

KERTÉSZETI NÖVÉNYEK ÉLETTANA

Dr. Monostori Tamás főiskolai tanár
Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar
Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet



NÖVÉNYTERMESZTÉSI KÍSÉRLETEK 2.

olvasólecke

Olvasási idő: 60 perc

**Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.
Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014**



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

KÍSÉRLETEK SZERKEZETE, ELRENDEZÉSE

A kísérleti elrendezés azt jelenti, hogy a kísérletekben a parcellák és a parcellákon a vizsgált kezelések milyen tervszerű rendszer szerint helyezkednek el, illetve milyen előirt rendszer szerint csoportosítottuk azokat. A kísérleti elrendezés célja, hogy az összehasonlított kezeléseknek lehetőleg azonos körülményeket biztosítsunk, illetve ellenőrizetlen, tudatosan nem irányított hatások egyenlően érijék a az összes kezelést (Berzsényi 2015).

Egytényezős kísérletek

Teljesen véletlen elrendezés

Szántóföldi kísérleteknél ritkán használjuk. Inkább az olyan homogén kísérleti egységeket tartalmazó kísérletekben alkalmazható, mint a labor- és növényházi kísérletek, ahol a környezeti hatásokat viszonylag könnyű szabályozni.

2	6	3	3	5	5	1	6
5	1	1	1	2	4	6	2
3	2	4	3	6	5	4	4

Teljesen véletlen elrendezés hat kezeléssel (1, 2, 3, 4, 5, 6) és négy ismétléssel (Berzsényi, 2015)

Véletlen blokk elrendezés

A szabadföldi kisparcellás kísérleteknél leggyakrabban alkalmazott elrendezési mód. Értékeléskor bármely kezelés kihagyható, vagy bármely kezelés külön-külön is értékelhető, a többit úgy tekintve, mintha nem is lenne.

IV. ism.	3	1	4	5	7	6	2
III. ism.	5	6	2	3	1	7	4
II. ism.	2	7	5	6	4	3	1
I. ism.	1	2	3	4	5	6	7

Véletlen blokk elrendezésű kísérlet 7 kezeléssel, négy ismétléssel

Latin négyzet

Amennyiben a kísérleti területen sor- és oszlopirányú szisztematikus hibahatás várható, az összes kezelés egy-egy parcellájából célszerű két irányba blokkot képezni. Vagyis minden sor és minden oszlop magában foglalja az összes kezelés egy-egy parcelláját. Ha ugyanabban a

sorban vagy oszlopban több parcella értékelhetlenné válik, akár a sor, akár az oszlop kihagyható és véletlen blokk elrendezésként értékelhető. A latin négyzet elrendezésben a kezelések és az ismétlések száma megegyezik.

5	1	2	3	4
4	5	1	2	3
3	4	5	1	2
2	3	4	5	1
1	2	3	4	5

Latin négyzet elrendezés 5 kezeléssel, 5 ismétléssel

Latin tégl

Akkor lehet alkalmazni, ha a **kezelések száma pontosan kétszerese vagy háromszorosa az ismétlések számának**. A sor és oszlop kereszteződésében 2 vagy 3 kezelés parcellája van, illetve minden oszlop 2 vagy 3 részoszlopból áll.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
V. ism.	8	5	9	7	2	4	10	3	1	6
IV. ism.	9	7	8	1	3	10	4	6	5	2
III. ism.	6	3	5	10	1	7	9	2	8	4
II. ism.	4	10	6	2	8	9	1	5	7	3
I. ism.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Latin tégl elrendezés 10 kezeléssel és 5 ismétléssel

Csoportosított elrendezés

Sok kezeléssel kísérletekben általában akkor alkalmazzuk, ha olyan kezeléscsoportok vannak, melyeken belül a **kezelések összehasonlításának pontosságára nagyobb súlyt** helyezünk, mint a különböző csoportok között a kezelések összehasonlításának pontosságára.

