HATÓSÁGI

REGULÁTOR ÉS TÁPANYAG

VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

BUDAPEST
1997

HATÓSÁGI REGULÁTOR ÉS TÁPANYAG VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

SZERKESZTETTE

OLASZ ZSUZSA, TÕKÉS GÁBOR

KÖZREMÛKÖDTEK:

ALBERT IMRE

BAGYINKA TAMÁS

GYULAI BALÁZS

TÓTHNÉ CSUBÁK EMESE

TÓTH LÁSZLÓ

A MÓDSZERTAN AZ ALÁBBI KIADVÁNY ÁTDOLGOZÁSÁVAL KÉSZÜLT:

REGULÁTOR ÉS TÁPANYAG VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

SZERKESZTETTE

GÄRTNER VILMOSNÉ, OLASZ ZSUZSA, TÔKÉS GÁBOR

ÍRTÁK

ÁRVAY GYULA
BAGYINKA TAMÁS
BALOGH ISTVÁN
BOLDOG JÓZSEF
BUBÁN TAMÁS
DÁVID MIKLÓS
DOBOS JUDIT
EIFERT JÓZSEF
EIFERT JÓZSEFNÉ
GÁL DEZSÔ
GÄRTNER VILMOSNÉ
GONDOLA ISTVÁN
LIPOSITS VERONIKA
OLASZ ZSUZSA
RAPCSÁNSZKY ÁRPÁD
RUZSÁNYI LÁSZLÓ
SZABÓNÉ MURÁNYI ILDIKÓ
SZITA KÁROLY
SZÛCS ENDRE
TERBE ISTVÁN
TÔKÉS GÁBOR
VÁRNAI ZSOLTNÉ
VASKUTI ZSUZSA,

MÉM NAK
BUDAPEST
1988

HATÓSÁGI REGULÁTOR ÉS TÁPANYAG VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

KIADJA:

A FÖLDMÛVELÉSÜGYI MINISZTÉRIUM
NÖVÉNYVÉDELMI ÉS AGRÁRKÖRNYEZET-GAZDÁLKODÁSI FÕOSZTÁLYA

A REGULÁTOROK ÉS TERMÉSNÖVELÕ KÉSZÍTMÉNYEK HATÓSÁGI SZERENGEDÉLYEZÉSÉT MEGALAPOZÓ BIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK MÓDSZERTANI GYÛJTEMÉNYEKÉNT

LEKTORÁLTÁK:

BUBÁN TAMÁS
EKE ISTVÁN
JOLÁNKAI MÁRTON

A KIADÓ A MINDENKORI VÁLTOZTATÁS JOGÁT FENNTARTJA

OFFICIAL METHODS FOR TESTING PLANT GROWTH REGULATORS AND NUTRIENTS

BUDAPEST
1997

OFFICIAL METHODS FOR TESTING PLANT GROWTH REGULATORS AND NUTRIENTS

EDITED BY

OLASZ ZSUZSA, TÕKÉS GÁBOR

CONTRIBUTORS

ALBERT IMRE

BAGYINKA TAMÁS

GYULAI BALÁZS

TÓTHNÉ CSUBÁK EMESE

TÓTH LÁSZLÓ

THIS METHODOLOGY WAS PREPARED BY THE REVISION
OF THE PUBLICATION BELOW:

METHODS FOR TESTING PLANT GROWTH REGULATORS AND NUTRIENTS

EDITED BY

GÄRTNER VILMOSNÉ, OLASZ ZSUZSA, TÔKÉS GÁBOR

WRITTEN BY

ÁRVAY GYULA
BAGYINKA TAMÁS
BALOGH ISTVÁN
BOLDOG JÓZSEF
BUBÁN TAMÁS
DÁVID MIKLÓS
DOBOS JUDIT
EIFERT JÓZSEF
EIFERT JÓZSEFNÉ
GÁL DEZSÔ
GÄRTNER VILMOSNÉ
GONDOLA ISTVÁN
LIPOSITS VERONIKA
OLASZ ZSUZSA
RAPCSÁNSZKY ÁRPÁD
RUZSÁNYI LÁSZLÓ
SZABÓNÉ MURÁNYI ILDIKÓ
SZITA KÁROLY
SZÛCS ENDRE
TERBE ISTVÁN
TÔKÉS GÁBOR
VÁRNAI ZSOLTNÉ
VASKUTI ZSUZSA,

MÉM NAK
BUDAPEST
1988

OFFICIAL METHODS FOR TESTING PLANT GROWTH REGULATORS AND NUTRIENTS

PUBLISHED BY:

DEPARTMENT FOR PLANT PROTECTION AND AGROENVIRONMENT OF MINISTRY OF AGRICULTURE

TO BE USED AS A SET OF METHODS FOR BIOLOGICAL TRIALS WITH PLANT GROWTH REGULATORS AND YIELD INCREASING MATERIALS SUBJECT TO OFFICIAL REGISTRATION

PROOFREAD BY:

