



Γεωργικός Πειραματισμός

Ενότητα 1^η: Εισαγωγή - Γεωργικός Πειραματικός Σχεδιασμός

Γεώργιος Μενεξές
Τμήμα Γεωπονίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

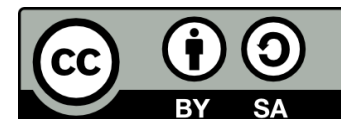


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Εισαγωγή - Γεωργικός Πειραματικός Σχεδιασμός

Το περιεχόμενο, οι συνθήκες και οι βασικές
αρχές του Γεωργικού Πειραματισμού,
Πρακτικές Συμβουλές



Εισαγωγή

Πείραμα

- **Προσχεδιασμένη** διαδικασία που διεξάγεται με ορισμένους **κανόνες** με σκοπό να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει μια **θεωρία** ή να δημιουργήσει **νέα γνώση**
- Αποδεκτός μηχανισμός για την μελέτη σχέσεων **αιτίας-αποτελέσματος**
- Τα πειράματα διακρίνονται σε **φυσικά** και **τυχαία**



Γεωργικός Πειραματισμός

- Αναφέρεται στις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά τη **σχεδίαση, εκτέλεση, ανάλυση και ερμηνεία** των πειραμάτων που αφορούν στις **Γεωπονικές Επιστήμες**
- Αποσκοπεί στην **αξιολόγηση** πειραματικών επεμβάσεων σε **φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς**
- Τα γεωργικά πειράματα μπορούν να εγκατασταθούν στο **χωράφι, στο θερμοκήπιο και στο εργαστήριο**
- Τα πειράματα στο χωράφι αποσκοπούν στη **μίμηση των συνθηκών** του γεωργού



Συνθήκες Γεωργού

Κλιματικές

- Μεταβολή από χρονιά σε χρονιά
- Οι ποικιλίες δοκιμάζονται επί σειρά ετών ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα της συμπεριφοράς τους στα επόμενα χρόνια

Εδαφικές

- Μεταβολή από τοποθεσία σε τοποθεσία
- Εγκαθιστούμε τα πειράματα σε διάφορες αντιπροσωπευτικές περιοχές ώστε η εκτίμηση της αξίας μιας ποικιλίας να γίνει με μεγαλύτερη ασφάλεια



Πειραματικό Σφάλμα

- Το είδος της **παραλλακτικότητας** που ξεφεύγει από τον **έλεγχο** του ερευνητή
- Τα **άγνωστα αίτια** που δεν γνωρίζουμε την κατεύθυνση της επίδρασής τους, δεν μπορούμε να τα μετρήσουμε και δεν μπορούμε να τα ελέγξουμε
- Ειδικός στόχος του πειραματικού σχεδιασμού: η **μείωση** του πειραματικού σφάλματος



Πειραματικός Σχεδιασμός

Αναφέρεται:

- στη διαδικασία ή στο μεθοδολογικό σχέδιο σύμφωνα με το οποίο οι διαθέσιμες **πειραματικές μονάδες** (π.χ. αντικείμενα ή υποκείμενα) εντάσσονται σε διάφορες **πειραματικές συνθήκες** (επεμβάσεις, μεταχειρίσεις ή αγωγές)
- στην κατάλληλη **στατιστική ανάλυση** των δεδομένων



Βασικές αρχές του Πειραματισμού

- α) Σύγκριση των επεμβάσεων
- β) **Τυχαία** επιλογή ή **ανάθεση** των πειραματικών μονάδων στις επεμβάσεις (αξιόπιστη **εκτίμηση** του πειραματικού σφάλματος)
- γ) **Επανάληψη** των μετρήσεων για όλους ή μερικούς από τους δυνατούς συνδυασμούς των επεμβάσεων (τοπικός έλεγχος, **μείωση του πειραματικού σφάλματος**)



Δομημένη πορεία στο σχεδιασμό ενός πειράματος

- Σαφής διατύπωση μιας ή περισσότερων **ερευνητικών υποθέσεων** που αντιστοιχούν σε **στατιστικές υποθέσεις**
- Καθορισμός μεταβλητών (**ανεξάρτητες, εξαρτημένες, θορύβου**)
- Καθορισμός του **πληθυσμού** και του **μεγέθους δείγματος**
- Καθορισμός της διαδικασίας **τυχαιοποίησης** των **πειραματικών μονάδων** στις επεμβάσεις
- Καθορισμός της **στατιστικής ανάλυσης**



Παράδειγμα: Completely Randomized Design (CRD)

Ποικιλία Α	Ποικιλία Β	Ποικιλία Β
Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ	Ποικιλία Α
Ποικιλία Β	Ποικιλία Γ	Ποικιλία Β
Ποικιλία Γ	Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ



Παράδειγμα: Randomized Complete-Block Design (RCBD)

Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3
Ποικιλία Β	Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ
Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ	Ποικιλία Β
Ποικιλία Γ	Ποικιλία Β	Ποικιλία Α



Παράδειγμα: Split-Plot Design (1 ομάδα-επανάληψη)