V.ism.	c	9	11	10		a	4	2	1	3		b	7	5	8	6
IV.ism.	a	4	1	3	2	b	6	7	5	8		c	1	11	9	
III.ism.	b	5	6	8	7	c	11	9	10			a	2	1	4	3
II.ism.	c	10	9	11		a	1	3	4	2		b	8	6	7	5
I.ism.	a	1	2	3	4	b	5	6	7	8		c	9	10	11	

Csoportosított elrendezés: 11 kezelés 5 ismétlésben, 3 csoportban (a,b,c)

A kezelések közvetlen összehasonlításán túlmenően vizsgálni kívánjuk még a csoportátlagok közötti különbségeket is. A csoportonkénti kezelések száma akár különböző is lehet. Ez az elrendezés jól alkalmazható például, amikor nitrogén (a), foszfor (b), és kálium (c) különböző dózisainak hatását hasonlítjuk össze, így az eltérő műtrágyatípusokat rakhatjuk egy-egy csoportba.

Kéttényezős kísérletek

Véletlen blokk elrendezés

A kezelések száma a 2 tényező lehetséges összes kombinációjának számával azonos. Akkor alkalmazzuk, ha **minden kombináció közötti különbséget azonos pontossággal** (azonos SZD-vel) kívánunk elbírálni. Például őszi búza kísérletet állítunk be, ahol 2 tényezőt, a csíraszámot és a nitrogén fejtrágya dózist szeretnénk vizsgálni. A csíraszám faktort (T) két szinten (t_1 - t_2), a nitrogén fejtrágya faktort (N) három szinten (n_1 - n_3) kívánjuk beállítani a kísérletben.

IV. ism.	$t_1 n_3$	$t_2 n_2$	$t_2 n_1$	$t_1 n_2$	$t_2 n_3$	$t_1 n_1$
III. ism.	$t_1 n_1$	$t_2 n_3$	$t_1 n_2$	$t_2 n_1$	$t_1 n_3$	$t_2 n_2$
II. ism.	$t_2 n_2$	$t_1 n_1$	$t_2 n_3$	$t_1 n_3$	$t_2 n_1$	$t_1 n_2$
I. ism.	$t_1 n_1$	$t_1 n_2$	$t_1 n_3$	$t_2 n_1$	$t_2 n_2$	$t_2 n_3$

Véletlen blokk elrendezés: 6 kezelés (2x4 kombináció), 4 ismétlésben

Osztott parcellás (split-plot) elrendezés

Olyan kéttényezős kísérletek beállítására alkalmas, amelyek **több kezelést tartalmaznak, mint amennyit a véletlen blokk elrendezésbe el tudnánk helyezni**. Az osztott parcellás kísérletben az egyik tényezőt a főparcellákba helyezük el (főparcella faktor), a főparcellákat pedig alparcellákra osztjuk. Az alparcellákba tesszük az alparcella faktort. Például Nitrogénszintek (N) hatását szeretnénk őszi búza fajtákat (F) vizsgálni, 3 ismétlésben. A főparcellákat a nitrogénszintek (n_0 - n_4) alkotják, az alparcellákat a fajták (f_1 - f_4) képezik.

n_4	n_2	n_0	n_1	n_3
n_4f_1	n_2f_2	n_0f_3	n_1f_4	n_3f_2
n_4f_3	n_2f_4	n_0f_1	n_1f_2	n_3f_3
n_4f_2	n_2f_3	n_0f_4	n_1f_1	n_3f_4
n_4f_4	n_2f_1	n_0f_2	n_1f_3	n_3f_1
I. ismétlés				
n_0	n_4	n_1	n_3	n_2
n_0f_4	n_4f_3	n_1f_1	n_3f_2	n_2f_1
n_0f_2	n_4f_2	n_1f_3	n_3f_1	n_2f_2
n_0f_3	n_4f_1	n_1f_4	n_3f_3	n_2f_4
n_0f_1	n_4f_4	n_1f_2	n_3f_4	n_2f_3
II. ismétlés				
n_2	n_3	n_4	n_0	n_1
n_2f_3	n_3f_1	n_4f_4	n_0f_1	n_1f_2
n_2f_1	n_3f_3	n_4f_1	n_0f_4	n_1f_1
n_2f_3	n_3f_2	n_4f_2	n_0f_2	n_1f_3
n_2f_4	n_3f_4	n_4f_3	n_0f_3	n_1f_4
III. ismétlés				