BUBÁN TAMÁS

EKE ISTVÁN

JOLÁNKAI MÁRTON

PUBLISHER RESERVES ALL RIGHTS FOR ANY MODIFICATIONS

TARTALOMJEGYZÉK

1. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSÁNAK ÉS ÉRTÉKELÉSÉNEK ALAPFOGALMAI

1.1. A kísérlet célja, típusai 9

1.2. A kísérlet beállításának alapfogalmai 10

1.2.1. Tényező és kezelés 10
1.2.2. Parcella, megfigyelési egység, kísérleti egység 11
1.2.2.1. Parcella 11
1.2.2.2. A parcella alakja, mérete 12
1.2.2.3. Parcellaköz 13
1.2.2.4. Szegélyhatás, szegélyparcella 13
1.2.2.5. Szomszédhatás, pufferparcella, bruttó-nettó parcella 13
1.2.2.6. Köpenyvetés 13
1.2.3. Az ismétlés (r) fogalma, száma, jelölése 14
1.2.4. Blokkfogalom, blokkalkotás 14
1.2.5. Kísérletek elrendezése 15
1.2.5.1. Egytényezős kísérleti elrendezés 16
1.2.5.1.1. Teljes véletlen elrendezés 16
1.2.5.1.2. Véletlen blokk elrendezés 16
1.2.5.1.3. Latin négyzet elrendezés 17
1.2.5.1.4. Latin tégla elrendezés 17
1.2.5.1.5. Csoportosított elrendezés 17
1.2.5.2. Kéttényezős kísérleti elrendezés 18
1.2.5.2.1. Véletlen blokk elrendezés 18
1.2.5.2.2. Osztott parcellás (split-plot) elrendezés 18
1.2.5.2.3. Sávos elrendezés 19
1.2.5.2.4. Faktor-blokkos (tényező-blokkos) elrendezés 19
1.2.5.3. Háromtényezős kísérleti elrendezés 20
1.2.5.3.1. Véletlen blokk elrendezés 20
1.2.5.3.2. Kétszeresen osztott (split-split-plot) parcellás elrendezés 20
1.2.6. Kísérletsorozat 21
1.2.7. Tartamkísérlet 21

1.3. A kísérlettervezés alapfogalmai 22

1.4. A kísérlet-értékelés alapfogalmai 22

1.4.1. Populáció (alapsokaság) 22
1.4.2. Változó 23
1.4.3. Az adatok jellege 23
1.4.4. Becslés, hiba, torzítás 24
1.4.5. Középérték 24
1.4.6. Szórás és variációs koeficiens 25
1.4.7. Szabadságfok 25
1.4.8. Konfidencia 25
1.4.9. Hipotézis, statisztikai próba 26
1.4.10. Szignifikanciaszint, (P) és szignifikáns differencia (SZD) 26
1.4.11. Varianciaanalízis 27
1.4.12. Adatok száma a mintában 28
1.4.13. Hiányzó és kiugró adatok 28

2. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETEK

2.1. A laboratóriumi kísérletek eszközei és feltételei 30

2.2. A bioaktív anyagok alapvető vizsgálati módszerei 31

2.2.1. Fizikai, kémiai vizsgálatok 31
2.2.2. Biológiai alapvizsgálatok 32
2.2.2.1. Csírázóképesség, magvigor 32
2.2.2.1.1. A csírázás feltételei 32
2.2.2.1.2. A csíráztatás módszerei 33
2.2.2.1.3. Értékelés 35
2.2.2.1.4. A csírázóképességgel összefüggő egyéb tulajdonságok (csírázási erély, életképesség, magvigor) 36
2.2.2.2. Növekedési vizsgálatok 39
2.2.2.2.1. A növekedés alapfogalmai 39
2.2.2.2.2. A vizsgálatok végrehajtása 40
2.2.2.2.3. A növekedés mérése 41
2.2.2.3. Stressztűrés vizsgálata 42

2.3. Növényi növekedésszabályzók laboratóriumi tesztelése 43

2.3.1. Auxin biotesztek 46
2.3.1.1. Görbülési tesztek 46
2.3.1.1.1. Bab hipokotil teszt 46
2.3.1.1.2. Hasított borsószár teszt 47
2.3.1.2. Egyenes növekedésen alapuló módszerek 48
2.3.1.2.1. Zab koleoptil növekedési teszt 48
2.3.1.2.2. Búza koleoptil növekedési teszt 49
2.3.1.2.3. Borsó szárdarab növekedési teszt 50
2.3.1.3. Gyökérképződési tesztek 50
2.3.1.3.1. Retek gyökérprimordium módszer 51
2.3.1.3.2. Borsó gyökérképződési teszt 51
2.3.1.3.3. Bab gyökeresedési teszt 52
2.3.1.4. Leválási tesztek 52
2.3.1.4.1. Gyapot abszcíziós teszt 53
2.3.1.4.2. Bablevél abszcíziós teszt 54
2.3.1.5. Epinasztia teszt 54

2.3.2. Gibberellin biotesztek 55
2.3.2.1. Uborka csírázási teszt 55
2.3.2.2. Saláta hipokotil teszt 56
2.3.2.3. Bab 2. ízköz megnyúlási teszt 56
2.3.2.4. Rumex levélöregedési teszt 58
2.3.2.5. Törpeborsó teszt 59
2.3.2.6. Törperizs csíranövényteszt 60
2.3.2.7. Árpa - amiláz teszt 61

