

Γεωργικός Πειραματισμός

1ο Εργαστήριο

Αναστάσιος Κατσιλέρος

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού

katsileros@aua.gr

Αθήνα 2020

Τι είναι ο Γεωργικός Πειραματισμός;

Είναι ο κλάδος της εφαρμοσμένης στατιστικής που ασχολείται με το σχεδιασμό, τη διεξαγωγή, την ανάλυση και την ερμηνεία γεωργικών πειραμάτων. Παρέχει τις αρχές και τις μεθόδους για τη διεξαγωγή έρευνας, με σκοπό την απόκτηση νέας γνώσης.

Τι είναι πείραμα;

Είναι μία διαδικασία που πραγματοποιείται με σκοπό να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει μία υπόθεση. Με το πείραμα, ο ερευνητής μπορεί να μελετήσει λεπτομερώς ένα φαινόμενο, μέσω της ελεγχόμενης αναπαραγωγής του και να κατανοήσει τις αιτίες που το προκαλούν και τους νόμους που το διέπουν.

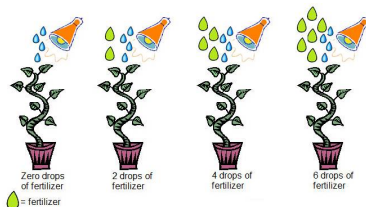


Το **πείραμα** (experiment), επιτρέπει τη μελέτη της **επίδρασης** (effect) των **πειραματικών επεμβάσεων** ή **μεταχειρίσεων** (treatments) (π.χ. υβρίδια αραβόσιτου, συγκέντρωση καταλύτη) στο αποτέλεσμα ή στην **απόκριση** (response) κάποιου χαρακτηριστικού (π.χ. απόδοση σε κιλά, χρόνος αντίδρασης), ενός συστήματος ή μίας διεργασίας (π.χ. καλλιέργεια, χημική αντίδραση).

Η μονάδα στην οποία εφαρμόζεται η πειραματική επέμβαση ονομάζεται **πειραματική μονάδα** (experimental unit), (π.χ. τεμάχιο αγρού, συσκευή) και ο τρόπος με τον οποίο ταξινομούνται οι πειραματικές επεμβάσεις στις πειραματικές μονάδες, ονομάζεται **πειραματικό σχέδιο** (experimental design).



Ως **παράγοντας** (factor) ορίζεται το είδος της επέμβασης που εφαρμόζεται (λίπανση, φυτοφάρμακο κ.α.) και **στάθμες** ή **επίπεδα** (levels), οι διάφορες επεμβάσεις του παράγοντα (συγκεντρώσεις, δοσολογία κ.α.). Τα επίπεδα μπορεί να είναι ποσοτικά (π.χ. διάφορα επίπεδα άρδευσης) ή κατηγορικά (π.χ. υβρίδια). Όταν σε ένα πείραμα συμμετέχουν περισσότεροι του ενός παράγοντα, τότε οι πειραματικές επεμβάσεις είναι οι συνδυασμοί των επιπέδων των διαφόρων παραγόντων.



Στα πειράματα μπορεί να συμμετέχουν και άλλοι 'ανεπιθύμητοι' παράγοντες οι οποίοι αν και δεν ενδιαφέρουν άμεσα τον ερευνητή, μπορεί να έχουν επίδραση στην απόκριση του χαρακτηριστικού που μελετάται. Οι παράγοντες αυτοί αναφέρονται ως **παράγοντες όχλησης** (nuisance factors), διακρίνονται σε γνωστούς ή άγνωστους, ελεγχόμενους ή μη και συνδέονται συνήθως με το περιβάλλον, τις συνθήκες διεξαγωγής του πειράματος ή το πειραματικό υλικό (π.χ. θερμοκρασία, εδαφική ετερογένεια, ανομοιογένεια πειραματικών μονάδων κ.α.).

Η επίδραση των παραγόντων που δεν ελέγχονται από τον ερευνητή σε συνδυασμό με διάφορες άλλες επιδράσεις (π.χ. κακή εφαρμογή των επεμβάσεων, σφάλματα στη μέτρηση), στο αποτέλεσμα ενός χαρακτηριστικού, καλείται **τυχαίο ή πειραματικό σφάλμα** (random - experimental error).

Ο ερευνητής για να μελετήσει και αξιολογήσει σωστά τις επιδράσεις των πειραματικών επεμβάσεων στην απόκριση ενός χαρακτηριστικού, θα πρέπει να περιορίσει το τυχαίο - πειραματικό σφάλμα.

