεωρείται ότι είναι ο καλύτερος.

Η μέθοδος του κινητού μέσου όρου πλεονεκτεί γιατί δεν χρησιμοποιεί μάρτυρες, οι οποίοι στην προηγούμενη μέθοδο καταλαμβάνουν πολύ χώρο και η καλλιέργειά τους αυξάνει το κόστος του πειραματισμού.

Το κύριο μειονέκτημα του κινητού μέσου όρου είναι ότι είναι δυνατό να αξιολογηθεί ως άριστος ένας γενότυπος όχι γιατί είναι πραγματικά ο ίδιος άριστος αλλά γιατί περιβάλλεται από 6 γενότυπους που είναι κατά τύχη οι χειρότεροι. Η πιθανότητα να συμβεί μειώνεται όσο ο αριθμός των ατόμων που αποτελούν τον μέσο όρο αυξάνει.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η επιλογή απουσία ανταγωνισμού (The honeycomb selection, Fasoulas 1973).



Η επιλογή απουσία ανταγωνισμού, γνωστή και ως κουσελωτή επιλογή, προτάθηκε από τον Φασούλα (1973).

Κύριος στόχος: να παρακάμψει την επισκιαστική δράση της ετερογένειας του εδάφους και τις αρνητικές επιπτώσεις του αλλανταγωνισμού στην αποδοτικότητα των φυτών.

Το σχέδιο στηρίζεται στις αρχές και των τριών προηγούμενων σχεδίων

Οι γενότυποι που αξιολογούνται σπέρνονται αραιά (1m). Κάθε γενότυπος είναι στο κέντρο ενός εξαγώνου, που θεωρείται ως μια επανάληψη. Στις γωνίες έχουν σπαρθεί έξι άλλοι από τους γενότυπους που αξιολογούνται.

Η διάταξη αυτή εξασφαλίζει ομοιόμορφες συνθήκες σύγκρισης για όλα τα φυτά (κάθε φυτό συγκρίνεται μόνο με τα ισαπέχοντα φυτά του εξαγώνου που το περιβάλλουν).

Για να επιλεγεί ένα φυτό θα πρέπει να υπερέχει από όλα τα φυτά του δακτυλίου. Η απόδοση των φυτών μεταβάλλεται ανάλογα της γονιμότητας του εδάφους. Αυτό εξασφαλίζει αντικειμενικότητα επιλογής: οι καλύτεροι γενότυποι επιλέγονται ανεξάρτητα της γονιμότητας του εδάφους.

Η αραιή σπορά συνεπάγεται έλλειψη ανταγωνισμού μεταξύ των γενοτύπων ενώ οι πολλές επαναλήψεις επιτρέπουν τον καλύτερο έλεγχο ετερογένειας του εδάφους: κάθε γενότυπο μπορεί να αποδώσει το μέγιστο.

Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά τις πρώτες γενεές επιλογής (επιλογή στις πρώτες γενεές).

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



Εικόνα 1. Άποψη του πειραματικού NR-0 αρχικού πληθυσμού της βρίζας. Η μεγάλη παραλλακτικότητα των φυτών είναι εμφανής.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



Αγρός επιλογής γενοτύπων σιταριού απουσία ανταγωνισμού

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Η επιλογή με βάση τα δευτερεύοντα γνωρίσματα

Η απόδοση είναι ποσοτικό γνώρισμα και επηρεάζεται πολύ από το περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού.

Η απόδοση είναι το τελικό προϊόν της συνεργασίας πολλών άλλων γνωρισμάτων. Π. χ. στο καλαμπόκι ο αριθμός των σπαδικών ανά φυτό, ο αριθμός σειρών σπόρων ανά σπάδικα, ο αριθμός σπόρων επίσης ανά σπάδικα και ο αριθμός παραγωγικών ή μη αδελφιών είναι γνωρίσματα που επηρεάζουν σαφώς την απόδοση.

Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται δευτερεύοντα και κάποια από αυτά ελέγχονται από λίγα μόνο γονίδια, επηρεάζονται ελάχιστα από το περιβάλλον και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη κληρονομικότητα από την απόδοση.

Αν βρεθεί ένα (ή περισσότερα) δευτερεύον γνώρισμα που συσχετίζεται υψηλά με την απόδοση, τότε επιλέγοντας για το γνώρισμα αυτό γίνεται επιλογή και για μεγάλη απόδοση, παρακάμπτοντας την αρνητική επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος στην επιλογή αποδοτικών γενότυπων

Ο Lonnquist στο καλαμπόκι χρησιμοποίησε ως κριτήριο επιλογής την πολυδυμία και πέτυχε πρόοδο.