2.3.3. Citokinin biotesztek 64
2.3.3.1. Sejtosztódási tesztek 64
2.3.3.1.1. Dohánykallusz szövettenyészet 64
2.3.3.1.2. Dohánybél szövettenyészet 67
2.3.3.1.3. Szójakallusz szövettenyészet 67
2.3.3.2. Klorofill - megőrzési tesztek 68
2.3.3.2.1. Szerbtövis levéllemez teszt 68
2.3.3.2.2. Árpalevél teszt 69
2.3.3.3. Levélkiterjedési tesztek 70
2.3.3.3.1. Retek sziklevél teszt 70
2.3.3.4. Békalencse növekedési teszt 72
2.3.3.5. Színanyagképződési tesztek 72
2.3.3.5.1. Amaranthus betacianin teszt 73
2.3.3.5.2. Uborka klorofillképződési teszt 73
2.3.3.6. Salátamag csíráztatási teszt 74

2.3.4. Növekedésgátló anyagok 75
2.3.4.1. Csírázásgátlási tesztek 75
2.3.4.1.1. Uborka hipokotil gátlás 75
2.3.4.1.2. Mustármag csírázási teszt 76
2.3.4.1.3. Salátamag csírázási teszt 77
2.3.4.1.4. Lucernamag csírázási teszt 77
2.3.4.1.5. Gumókihajtás gátlása 78
2.3.4.2. Növekedésgátlási tesztek 78
2.3.4.2.1. Búza koleoptil növekedésgátlás 79
2.3.4.2.2. Bab növekedésgátlás 79
2.3.4.2.3. Búza csíranövény teszt 80
2.3.4.3. ABS jellegű hatások mérése 81
2.3.4.3.1. Békalencse növekedésgátlás 81
2.3.4.3.2. Sztómazáródási teszt 82
2.3.4.3.3. Leválási tesztek 82

3. TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETEK

3.1. A tenyészedényes kísérletek beállításának általános előírásai 85

3.1.1. Vetőmagkezelés 85
3.1.2. Talajkezelés 85
3.1.3. Állománykezelés 86

3.2. Speciális tenyészedényes kísérletek 86

3.2.1. Vízkultúrás vizsgálatok 86
3.2.1.1. Edényzet, eszközök 86
3.2.1.2. Tápoldatok készítése 87
3.2.1.3. A növények előnevelése 89
3.2.1.4. A tápoldatba helyezés időpontja 89
3.2.1.5. A növények kiválogatása 89
3.2.1.6. A növények beerősítése 89
3.2.1.7. A növények edényenkénti száma 89
3.2.1.8. A tápoldat kezelése 90

3.2.2. Homokkultúrás vizsgálatok 90
3.2.2.1. Edényzet, eszközök 90
3.2.2.2. Öntözés 90
3.2.2.3. Tápsó keverékek 90

3.2.3. Talajkultúrás vizsgálatok 91
3.2.3.1. Edényzet, eszközök 91
3.2.3.2. A talaj előkészítése és a tenyészedény megtöltése 91
3.2.3.3. Vetés 92
3.2.3.4. Öntözés, nedvességtartalom és vízkapacitás 92
3.2.3.5. Növényápolás 93

3.3. A tenyészedényes kísérletek értékelésének általános előírásai 94

3.4. Termesztőközegek csírázásgátló, fitotoxikus és gyomosító hatásának vizsgálata 95

4. SZABADFÖLDI KIS - ÉS NAGYPARCELLÁS, VALAMINT ÜZEMI KÍSÉRLETEK

4.1. Eszközök 98

4.2. Szabadföldi kísérletek beállításának általános végrehajtási módszere 98

4.2.1. A kísérleti terület kiválasztása 98
4.2.2. Térképvázlat készítése 99
4.2.3. A kísérlet kitűzése 100
4.2.4. A kísérlet végrehajtása 102
4.2.4.1. Talajkezelés 102
4.2.4.2. Vetőmagkezelés, csávázás 103
4.2.4.3. Állománykezelés 104

4.3. Általános adatgyűjtési és megfigyelési módszerek 108

4.3.1. Talajmintavétel 108
4.3.2. A szántóföldi kelés megfigyelése 108
4.3.3. Fenológiai megfigyelés 108
4.3.4. Fitotoxicitás vizsgálata 109
4.3.5. Peszticid vizsgálat 111
4.3.6. Növényanalízis 111
4.3.7. A megdőlés megfigyelése 113
4.3.8. A hiánybetegség tünetek megfigyelése 114
4.3.9. Termésmérés, termésbecslés 114
4.3.10. Magvizsgálatok 116
4.3.11. Beltartalmi vizsgálatok 117
4.3.12. Fényképezés 118