Βασικές Αρχές Πειραματισμού

Για την ορθή διεξαγωγή ενός πειράματος, αλλά και για την αξιόπιστη εκτίμηση και περιορισμό του πειραματικού σφάλματος, ο ερευνητής θα πρέπει να ακολουθήσει τις βασικές αρχές του πειραματισμού. Οι βασικές αρχές είναι η επανάληψη, η τυχαιοποίηση και ο τοπικός έλεγχος και διατυπώθηκαν το 1925 από τον Ronald A. Fisher, ο οποίος ασχολήθηκε με την ανάλυση γεωργικών πειραμάτων στον πειραματικό σταθμό του Rothamsted.



Rothamsted Experimental Station (UK)



Statistical Methods for Research Workers

BY

R. A. FISHER, M.A.

*Fellow of Gonville and Caius College, Cambridge
Chief Statistician, Rothamsted Experiment Station*

OLIVER AND BOYD

EDINBURGH: TWEEDDALE COURT
LONDON: 33 PATERNOSTER ROW, E.C.
1925

Επανάληψη

Η **επανάληψη** ή **αναπαραγωγή** (replication) είναι η επαναλαμβανόμενη ανεξάρτητη **εκτέλεση** (run) μίας πειραματικής επέμβασης. Η επανάληψη επιτρέπει στον ερευνητή να αποκτήσει μια ακριβή εκτίμηση του πειραματικού σφάλματος, ενώ συμβάλει σημαντικά στην μείωση του.

Τυχαιοποίηση

Με την **τυχαιοποίηση** (randomization) οι πειραματικές επεμβάσεις κατανέμονται εντελώς τυχαία στις πειραματικές μονάδες. Η τυχαιοποίηση προστατεύει από την συστηματική επίδραση των αγνώστων και μη ελεγχόμενων παραγόντων και διασφαλίζει την αμεροληψία. Επιπλέον εξασφαλίζει την ανεξαρτησία των παρατηρήσεων, η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε διάφορες στατιστικές δοκιμασίες.

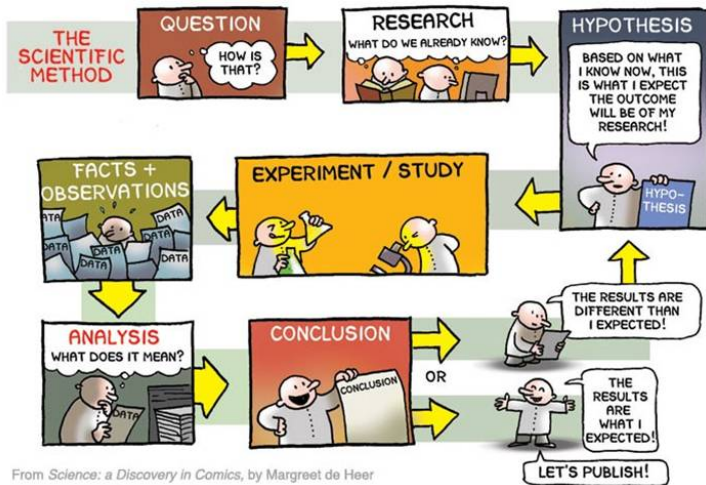
Τοπικός έλεγχος

Αν οι παράγοντες όχλησης είναι γνωστοί και ελεγχόμενοι, ο ερευνητής μπορεί είτε να τους σταθεροποιήσει αν είναι δυνατόν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος, είτε να τους λάβει υπόψη στον πειραματικό σχεδιασμό με την τεχνική του **τοπικού ελέγχου ή ομαδοποίησης** (local control - blocking). Σκοπός του τοπικού ελέγχου είναι η δημιουργία ομοιογενών συνθηκών ή ομάδων ομοιογενών πειραματικών μονάδων, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά επίπεδα του παράγοντα όχλησης και περιλαμβάνουν μία πλήρη επανάληψη των πειραματικών επεμβάσεων.

Τοπικός έλεγχος (συνέχεια)

Με την δημιουργία των ομοιογενών συνθηκών-ομάδων, η οποία γίνεται με κάποιους περιορισμούς στην τυχαιοποίηση, απομακρύνεται η επίδραση του παράγοντα όχλησης και επιτυγχάνεται μείωση του πειραματικού σφάλματος και αύξηση της αποτελεσματικότητας του πειραματικού σχεδιασμού. Αν οι παράγοντες όχλησης είναι μη ελεγχόμενοι αλλά γνωστοί και μετρήσιμοι (π.χ. απώλειες φυτών σε ένα πειραματικό τεμάχιο που δεν οφείλονται στις επεμβάσεις), μπορεί υπό κάποιες προϋποθέσεις ο ερευνητής να τους λάβει υπόψη στην στατιστική ανάλυση.