C	Poa	Prunella	Fragaria	Trifolium	Agrostis	Festuca	Plantago	Galium	Doriginium
N	Agrostis	Festuca	Trifolium	Plantago	Fragaria	Galium	Prunella	Doriginium	Poa
P	Doriginium	Galium	Plantago	Festuca	Prunella	Fragaria	Poa	Trifolium	Agrostis



Παράδειγμα 1

- Προκαταρκτικό Πείραμα
- Διατοπικά σε 6 Περιοχές
- Κριθάρι (F6)
- Δύο Γραμμές, δύο μέτρων / Πειραματικό Τεμάχιο



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 2 (1)

- 3 Ποικιλίες Κριθαριού



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 2 (2)

- Το πείραμα από άλλη οπτική γωνία



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 2 (3)

- Δύο Επαναλήψεις του Πειράματος



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος

Παράδειγμα 2 (4)

- 7 Γραμμές, 4 Μέτρα
- Η διαφορά ύψους μεταξύ των ποικιλιών οφείλεται στην πρώιμη ευρωστία της κάθε ποικιλίας



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 3

- Αποδεικτικός (demo)
- Πειραματικός Αγρός
- 1 στρ.
- Σιτάρι



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 4

- Πείραμα με προστατευτικό
- Για τα πουλιά
- Για πιθανή μόλυνση



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 5

- Αραιό
- Παγετός
- Λάθος της σπαρτικής
- Κακή επεξεργασία του χωραφιού πριν τη σπορά



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 6

- Τούφες
- Ένδειξη κακής σποράς



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 7

- Κριθάρι
- Αλωνισμός πειραματικού τεμαχίου
- Αλωνίστηκαν μόνο οι 5 μεσαίες γραμμές του plot από τις 7
- Μέτρηση απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών (πρωτεΐνη, εκατολιτρικό βάρος, βάρος κόκου)



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



Παράδειγμα 8 (1)

- Δίκταμο
(ΕΘΙΑΓΕ-
Πιλοτικός
Αγρός)



Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα



Παράδειγμα 8 (2)



Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα

Παράδειγμα 9 (1)

- Μελισσόχορτο
- ΕΘΙΑΓΕ-
Πιλοτικός Αγρός



Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα

Παράδειγμα 9 (2)



Πιλοτικός αγρός μελισσόχορτου – Μάιος 2007

Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα



Παράδειγμα 10



Κρίταμο (ΕΘΙΑΓΕ-Πιλοτικός Αγρός)

Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα



Παράδειγμα 11

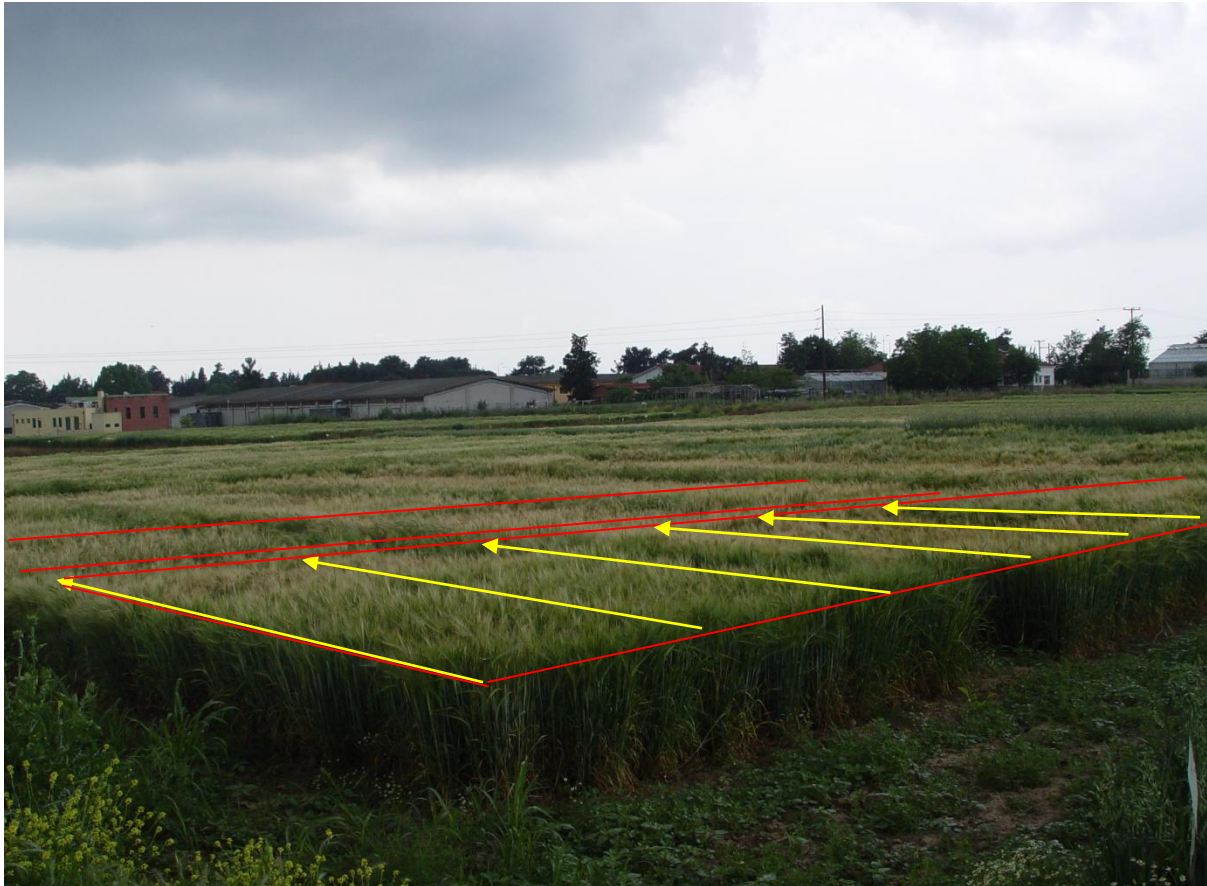


Εγκατάσταση Υδροπονικής Καλλιέργειας Δίκταμου (ΕΘΙΑΓΕ)

Φωτογραφία: Δρ. Ελένη Μαλούπα



Παράδειγμα 13



Φωτογραφία: Δρ. Κωνσταντίνος Μπλαδενόπουλος



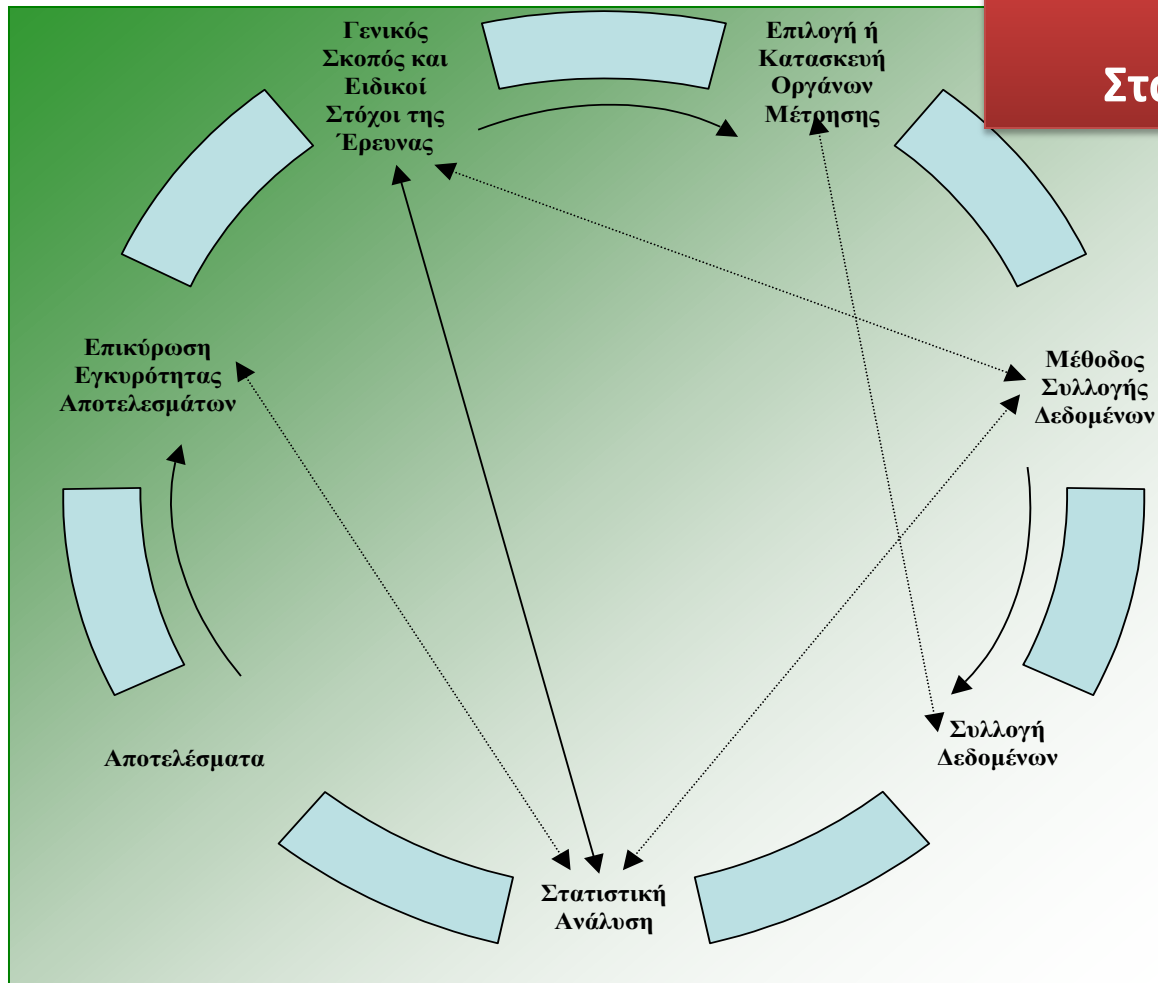
Αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων

- Συγκρίσεις **διαχρονικές** και **διατοπικές**
- Καθορισμός **Τυχαίων** (Random) και **Προκαθορισμένων** (Fixed) Επεμβάσεων
- Καθορισμός του βαθμού **γενίκευσης** των αποτελεσμάτων



Δομημένη Προσέγγιση...