4.4. Az adatok nyilvántartása, feldolgozása és értékelése 119

4.5. A beállítás, végrehajtás, adatgyűjtés, értékelés módja szántóföldi és zöldség kultúrákban 122

4.5.1. Kalászosok: búza, árpa, zab, rozs 123
4.5.2. Rizs 125
4.5.3. Kukorica 126
4.5.4. Cirok 128
4.5.5. Burgonya 129
4.5.6. Cukorrépa 132
4.5.7. Len, kender 133
4.5.8. Repce, mustár 135
4.5.9. Napraforgó 137
4.5.10. Mák 139
4.5.11. Dohány 140
4.5.12. Lucerna és egyéb aprómagvú pillangósok, valamint rét és legelő 142
4.5.13. Hüvelyesek: szója, bab, lóbab, borsó, lencse, csillagfürt 144
4.5.14. Paradicsom, paprika 146
4.5.15. Kabakosok: uborka, dinnye, tök 148
4.5.16. Káposztafélék: fejes- és kelkáposzta, karfiol, bimbóskel, karalábé 149
4.5.17. Salátafélék valamint gyökér- és gumós zöldségek: fejessaláta, spenót, sárgarépa, petrezselyem, zeller, retek, cékla 150
4.5.18. Hagymafélék: vöröshagyma, fokhagyma, metélőhagyma, póréhagyma 151
4.5.19. Gyógynövények 152

4.6. A beállítás, végrehajtás, adatgyűjtés, értékelés módja gyümölcs és szőlő kultúrákban 155

4.6.1. Gyümölcstermő növényekkel tervezett szabadföldi kísérletek 155
4.6.1.1. Növekedési tulajdonságok értékelése 156
4.6.1.1.1. A hajtásnövekedés dinamikája 156
4.6.1.1.2. Az évi összes növedék jellemzése 156
4.6.1.1.3. Az elágazódás mértéke 157
4.6.1.1.4. A lomblevelek egyes tulajdonságai 158
4.6.1.2. Terméstényezők vizsgálata 158
4.6.1.2.1. Virágzás vizsgálata 158
4.6.1.2.1.1. Virágrügyképződés, virágázás mértéke 158
4.6.1.2.1.2. Virágzási idő vegyszeres szabályozása (csonthéjasok: őszibarack, kajszi, meggy, cseresznye, szilva) 159
4.6.1.2.2. Gyümölcskötődés vizsgálata 159
4.6.1.2.3. Szedés előtti hullás gátlása 160
4.6.1.2.4. Gyümölcsritkító vegyszerek hatásának vizsgálata 161
4.6.1.2.5. A gépi betakarítást elősegítő kezelések hatásának vizsgálata (cseresznye, meggy, szilva) 162
4.6.1.2.6. Termésmennyiség mérése 163
4.6.1.2.7. A gyümölcs növekedés dinamikájának megfigyelése 163
4.6.1.2.8. Gyümölcsérés ideje és dinamikája 164
4.6.1.2.9. Gyümölcsszineződés (alma, körte) 165
4.6.1.2.10. A gyümölcs érettsége (alma, körte) 165
4.6.1.2.11. Gyümölcshús-keménység (alma, körte) 165
4.6.1.2.12. Gyümölcs alak (alma, körte) 165
4.6.1.2.13. Gyümölcs nagyság (alma, körte) 166
4.6.1.3. Talaj és növény tápanyagvizsgálatok 166
4.6.1.4 Tárolhatóság és beltartalom vizsgálata 167
4.6.1.5. Hiánybetegségek tüneti megfigyelése 167
4.6.1.6. Fasebkezelő anyagok hatásának értékelése 167
4.6.1.7. Gyümölcstermő növények fenofázisai 168

4.6.2. Szőlő ültetvényekben tervezett szabadföldi kísérletek 170
4.6.2.1. Növekedési tulajdonságok értékelése 170
4.6.2.1.1. A hajtásnövekedés dinamikája 170
4.6.2.1.2. A vesszők egyes tulajdonságai 170
4.6.2.2. Terméstényezők vizsgálata 171
4.6.2.3. Talaj és növény tápanyagvizsgálatok 172
4.6.2.4. Hiánybetegségek tüneti megfigyelése 172
4.6.2.5. A szőlő fenofázisai 172

Felhasznált és ajánlott irodalom 173

BEVEZETÉS

Közismert, hogy a magas színvonalú mezőgazdasági termeléshez különböző vegyszerek, növényvédőszerek, illetve szerves és szervetlen tápanyagok használata is hozzátartozik. Az utóbbi időben ezektől eltérő típusú anyagok, a regulátorok alkalmazása is fejlődésnek indult. Ezen anyagok jellemzője, hogy az endogén növényi hormonok mennyiségét és aktivitását, s ezen keresztül a növekedési, fejlődési folyamatokat viszonylag kis koncentrációban is megváltoztatják .

A regulátorok hatásmódjuk alapján nem tápanyagok, nem is növényvédőszerek (bár esetenként lehetnek ilyen hatásaik). Ugyanakkor felhasználásuk a tápanyagellátással és a növényvédelemmel is összefüggésben van, és ezt a tényt már a kísérletek tervezésénél figyelembe kell venni, pl. a megfelelő tápanyagellátás biztosításával, illetve a készítmények tápelemszintre és károsítókra gyakorolt hatásának szükség szerinti értékelésével.