Στάδια Πειράματος



Το στάδιο του σχεδιασμού θεωρείται το πιο κρίσιμο στάδιο, διότι τα κυριότερα λάθη ενός πειράματος οφείλονται σε αυτό το στάδιο. Για το σωστό σχεδιασμό ενός πειράματος απαιτείται ο ερευνητής να γνωρίζει πολύ καλά το γνωστικό του αντικείμενο και τι ακριβώς ψάχνει, να έχει τις απαραίτητες γνώσεις στατιστικής και τέλος σημαντική εμπειρία στην διεξαγωγή πειραμάτων. Επειδή για την εκτέλεση ενός πειράματος απαιτούνται πολλοί πόροι (π.χ. χρόνος, χρήματα κ.α.) αλλά και για την αποφυγή λαθών, είναι σημαντικό για τον σωστό σχεδιασμό να ζητείται η συμβολή όλων των ενδιαφερόμενων μερών (έμπειρων ερευνητών, στατιστικών, τεχνικών, τελικών χρηστών-πελατών κ.α.).

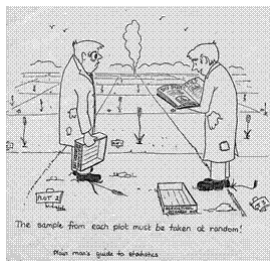
Το πρώτο βήμα στο σχεδιασμό είναι ο ορισμός και η διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος. Συνήθως μία τυχαία παρατήρηση, ένα ερώτημα ή ένα υπαρκτό πρόβλημα, δίνει το έναυσμα για το ξεκίνημα μίας έρευνας. Στην συνέχεια γίνεται μια πλήρης βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικών ερευνών έτσι ώστε ο ερευνητής να κατανοήσει επαρκώς το πρόβλημα, να καθορίσει τον σκοπό και τον στόχο της έρευνας του, αλλά και να οργανώσει σωστά το ερευνητικό του πρόγραμμα.



Το επόμενο βήμα στο σχεδιασμό, είναι η επιλογή των χαρακτηριστικών και των παραγόντων που θα μελετηθούν, των επιπέδων, των επαναλήψεων και του κατάλληλου πειραματικού σχεδιασμού που θα χρησιμοποιηθεί. Η επιλογή των παραπάνω εξαρτάται από πολλές παράμετρους (π.χ. είδος και στάδιο πειράματος, διαθεσιμότητα υλικών, συνθήκες κ.α.) και πρέπει να γίνει κατά τρόπον ώστε ο ερευνητής να αποκομίσει τα περισσότερα δυνατόν οφέλη αλλά και να μπορεί να διαχειριστεί εύκολα και σωστά το πείραμα.



Στο στάδιο της εκτέλεσης του πειράματος πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ορθή διεξαγωγή, παρακολούθηση, καταγραφή και συλλογή των παρατηρήσεων ώστε να αποφευχθούν λάθη, συστηματικά ή μη, που θα μπορούσαν να αλλοιώσουν τα αποτελέσματα του πειράματος.



Αν το πείραμα έχει σχεδιαστεί σωστά και εκτελεστεί σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό, το στάδιο της ανάλυσης θεωρείται μια σχετικά απλή διαδικασία. Πρώτο βήμα του σταδίου, είναι ο επανέλεγχος των δεδομένων, η οργάνωση και η ταξινόμηση τους. Το επόμενο στάδιο είναι ο έλεγχος των προϋποθέσεων της στατιστικής ανάλυσης με βάση το πειραματικό σχέδιο που έχει επιλεγθεί, η πραγματοποίηση της ανάλυσης και ο υπολογισμός των κατάλληλων κριτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν για την δοκιμασία των στατιστικών υποθέσεων.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων αρχικά ο ερευνητής θα πρέπει να ελέγξει κατά πόσον η επιστημονική υπόθεση ή θεωρία υποστηρίζεται ή όχι και αν απαντάει στα ερωτήματα της έρευνας. Στην συνέχεια να κάνει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, να εξάγει τα συμπεράσματα της έρευνας και τελικά να αποφασίσει αν υπάρχει δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων ή επανάληψης του ίδιου ή διαφορετικού πειράματος.