...στη Μεθοδολογία Έρευνας και στη Στατιστική Ανάλυση



Σχήμα: Δρ. Γεώργιος Μενεξές

Βιβλιογραφία

- **Φασούλας, Α. Κ. (ανατ. 2008).** *Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής*. Θεσσαλονίκη: Άγιος-Σάββας Δ. Γαρταγάνης.
- **Καλτσίκης, Π. Ι. (1997).** *Απλά Πειραματικά Σχέδια*. Αθήνα: Εκδόσεις Α. Σταμούλη.
- **Μιχαηλίδης, Ζ. (2005).** *Βιομετρία-Γεωργικός Πειραματισμός*. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- **Μενεξές, Γ. (2006).** *Πειραματικοί Σχεδιασμοί στην Ανάλυση Δεδομένων*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής.
- **Μενεξές, Γ. (2008).** Μια δομημένη προσέγγιση στην πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση βιολογικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών δεδομένων. Στο Γ. Αραμπατζής και Σ. Πολύζος (eds), *Φυσικοί Πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη* (σσ. 519-534) Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα





Γεωργικός Πειραματικός Σχεδιασμός

Πρακτικές Συμβουλές

Εισαγωγή

- Η γεωργική τεχνολογία είναι **εξελισσόμενη εφαρμοσμένη επιστήμη** (μελετά νέες ποικιλίες, νέους τρόπους καλλιέργειας).
- Η γεωργία έπαψε να είναι εμπειρική τέχνη. Είναι μια **δυναμική επιστήμη**.
- Η γεωργική έρευνα (βασική και εφαρμοσμένη) είναι οργανωμένη με αυστηρά **επιστημονικά κριτήρια**.
- Η εφαρμοσμένη γεωργική έρευνα στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στα **γεωργικά πειράματα**.



Διεξαγωγή γεωργικών πειραμάτων

- Για τη δημιουργία **νέων ποικιλιών**, για τη μελέτη της **αντίδρασής** τους στο περιβάλλον, για τη μελέτη της **προσαρμοστικότητάς** τους (γενική, ειδική)
- Για την αξιολόγηση και την εφαρμογή **νέων μεθόδων καλλιέργειας**
- Για την καταπολέμηση **ασθενειών**



Χρησιμότητα των πειραμάτων

- Τα γεωργικά πειράματα είναι απαραίτητα για να διαμορφωθεί αρχικά μια “**βελτίωση**” και στη συνέχεια για να διαπιστωθεί η **έκταση της εφαρμογής** της



Προβλήματα (στο χωράφι)

- 1. Ετερογένεια του εδάφους.** Η γονιμότητα του εδάφους μεταβάλλεται από χωράφι σε χωράφι, από τετραγωνικό μέτρο σε τετραγωνικό μέτρο. Μάλιστα, **κατανέμεται ακανόνιστα.**
- 2. Ανομοιογένεια του πειραματικού υλικού.** Είναι πρακτικά αδύνατο να βρούμε δύο όμοια τεμάχια χωραφιού, δύο όμοια φυτά



Μέσα αντιμετώπισης των προβλημάτων

- Επανάληψη
- Τυχαιοποίηση (αντιπροσωπευτικότητα)
- Εξασφάλιση ομοιομορφίας των πειραματικών μονάδων
- Εξασφάλιση ομοιομορφίας των συνθηκών σύγκρισης
- Εγκατάσταση του κατάλληλου πειραματικού σχεδίου
- Κατάλληλη στατιστική ανάλυση



Πόσες επαναλήψεις;

- **Εμπειρικές μέθοδοι** (π.χ. 12 ή 25 β.ε. για το σφάλμα στην ANOVA)
- **Στατιστικές μέθοδοι**
 - ✓ **Δειγματοληπτικές τεχνικές** (βασίζονται στο επιτρεπτό σφάλμα)
 - ✓ **Τεχνικές που βασίζονται στην Ανάλυση Ισχύος** (*Power Analysis*) των στατιστικών ελέγχων (λογισμικά: Sample Power, GPower)



Τυχαιοποίηση

Σκοπός: κάθε πειραματική μονάδα να έχει την **ίδια πιθανότητα** να επιλεγεί ή να ανατεθεί (δοκιμαστεί) σε κάποια πειραματική επέμβαση

Πως επιτυγχάνεται;