A regulátorok a kijuttatási technológiát, a felhasználáskor szükséges fokozott elővigyázatosságot és egyéb tényezőket tekintve az esetek többségében inkább a növényvédőszerekhez állnak közelebb. A tápanyagokkal és regulátorokkal folytatott kísérletek azonban a tervezést és értékelést illetően rendkívül sok közös vonással rendelkeznek, miközben - elsősorban az alkalmazás céljában - eltérnek a növényvédőszerekkel folytatott kísérletektől.

Amíg a növényvédőszerekkel valamilyen károsító elpusztítása a cél, a tápanyagok és regulátorok hatása közvetlenül a haszonnövényre irányul, és többnyire a termés mennyiségbeli vagy minőségbeli javulását célozza. Miután ez a javulás nagyságrendileg kisebb, mint a növényvédőszereknek a károsítóra gyakorolt hatása, a kísérletek beállításában szigorúbb, az eredmények elbírálásában pedig enyhébb feltételeknek kell érvényesülniük.

Ahhoz, hogy a várt pozitív hatások kimutathatók legyenek, a tápanyagokkal és regulátorokkal végzett kísérleteknél minimalizálni kell a véletlen tényezők szerepét - elsősorban a talaj- és növényállomány homogenitásával - és növelni kell a megbízhatóságot - az elrendezés illetve a nagyobb ismétlésszám megválasztásával, a mintavétel és értékelés precizitásával. Az eredmények elbírálásánál viszont kevésbé szigorúak a feltételek, például amíg egy fungicidnél aligha engedhető meg, hogy 100 kísérletből 10 esetben hatástalan legyen, ez az arány - 100-ból 90 hatásos - egy regulátor vagy levéltrágya esetében már igen jó eredménynek számít, amennyiben negatív kezeléshatások nem mutatkoznak.

Ennek az összeállításnak az a célja, hogy egységes követelményeket támasszon a vizsgálatok elvégzéséhez, ugyanakkor a módszerek ismertetésével segítséget nyújtson mind a meglevő készítmények elbírálásához, mind pedig újak fejlesztéséhez.

A módszertan 4 fejezetben foglalkozik a tápanyag és regulátor kísérletekkel. A beállítással és értékeléssel kapcsolatos - elsősorban elméleti - tudnivalók ismertetése után három vizsgálati lépcsőben - laboratórium, tenyészedény, szabadföld - követhetjük nyomon az alkalmazható módszereket, a megbízható kísérletezéshez szükséges követelményeket. A kísérletek eredményeinek elbírálása és összehasonlíthatósága érdekében nagy fontosságot kell tulajdonítani az eredmények megjelenítésének, vagyis az egységes jelentéskészítésnek is.

A Földművelésügyi Minisztérium a regulátorokkal és termésnövelő anyagokkal engedélyezési célból végzett kísérletekre vonatkozóan az e módszertanban fogaltakat általánosan érvényesnek fogadta el. Az anyagot a későbbiekben a gyakorlati tapasztalatok, és az újabb típusú készítmények vizsgálatai alapján tovább lehet fejleszteni, korszerűsíteni, bővíteni, amihez az e területen dolgozó valamennyi kolléga javaslataira számítunk.

Budapest 1997. január

A szerkesztők

1. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSÁNAK ÉS ÉRTÉKELÉSÉNEK ÁLTALÁNOS ALAPFOGALMAI

1. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSÁNAK ÉS ÉRTÉKELÉSÉNEK ÁLTALÁNOS ALAPFOGALMAI

1.1. A kísérlet célja, típusai

A kísérletek alapvető célja a készítmények növényekre gyakorolt biológiai hatásának megállapítása illetve ellenőrzése.

A kijuttatás történhet a gyártó által javasolt technológia szerint, vagy amennyiben ez nincs kidolgozva, a szakemberek javaslatainak megfelelően.

A kísérlet célja tehát egyrészt a javasolt technológia melletti felhasználás eredményességének igazolása, másrészt pedig új alkalmazási módszerek keresése, a kijuttatási időpontok, dózisok, módok optimalizálása, a legmegfelelőbb technológia kidolgozása. Nem elhanyagolható szempont a készítmények bizonyos körülmények közötti esetleges negatív hatásainak megállapítása azért, hogy a nemkívánatos felhasználási módokra, mellékhatásokra is fény derüljön.

A készítmény forgalomba hozatalára az FM Növényvédelmi és Agrárkörnyezet-gazdálkodási Főosztálya ad-hat engedélyt akkor, ha megfelelő számú, a módszertan szerint végrehajtott kísérlet alapján eldönthető, hogy a készítmény alkalmazása a **kívánt hatást biztosítja, nem károsítja a növényeket, és a felhasználás nem ütközik akadályokba technológiai, toxikológiai vagy környezetvédelmi szempontból.** Utóbbi szempontokat a Népjóléti Minisztérium intézményei (OKI, OMÜI, OÉTI) és a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium is vizsgálja.