Osztott parcellás elrendezés: 20 kezelés (5x4 kombináció), 3 ismétlésben

Sávos (strip plot) elrendezés

Szántóföldi kísérletben javasolható, ha olyan **kicsi a parcellaméret**, hogy azon technikai nehézségek miatt a két tényező beállításának egyike sem kivitelezhető. A két tényező változatait főparcellákon helyezük el. A kísérleti teret annyi blokkra osztjuk, ahány ismétléses a kísérlet. Ezt követően ismétlésenként elhelyezzük az egyik tényező változatait, majd ezekre keresztbe a másik tényező minden változatát. A változatok elhelyezését minden ismétlésben randomizáljuk. Például őszi búza kísérletben 5 nitrogén szinten (n_0 - n_4) szeretnénk 4 fajtát (f_1 - f_4) vizsgálni, 3 ismétlésben.

	n_4	n_2	n_0	n_1	n_3		n_0	n_4	n_1	n_3	n_2		n_2	n_3	n_4	n_0	n_1
f_1	n_4f_1	n_2f_1	n_0f_1	n_1f_1	n_3f_1	f_4	n_0f_4	n_4f_4	n_1f_4	n_3f_4	n_2f_4	f_2	n_2f_2	n_3f_2	n_4f_2	n_0f_2	n_1f_2
f_3	n_4f_3	n_2f_3	n_0f_3	n_1f_3	n_3f_3	f_2	n_0f_2	n_4f_2	n_1f_2	n_3f_2	n_2f_2	f_4	n_2f_4	n_3f_4	n_4f_4	n_0f_4	n_1f_4
f_2	n_4f_2	n_2f_2	n_0f_2	n_1f_2	n_3f_2	f_3	n_0f_3	n_4f_3	n_1f_3	n_3f_3	n_2f_3	f_1	n_2f_1	n_3f_1	n_4f_1	n_0f_1	n_1f_1
f_4	n_4f_4	n_2f_4	n_0f_4	n_1f_4	n_3f_4	f_1	n_0f_1	n_4f_1	n_1f_1	n_3f_1	n_2f_1	f_3	n_2f_3	n_3f_3	n_4f_3	n_0f_3	n_1f_3
	I. ismétlés						II. ismétlés						III. ismétlés				

Sávos elrendezés: 20 kezelés (5x4 kombináció), 3 ismétlésben

Tényező blokkos (faktor blokkos) elrendezés

Előfordul, hogy az egyik tényező nem állítható be a kísérlet teljes területén. Ilyen esetben ez a tényező (V) minden változata (v_1, v_2, v_3) önmagában képez blokkot, így minden változaton belül **szabályos részkísérletek** vannak.

Ezt az elrendezést kell alkalmaznunk, amikor a vetésideket vagy művelési módokat vizsgálunk, illetve ha nincs lehetőségünk változtatva elhelyezni különböző tápanyagszinteket. Például 3 vetéside (v_1 - v_3) hatását szeretnénk tanulmányozni 5 kukorica hibridre (h_1 - h_5), 4 ismétlésben.

	v_1					v_2					v_3				
IV. ism.	v_1h_4	v_1h_1	v_1h_5	v_1h_3	v_1h_2	v_2h_5	v_2h_3	v_2h_2	v_2h_4	v_2h_1	v_3h_2	v_3h_3	v_3h_4	v_3h_1	v_3h_5
III. ism.	v_1h_5	v_1h_3	v_1h_2	v_1h_1	v_1h_4	v_2h_3	v_2h_5	v_2h_1	v_2h_2	v_2h_4	v_3h_4	v_3h_5	v_3h_3	v_3h_2	v_3h_1
II. ism.	v_1h_2	v_1h_4	v_1h_1	v_1h_5	v_1h_3	v_2h_5	v_2h_2	v_2h_4	v_2h_1	v_2h_3	v_3h_2	v_3h_4	v_3h_1	v_3h_5	v_3h_3
I. ism.	v_1h_1	v_1h_2	v_1h_3	v_1h_4	v_1h_5	v_2h_1	v_2h_2	v_2h_3	v_2h_4	v_2h_5	v_3h_1	v_3h_2	v_3h_3	v_3h_4	v_3h_5