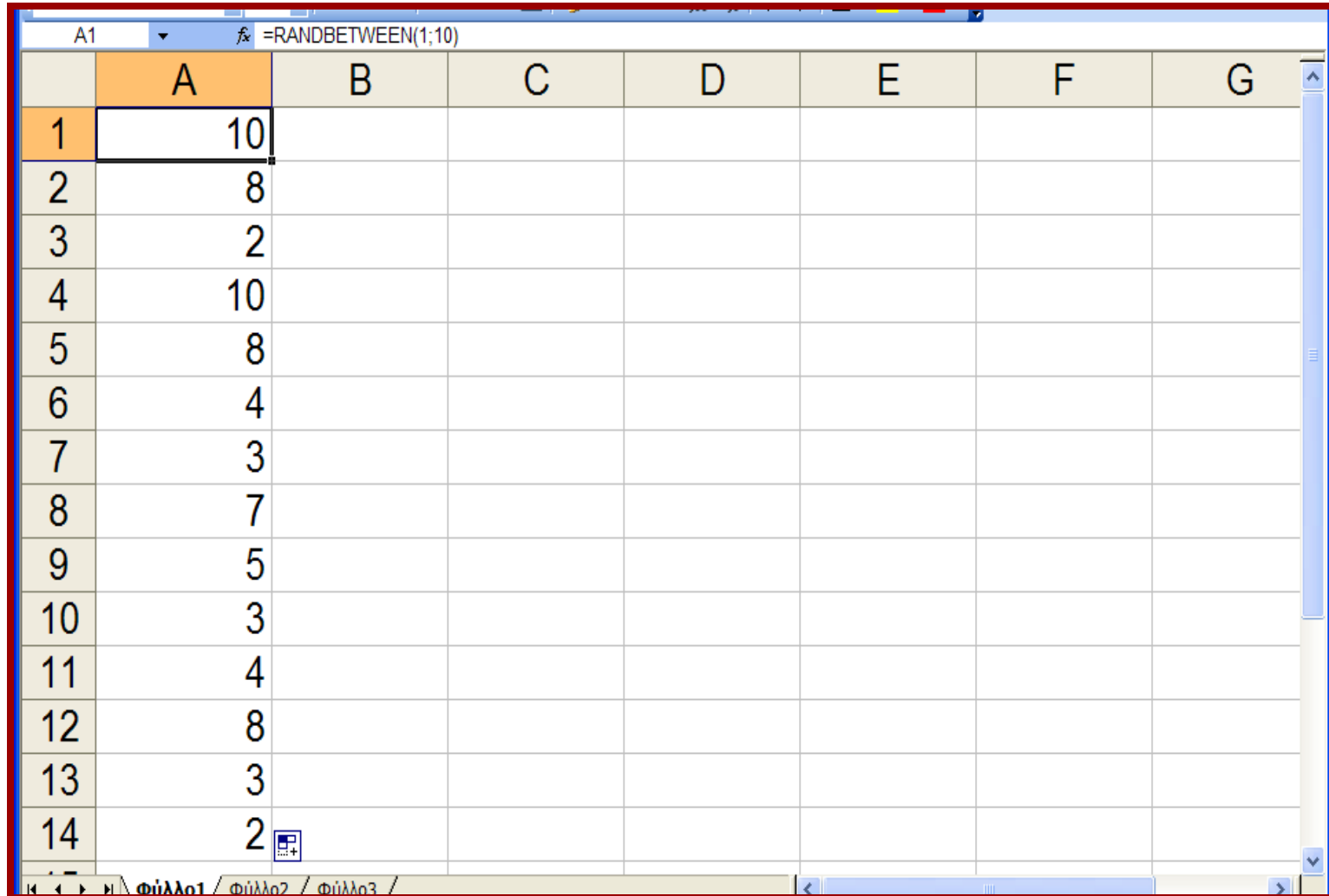
- Με χρήση πινάκων τυχαίων αριθμών
- Με κλήρωση (π.χ. κάλλη, καπέλο)
- Με χρήση διατάξεων που αντιστοιχούν σε πειράματα τύχης (π.χ. κέρμα, ζάρια, τράπουλα)
- Με γεννήτριες τυχαίων αριθμών μέσω Η/Υ (π.χ. *MS EXCEL*)
- Με ειδικό λογισμικό για τη σχεδίαση πειραμάτων (π.χ. *SPSS, DOE*)