Az engedélyezéshez szükséges kísérletek száma a készítmény jellegétől, a hasonló típusú szerek felhasználási tapasztalataitól, kockázati tényezőitől és a vizsgálati eredményektől függ. Az igényelt vizsgálatok száma és jellege az adott készítmény sajátosságaitól függően eltérő lehet, de néhány alapelv a következők szerint vázolható.

Új regulátorkészítmények esetében növényfajonként és évenként legalább 2, eltérő helyszínen végzett vizsgálatra van szükség, legalább két éven keresztül. Nem kifejezetten regulátorhatású, **vitamin jellegű, kondícionáló célú anyagok** esetében elegendő lehet a kultúracsoportonkénti vizsgálat. **Növekedésszabályozó hatással nem rendelkező készítményeknél** (pl. tápanyagok, tőzegek, földkeverékek) a csírázás- és növekedésgátlás, valamint fitotoxikusság veszélyének hiányát kell feltétlenül igazolni. A szabványosított készítmé-nyek esetében (pl. pontosan ellenőrzött összetételű műtrágyák) a biológiai hatást igazoló kísérletek elvégzésétől el lehet tekinteni.

A kísérletek laboratóriumi, növényházi és szabadföldi körülmények között folytathatók le.

Laboratóriumi és növényházi vizsgálatokra abban az esetben van szükség, ha a készítmények hatása, hatásmódja, keverhetősége, összetétele stb. nem ismert, vagy csak kevés számú előkísérlet áll rendelkezésre.

Szabadföldi vizsgálatokkal eltérő ökológiai és termesztéstechnikai feltételek között, az alapvizsgálatok eredményeinek ellenőrzése, az üzemi felhasználhatóság biológiai és technológiai értékének megállapítása a cél.

A szabadföldi vizsgálatok típusai

- **Kisparcellás** vizsgálatokat akkor végzünk, ha a cél a kezelések szabadföldi hatásainak pontos és részletes megállapítása, és ezekről még nem áll elegendő információ rendelkezésre (pl. új szer hatásvizsgálata, dózis beállítás, fajtafüggés, fitotoxicitás ellenőrzése stb.). ***Tájékozódó vizsgálatoknál 4, engedélyezési kísérletek-nél 6 ismétlést kell beállítani***. Kéttényezős kísérletek ismétlésszáma a céltól is függ, általános esetben 4, hatásgörbe vizsgálatánál 3 ismétlés ajánlható.

- **Nagyparcellás** kísérletet akkor állíthatunk be, ha már nagyobb mennyiség áll rendelkezésre a vizsgálandó a-nyagból, és a kisparcellás kísérletek alapján a szer különösebb kockázat nélkül alkalmazható több hektáron is. Célunk a készítmény hatásának ellenőrzése, a felhasználási módok, gazdaságosság és alkalmazási technológiák vizsgálata az üzemihez közelálló körülmények között. ***A nagyparcellás engedélyezési vizsgálatot 4 ismétlésben kell beállítani***.
- **Üzemi** vizsgálatot akkor végezhetünk, ha a készítmény alkalmazásáról és hatásairól a legfontosabb információk már rendelkezésre állnak hazai kis- és nagyparcellás kísérletek alapján. Az üzemi vizsgálat célja gyakorlati tapasztalatok szerzése a szer nagyobb területen történő felhasználásával kapcsolatban. Az elhelyezés és az ismétlések száma a lehetőségtől függ.

Az 5./1988.(IV.26.) FM számú rendelet alapján Magyarországon forgalombahozatali és felhasználási engedéllyel nem rendelkező készítményekkel szabadföldi kísérleteket beállítani csak a Földművelésügyi Minisztérium előzetes hozzájárulásával szabad.

A kísérletek eredményei a készítmény esetleges engedélyeztetési folyamatában csak akkor használhatók fel, ha a vizsgálat ilyen engedéllyel rendelkezik, és jelen módszertan előírásainak megfelelően került végrehajtásra. A bejelentett kísérleteket és azok dokumentációját a felügyelő hatóság (általában a területileg illetékes növényegészségügyi és talajvédelmi állomás) ellenőrzi illetve ellenőrizheti.

A kísérleti készítményeket értékelni kell:

- **biológiai hatás**, és
- **az üzemi technológiába való beilleszthetőség** alapján.

- **Biológiai hatást** akkor kell vizsgálni, ha új készítményről (regulátor, ismeretlen hatásmechanizmusú készítmény stb.) van szó. Értékelni kell mindazokat a paramétereket, amelyek az alkalmazás szempontjából lényegesek lehetnek. Legrészletesebben a kisparcellás vizsgálatnál értékelünk, nagyparcellán kevesebb paramétert vizsgálunk, üzemi kísérletnél pedig már csak a legfontosabb adatokat (pl. termésmennyiség, megdő-lés) kell rögzíteni.

- **Üzemi technológiai vizsgálatokat** már ismert hatású készítményeknél végzünk, de ez kapcsolódhat a biológiai nagyüzemi vizsgálathoz is. Meg kell figyelni a kijuttathatóságot, a gépek kezelés utáni állapotát, a korrózió mértékét és minden körülményt, ami a szer felhasználhatóságával kapcsolatos.