Tényező blokkos elrendezés: 15 kezelés (3x5 kombináció), 3 ismétlésben

Többtenyezős (faktoriális) kísérletek

Véletlen blokk elrendezés

Több tényező változatainak kombinációját az **ismétlésen belül véletlenszerűen** helyezzük el. Az egyes ismétlések képeznek blokkokat, és lehetőség van további kezelések (kontrollok) beillesztésére vagy elhagyására. Például 2 csíraszámmal (a_1 - a_2), 3 nitrogén szinten (n_0 - n_2), 4 őszi búza fajtát (f_1 - f_4) vizsgálunk a kísérletben.

$a_2n_0f_3$	$a_2n_1f_4$	$a_2n_2f_2$	$a_1n_2f_2$	$a_1n_0f_3$	$a_1n_1f_4$
$a_1n_2f_4$	$a_1n_0f_1$	$a_1n_1f_2$	$a_2n_0f_4$	$a_2n_1f_1$	$a_2n_2f_3$
$a_2n_0f_1$	$a_2n_1f_2$	$a_2n_2f_4$	$a_1n_2f_3$	$a_1n_0f_4$	$a_1n_1f_1$
$a_1n_2f_1$	$a_1n_0f_2$	$a_1n_1f_3$	$a_2n_0f_2$	$a_2n_1f_3$	$a_2n_2f_1$

3 tényezős véletlen blokk elrendezésű kísérlet egyik ismétlése

Kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezés

Szántóföldi kisparcellás kísérletekben **technikai szempontból előnyös** elrendezési mód. A főparcellák, az elsőrendű és másodrendű alparcellák alkotják. Például 3 vetésidejében (a_1 - a_3), 5 nitrogén szinten (n_0 - n_4), 4 őszi búza fajtát (f_1 - f_4) szeretnénk vizsgálni a kísérletben.

a_1					a_3					a_2				
n_4	n_2	n_0	n_1	n_3	n_2	n_3	n_4	n_0	n_1	n_0	n_4	n_1	n_3	n_2
$a_1n_4f_1$	$a_1n_2f_2$	$a_1n_0f_3$	$a_1n_1f_4$	$a_1n_3f_2$	$a_3n_2f_2$	$a_3n_3f_2$	$a_3n_4f_1$	$a_3n_0f_3$	$a_3n_1f_4$	$a_2n_0f_3$	$a_2n_4f_1$	$a_2n_1f_4$	$a_2n_3f_2$	$a_2n_2f_2$
$a_1n_4f_3$	$a_1n_2f_4$	$a_1n_0f_1$	$a_1n_1f_2$	$a_1n_3f_3$	$a_3n_2f_4$	$a_3n_3f_3$	$a_3n_4f_3$	$a_3n_0f_1$	$a_3n_1f_2$	$a_2n_0f_1$	$a_2n_4f_3$	$a_2n_1f_2$	$a_2n_3f_3$	$a_2n_2f_4$
$a_1n_4f_2$	$a_1n_2f_3$	$a_1n_0f_4$	$a_1n_1f_1$	$a_1n_3f_4$	$a_3n_2f_3$	$a_3n_3f_4$	$a_3n_4f_2$	$a_3n_0f_4$	$a_3n_1f_1$	$a_2n_0f_4$	$a_2n_4f_2$	$a_2n_1f_1$	$a_2n_3f_4$	$a_2n_2f_3$
$a_1n_4f_4$	$a_1n_2f_1$	$a_1n_0f_2$	$a_1n_1f_3$	$a_1n_3f_1$	$a_3n_2f_1$	$a_3n_3f_1$	$a_3n_4f_4$	$a_3n_0f_2$	$a_3n_1f_3$	$a_2n_0f_2$	$a_2n_4f_4$	$a_2n_1f_3$	$a_2n_3f_1$	$a_2n_2f_1$

Kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezés egyik ismétlése

A KÍSÉRLETEK TERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE

A kísérlet kivitelezése előtt tervet készítünk a terület-, anyag-, munkaerő- és vetőmagszükséglet kiszámítása érdekében. A kísérleti terveknek a következő **adatok**at kell tartalmaznia (Matuz 2004):

- **Kísérlet** neve, éve, termőhely és tábla megnevezése, fontosabb **agrotechnikai** előzmények (elővetemény, tápanyag-ellátás, talajművelés stb.).
- A kísérlettel kapcsolatos **általános munkálatok** (vetőágy készítés, vetés, ápolás, növényvédelem, fej-, illetve lombtrágyázás) számbavétele körülbelüli időponttal, eszköz-, vetőmag-, műtrágya stb. igénnyel.
- **Kísérleti elrendezést** a randomizációnak megfelelően meg kell rajzolni a kezelésekkel és ismétlésekkel, ahol a parcellák és a teljes kísérlet méreteit, a szegély- és pufferparcellákat, utakat, a sor és tőtávolságot, vetéskori csíraszámot, vetőmagmennyiséget is fel kell tüntetni.
- **Kezelések** felsorolása és pontos leírása. A kísérlet kezeléseire szükséges tápanyag-, vetőmag-, növényvédőszer-, biostimulátor- stb. adagokat hektárra és parcellára vetítve, lehetőleg átlátható táblázatos formában, melybe a kezelések időpontjait (dátum, vagy fenológiai fázis) is fel kell tüntetni.
- Kísérlet **felvételezéseinek**, **vizsgálatainak**, **mintavételeinek** időpontja (dátum, vagy fenológiai fázis), száma, módja, eszköz- és anyagszükséglete.
- Parcellák **betakarítás**ával kapcsolatos információkat: időpont, mód, körülmények, eszköz és anyagszükséglet.

Ellenőrző kérdések, feladatok

Mi a növénytermesztési kísérletek alapvető célja?

Hogyan oszthatjuk fel a klasszikus szántóföldi növénytermesztési kísérleteket?

Hogy nevezzük a szántóföldi növénytermesztési kísérletek legkisebb egységét?

Ismertesse a kísérleti kezelésekről elsajátított ismereteit!

Mi a különbség a valódi és a belső ismétlés között?

Miért fontos a kísérletek beállításánál a randomizáció?

Mit nevezünk kísérleti blokknak?

Készítsen kísérleti rajzot egy egytényezős, 5 kezeléssel, négy ismétléses vizsgálatról, ahol véletlen blokk elrendezést alkalmazunk!

Milyen adatokat kell tartalmaznia egy kísérleti tervnek?

Készítsen egy fiktív kísérleti tervet, ahol 3 őszi búza fajtát 4 csíraszámmal, 4 ismétlésben állítunk be véletlen blokk elrendezésben!

Források

Berzsenyi Zoltán (2015): Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése. Agroinform, Budapest.

Matuz J. (2004): Kísérletek tervezése, értékelése. Jegyzet. Szeged-Gödöllő.

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Vasziné K. C. (2004): Általános módszertan. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Növény- és Talajvédelmi Főosztály, Budapest
https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/517057/%C3%81ltal%C3%A1nos+m%C3%B3dszertan_komplett.pdf/ecb82344-aea2-c034-11fd-20d736097a3a?t=1590647986776

Ajánlott irodalom

Berzsenyi Z., Árendás T. (2009): Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében, Martonvásár, ISBN:978-963-8351-36-4, http://mta-mgi.hu/sites/default/files/pictures/kiadvanyok/kiadvany_tartamkiserletek_konferencia.pdf

Huzsvai L., Balogh P. (2015): Lineáris modellek az R-ben, Seneca Books, Debrecen.
http://seneca-books.hu/doc/Linearis_modellek.pdf