Πίνακας Τυχαίων Αριθμών

Row number	Column number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20	288	215	98	44	202	323	226	162	262	248	276
2	331	171	204	131	185	39	183	338	209	352	285	333
3	250	142	85	145	348	55	327	137	289	135	146	282
4	259	226	225	215	219	306	267	181	29	328	247	280
5	143	103	64	332	199	215	159	145	84	87	135	250
6	234	261	211	152	181	198	59	179	99	29	106	342
7	360	61	177	310	265	150	23	8	83	122	303	112
8	86	103	313	117	254	284	17	347	296	196	153	251
9	120	191	52	93	297	209	290	251	155	210	47	357
10	6	105	155	77	191	147	356	245	262	36	268	32
11	37	2	259	115	3	24	105	115	130	246	256	61
12	357	180	52	190	311	20	48	348	12	322	223	355
13	326	227	40	93	217	100	336	262	272	83	179	48
14	336	322	174	335	94	358	303	337	253	253	42	163
15	240	213	217	8	184	72	219	136	211	64	154	217
16	289	327	291	216	112	106	147	181	33	311	7	111
17	140	32	297	319	342	15	30	53	54	55	10	139
18	125	81	128	59	121	236	307	264	328	120	247	127
19	351	21	132	172	148	91	93	334	74	126	223	62
20	80	91	98	280	41	146	219	271	248	246	185	179
21	198	255	26	201	330	134	100	19	41	50	192	349
22	80	225	321	260	161	330	260	333	195	145	42	169
23	66	54	140	179	179	46	311	87	340	341	287	98
24	19	185	137	346	163	224	13	72	208	48	124	288
25	281	321	20	16	5	48	70	91	122	305	240	75
26	126	61	317	336	188	184	23	31	174	280	115	88
27	355	267	117	253	186	72	1	221	345	86	89	355
28	321	327	358	78	320	261	187	325	100	91	179	184
29	201	341	29	14	341	63	253	249	226	170	311	127
30	308	233	229	344	215	341	318	334	144	326	70	148
31	195	42	88	337	122	97	84	215	298	168	300	312
32	22	115	136	100	110	73	219	290	133	70	23	55
33	48	190	121	352	200	249	135	55	336	17	263	269
34	175	225	341	307	283	280	359	348	143	230	102	283
35	133	17	293	356	45	151	49	69	334	340	151	251
36	188	43	324	343	104	302	168	92	97	43	321	268
37	133	103	334	241	207	12	208	168	16	153	121	268
38	351	360	102	5	85	226	246	16	155	323	113	260
39	80	354	191	267	197	169	172	348	271	231	40	164
40	299	311	165	41	211	64	281	91	95	186	283	299

Τυχαιοποίηση με χρήση λογισμικού



The screenshot shows an Excel spreadsheet with a formula bar at the top displaying `=RANDBETWEEN(1;10)`. The spreadsheet has columns labeled A through G and rows numbered 1 through 14. Column A contains the following values: 10, 8, 2, 10, 8, 4, 3, 7, 5, 3, 4, 8, 3, 2. The other columns (B, C, D, E, F, G) are empty.

	A	B	C	D	E	F	G
1	10						
2	8						
3	2						
4	10						
5	8						
6	4						
7	3						
8	7						
9	5						
10	3						
11	4						
12	8						
13	3						
14	2						



Παράδειγμα συσκότισης

Τοποθεσία Α	Τοποθεσία Γ	Τοποθεσία Δ	Τοποθεσία Β
Ποικιλία 2	Ποικιλία 1	Ποικιλία 3	Ποικιλία 4



Παράγοντες

- **Επεμβάσεων ή Δομικοί:** Οι παράγοντες που έχουν επιλεγεί να μελετηθούν
- **Σχεδίου:** Οι παράγοντες που σχετίζονται με την ομαδοποίηση των πειραματικών μονάδων σε ομοιογενείς κλάσεις



Ομοιομορφία πειραματικών μονάδων (π.μ.) (1)

- Οι π.μ. μέσα σε κάθε ομάδα-επανάληψη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομοιόμορφες (ώστε να επιτύχουμε όμοιες συνθήκες σύγκρισης). Μειώνεται η παραλλακτικότητα **εντός** της ομάδας και συνεπώς **μειώνεται το πειραματικό σφάλμα**
- Στο χωράφι θα τοποθετήσουμε κάθε ομάδα-επανάληψη σε **ομοιόμορφο** τμήμα του χωραφίου.



Ομοιομορφία πειραματικών μονάδων (π.μ.) (2)

- Αν το χωράφι παρουσιάζει “κλίση” (δρόμοι, διώρυγες) θα τοποθετήσουμε τα πειραματικά τεμάχια **παράλληλα προς την κλίση** (γενικά, παράλληλα προς την κατεύθυνση αλλαγής της γονιμότητας, υγρασίας, παραγωγικότητας)
- Η **σπορά δεν θα πρέπει να είναι κάθετη** προς τη διεύθυνση του **ισχυρότερου ανέμου**
- Δεν είναι υποχρεωτικό το πείραμα να είναι συνεχόμενο



Συμβουλές (1)

- Υπάρχει τάση **γειτονικά** κομμάτια στο χωράφι να παρουσιάζουν **μικρότερες διαφορές** από ό,τι κομμάτια που απέχουν αρκετά μεταξύ τους

Λύση:

- ✓ Αύξηση του αριθμού των **επαναλήψεων**
- ✓ Κάθε ποικιλία θα πρέπει να έχει την ίδια πιθανότητα να γειτονεύει με οποιαδήποτε άλλη (**τυχαιοποίηση-αντιπροσωπευτικότητα**)



Συμβουλές (2)