1.2. A kísérlet beállítás alapfogalmai

A vizsgálatok (kísérletek) tervezése, beállítása, értékelése és interpretálása számos szűkebb "szakmai" és biometriai kérdést vet fel. E módszertan jellege és terjedelme nem engedi meg azok részletes tárgyalását. Az eredmények összehasonlíthatósága és reprodukálhatósága azonban szükségessé teszi a legfontosabb fogalmak ismertetését és egységes értelmezését.

1.2.1. Tényező és kezelés

Tényező: mindazon hatóerők összessége, amelyek a vizsgált alapsokaság (populáció) ismérveire, jellemzőire hatással lehetnek. A gyakorlatban tényezőnek azokat a különböző fokozatokkal rendelkező hatóerőket nevezzük, melyeket szándékosan terveztünk a kísérletbe, és amelyek hatásának eldöntésére a kísérletet beállítottuk. Ilyen értelemben tényező lehet a permetezés ténye vagy dózisa, a fajta vagy a talajművelés módja, de nem tényező a parcellákat eltérő mértékben érő napsugárzás vagy vízmennyiség, ha az nem megfigyelésünk tárgya. Utóbbiak ilyenkor csak hibaforrást jelentenek, amit az ismétlések hatása ellensúlyozhat.

A kísérletek elrendezésére és értékelésére gyakorolt hatás alapján megkülönböztetünk **kvalitatív és kvantitatív tényezőket.**

- A **kvalitatív tényező** változatai minőségileg különböznek, nem képeznek fokozatot (pl. a fajták, műtrágyakészítmények, a permetezés fenofázisai és módjai stb.), csak kategóriákba, csoportokba sorolhatók.

- A **kvantitatív tényező** változatai fokozatokat képeznek. A fokozatok mérési vagy számlálási értékeknek felelnek meg. A fokozatok lehetnek folyamatosak (pl. az öntözés mennyisége) és nem folyamatosak (pl. az öntözés gyakorisága).

Az engedélyezési eljárások keretében végzett kísérletek során, az esetek többségében mind a kvalitatív, mind a kvantitatív tényezők vizsgálatakor a tényező meghatározott két változata, vagy fokozata közötti különbség mértékét és szignifikanciáját értékeljük.

Kvantitatív tényezők vizsgálatakor (pl. dóziskísérletekben) hatásgörbét is vizsgálhatunk. Ebben az esetben úgy kell tervezni a kísérletet, hogy a hatásgörbe minél több pontját határozzuk meg. Tehát a tényező minél több, de legalább négy fokozata adja a kezeléseket. Legalább ennyi fokozat szükséges ahhoz, hogy a lineáris és négyzetes hatást el tudjuk különíteni. (A kezeletlen kontroll nem egyenlő a kvantitatív sorozat 0 adagjával).

A kezelés-fokozatok lehetőleg egyenlő távolságokra legyenek (ekvidisztánsan), melynek előnye, hogy a kérdéses tényező hatásgörbéje az ortogonális polinomok módszerével varianciaanalízis keretében könnyen meghatározható.

Ha az egyenletes távolság szakmailag nem helyes, akkor 6, 12, 24, 48, 96, vagy ehhez hasonló jellegű szinteket kell választani, mert ezek logaritmusai adnak egyenletes fokozatokat.

Egytényezős a kísérlet, ha a kezelések egyetlen tényező változatai (pl. ha több különféle műtrágyát vagy egy műtrágya eltérő adagjait vizsgáljuk). Ebben az esetben a *kezelések száma a tényező változatainak számával azonos* (pl. 4 dózisú regulátor kísérletben a regulátor az egyetlen vizsgált tényező, a kezelések száma 4, a kontrollal együtt 5).

Többtényezős kísérletben a kezelések két vagy több tényező változatainak kombinációi (pl. három tényezős a kísérlet, ha egy műtrágya eltérő adagjait, több fajtánál több vetésidőpontban vizsgáljuk, ebben az esetben a kezelések száma a tényezők és azok változatainak számával azonos). Három tényezős kísérletben, melyben 5 pétisóadag, 4 vetésidőpont és 3 fajta szerepel, a kezelések száma 5 x 4 x 3 = 60.

A tényezők változatainak számát egymástól függetlenül választhatjuk meg. A valódi többtényezős vizsgálatban a tényezők változatait minden lehetséges módon kombináljuk .

Kezelés (v): a *vizsgált tényező változata*, értelmezése tág. Kezelések pl. csávázási kísérletben a különböző csávázási módok, fajtakísérletben a fajták, regulátor kísérletben a kijuttatás időpontjai, a szer eltérő dózisai stb.

Kontrollkezelés azt a kezelést jelenti, amelyhez a többit szakmailag hasonlítjuk. A kontrollkezelés lehet:

- **kezeletlen kontroll** (kontroll), pl. ha levéltrágyázott kezelést trágyázatlan kezeléshez hasonlítunk,

- **standard kontroll,** ha pl. regulátor kísérletben két vagy több regulátort hasonlítunk össze, melyek közül az egyik már ismert.

Egy kísérletben több kontrollkezelés is szerepelhet.