Πολυδύναμο υβρίδιο καλαμποκιού.

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

Εκτός από τα δευτερεύοντα γνωρίσματα έχουν βρεθεί ορισμένες γονιδιακές θέσεις που κωδικοποιούν για παράδειγμα κάποιο ισοένζυμο και είναι στενά συνδεδεμένες με κάποιες άλλες γονιδιακές θέσεις που ελέγχουν κάποια ανθεκτικότητα (π. χ. ανθεκτικότητα στην ξηρασία). Με την πρόοδο της Μοριακής Γενετικής που έχει πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ειδικοί μοριακοί δείκτες που χρησιμοποιούνται στην επιλογή ατόμων με συγκεκριμένα γνωρίσματα.



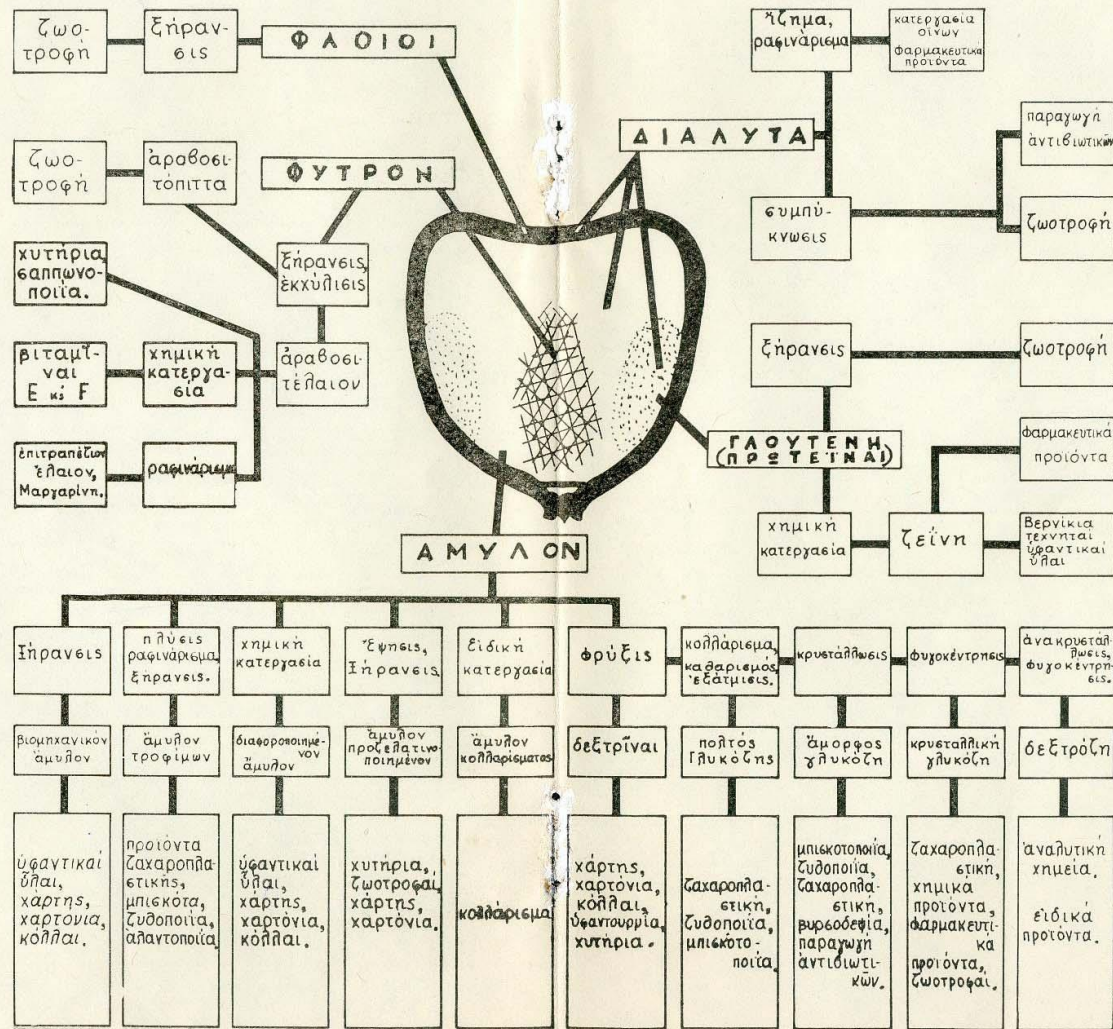
Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών



Teosinde

Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ



Ιωάννης Ν. Ξυνιάς: Διαφάνειες Βελτίωσης των φυτών