- **Καθορισμός ομάδων.** Κομμάτια μέσα σε κάθε ομάδα παρουσιάζουν μικρότερες διαφορές από ό,τι τα κομμάτια διαφορετικών ομάδων. Αντί να τυχαιοποιήσουμε τις ποικιλίες σε όλο το χωράφι, τις τυχαιοποιούμε μέσα σε κάθε ομάδα
- **Στενόμακρα κομμάτια** τείνουν να παρουσιάζουν μικρότερη παραλλακτικότητα μεταξύ τους (να εφάπτωνται με τη μεγαλύτερη πλευρά)



Συμβουλές (3)

- Τα κομμάτια μέσα στην ομάδα μπορούν να τοποθετηθούν σε μία ή περισσότερες σειρές-γραμμές
- Οι ομάδες συγκροτούνται με τη μεγάλη τους πλευρά κάθετα στη διεύθυνση μεταβολής της γονιμότητας, παραγωγικότητας του χωραφιού



Συμβουλές (4)

- Το **μέγεθος** των πειραματικών κομματιών-τεμαχίων πρέπει να είναι **σχετικά μικρό**. Πλεονεκτήματα:
 - ✓ Μείωση παραλλακτικότητας των κομματιών μέσα στην ομάδα
 - ✓ Δυνατότητα αύξησης των ομάδων (επαναλήψεων)
 - ✓ Δυνατότητα αύξησης του αριθμού των παραγόντων (επεμβάσεων)
 - ✓ Καλύτερη αξιοποίηση πόρων (τεχνικών, οικονομικών, χρονικών, πειραματικού υλικού)



Συμβουλές (5)

- Άλλες **επιπτώσεις** στο γεωργικό πειραματισμό:
 1. Ανταγωνισμός μεταξύ φυτών της ίδιας ποικιλίας
 2. Ανταγωνισμός μεταξύ φυτών διαφορετικών ποικιλιών
 3. Έλλειψη κάθε ανταγωνισμού
 4. Επίδραση των ίδιων των επεμβάσεων (αρδεύσεις, λιπάνσεις, ψεκασμοί)
- **Λύση: Απορρίπτουμε** ορισμένες γραμμές από τις δύο πλευρές του πειραματικού κομματιού ώστε να εξασφαλίσουμε τις **μεσαίες γραμμές** (για 1,2,3). **Παρεμβάλουμε προστατευτικό περιθώριο από την ίδια καλλιέργεια** (για 4).



Συμβουλές (6)

- Πολύ μικρά πειραματικά κομμάτια γίνονται **λιγότερο αντιπροσωπευτικά**.
- Τελικά, το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με τη φύση των παραγόντων, την ανομοιογένεια του χωραφιού, το κόστος εγκατάστασης.
- Προσοχή στην **ακρίβεια** εκτέλεσης των **επιμέρους εργασιών** και διαδικασιών. Δεν πρέπει να ευνοηθούν κάποιοι παράγοντες.
- Ο γεωπόνος ερευνητής πρέπει να **γνωρίζει τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την παραλλακτικότητα του υλικού**
- Τήρηση **“ημερολογίου”** πειράματος



Μέσα για την ελάττωση του πειραματικού σφάλματος (1)

- Τυχαιοποίηση των π.μ.
- Επανάληψη των π.μ.
- Ομοιομορφία των π.μ., των συνθηκών εκτέλεσης και σύγκρισης, έγκυρες και αξιόπιστες μετρήσεις
- Συγκρότηση ομάδων
- Χρήση στενόμακρων κομματιών



Μέσα για την ελάττωση του πειραματικού σφάλματος (2)

- Χρήση σχετικά μικρών σε μέγεθος κομματιών
- Πολύ καλή γνώση του υλικού πειραματισμού
- Εντοπισμός των παραγόντων “θορύβου” (που προκαλούν τυχαία ή/και συστηματικά σφάλματα)
- Εγκατάσταση του κατάλληλου πειραματικού σχεδίου
- Κατάλληλη στατιστική ανάλυση



Έλεγχος μετρήσεων


- Ακρίβεια
- Αναπαραγωγικότητα (μετρήσεις σε διαφορετικές συνθήκες)
- Επαναληψιμότητα (μετρήσεις στις ίδιες συνθήκες)



Παράδειγμα: Randomized Complete-Block Design (RCBD)

Κλίση:

Μεταβολή Υγρασίας και Γονιμότητας



Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3
Ποικιλία Β	Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ
Ποικιλία Α	Ποικιλία Γ	Ποικιλία Β
Ποικιλία Γ	Ποικιλία Β	Ποικιλία Α

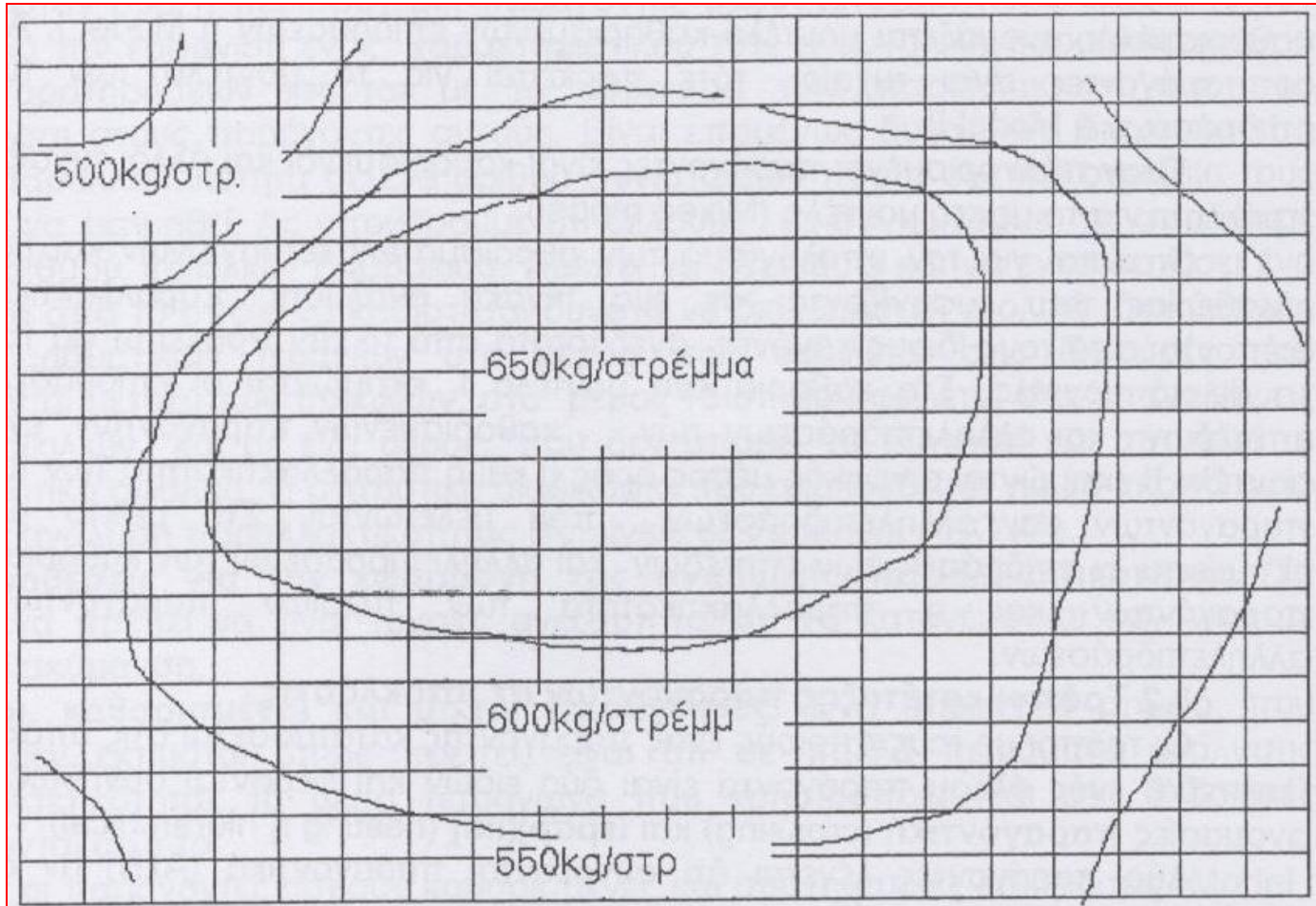


Έλεγχος ομοιομορφίας γονιμότητας πειραματικού αγρού

- Πειράματα ομοιομορφίας (παραγωγικότητα)
- Χημικές αναλύσεις και αναλύσεις δομής του εδάφους (άμμος, ιλύς, άργιλος)
- Εμπειρική εκτίμηση (χρώμα, δομή, υφή)



Χάρτης ισοπαραγωγικών καμπύλων



Πηγή: Μιχαηλίδης (2005)



Πείραμα σε Γλάστρες



Φωτογραφία: Δρ. Χρήστος Δόρδας

Σχέδιο με ομάδες (1)



Φωτογραφία: Δρ. Χρήστος Δόρδας

Σχέδιο με ομάδες (2)



Φωτογραφία: Δρ. Χρήστος Δόρδας

Πυκνότητα σποράς (1)



Φωτογραφία: Δρ. Χρήστος Δόρδας

Γεωργικός Πειραματισμός
Τμήμα Γεωπονίας



Πυκνότητα σποράς (2)



Φωτογραφία: Δρ. Χρήστος Δόρδας

Γεωργικός Πειραματισμός
Τμήμα Γεωπονίας

Βιβλιογραφία

- **Φασούλας, Α. Κ. (ανατ. 2008).** *Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής*. Θεσσαλονίκη: Άγισ-Σάββας Δ. Γαρταγάνης.
- **Καλτσίκης, Π. Ι. (1997).** *Απλά Πειραματικά Σχέδια*. Αθήνα: Εκδόσεις Α. Σταμούλη.
- **Μιχαηλίδης, Ζ. (2005).** *Βιομετρία-Γεωργικός Πειραματισμός*. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- **Υφούλης, Α. και Γελέκης, Σ. (1984).** *Βιομετρία*. Αθήνα: ΟΕΔΒ





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Μαρία Αλεμπάκη
Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