Esetenként a fentiektől eltérő értelmezésben más típusú kontroll is szerepelhet, pl. **vizes kontroll.** Beállítása sok esetben indokolt, mert kiszűrhető vele az a hatás, amely nem a vizsgált szer, hanem csak a permetezés következtében lép fel. Néha igen előnyös, ha a kontrollkezelést két kezelésként állítjuk be a kísérletbe, mivel az a megbízhatóságot növeli. A két kontrollkezelés ekkor két álkezelést képez. Értékeléskor a kétszeres adatszámból meghatározott értékhez viszonyítjuk a többi kezelést.

Az **egytényezős kísérletekben** a kezeléseket arab számmal sorszámozzuk. **Többtényezős kísérletekben** a tényezőket nagybetűvel (A,B,C stb.), az egyes tényezők változatait index számmal ellátott kisbetűvel (a_1, a_2, a_3 b_1, b_2, b_3 stb.), a kombinációkat a a_2, b_3, c_1, vagy ennek megfelelő 231 rendszerrel jelöljük.

1.2.2. Parcella, megfigyelési egység, kísérleti egység

1.2.2.1. Parcella

Legáltalánosabb értelmezésben a kísérletek egyöntetűen kezelt egysége, vagy a kísérletnek olyan része, amelyre a megfigyelés vonatkozik. A szántóföldi kísérletek szóhasználatából kölcsönzött fogalom, s eredetileg a kísérletek területi egységét jelentette. Szinonim értelemben megfigyelési egységet, kísérleti egységet jelent.

Laboratóriumi és tenyészedényes kísérletekben nem a parcella szó használatos, hanem megnevezzük a kísérleti egységet, pl. Petri-csésze, tenyészedény, mikroszkóp látótere, egy növény, növényrész, állat, időegység vagy ezek többszöröse.

1.2.2.2. A parcella alakja, mérete

Alakja általában téglalap, négyzet vagy kör, mérete valamilyen természetes egység (pl. egy növény, egy tenyészedény, egy Petri-csésze, stb.) vagy egy bizonyos terület.

A parcella alakját és méretét a kezelések és ismétlések száma, szegély- és szomszédhatás, a művelő és betakarító gépek munkaszélessége, a növény térállása, megfigyelés tárgya (pl. növényegyed, növényállomány), a kezelés módja, a rendelkezésre álló készítmény mennyisége, stb. befolyásolja. A parcellanagyság alsó határát a növények variabilitása határozza meg. Alapvető követelmény a parcellán belüli homogenitás. Ha az összetétel inhomogén, akkor a parcella olyan nagy legyen, hogy a megfigyelt értéket (amely a parcella inhomogén részeinek középértéke, összege, vagy mintája) ne befolyásolja.

Mikroparcellás kísérletben, ahol a vizsgálat a növényegyedre irányul, a parcella alakja négyzet vagy tégla-lap, mérete 1 - 2 m^2.

Kisparcellás kísérletben, ahol a vizsgálat a növényállományra irányul, a parcella alakja téglalap (1:2 - 1:10 oldalarányokkal), mérete 5 - 200 m^2.

- **Tág térállású szántóföldi kultúrák** esetében legalább 100 növény elhelyezésére legyen alkalmas a parcella, amelynek nagyságát alapvetően a jelzőnövény egyedi változékonysága szabja meg. A kisparcellás **szőlő** kísérletekben 5-10-ig, **gyümölcsfák** esetében pedig 1-10-ig célszerű a tőkék illetve fák parcellánkénti darabszámát meghatározni.

- **Sűrű vetésű növényeknél** a parcella nagysága legalább 5 m^2 legyen.

Kisebb parcellánkénti egyedszámok esetében általában csökken az eredmények megbízhatósága, a mintavéte-lek (elsősorban a levélminták esetében) szakszerűsége, nagyobb parcellák esetében növekszik a heterogenitás a növény és a talaj vonatkozásában, és növekszenek a kísérlet költségei is, ezért a kísérlet jellegétől függően és a helyi viszonyoknak megfelelően kell kialakítani a parcellák méretét:

- a parcella nagyságát a rendelkezésre álló állomány alapján határozzuk meg, amennyiben **hiánybetegség megszüntetése** a cél, a parcella nagyságát a hiánytüneteket mutató területrészek alapján válasszuk meg

- **mikroelemhiányt talajkezelés formájában megszüntető kísérletekben** a kisparcelláknál megadott maximális egyedszámmal kell dolgozni abban az esetben, ha előző évben a hiánytüneteket mutató egyedeket nem jelöltük ki, a talajkezelések a vegetáció megindulása előtt vagy a vegetáció igen korai stádiumában történnek, mikor még a hiánytünetek nem állapíthatók meg teljes biztonsággal, ezért nagyobb tő/parcellaszám esetében nagyobb a valószínűsége, hogy az értékeléshez elegendő növénnyel rendelkezünk

- **levéltrágyázási vizsgálatoknál** a kevésbé látványos hatás miatt több növény jusson egy parcellára

- **fitotoxicitás vizsgálatok** esetében a parcellánkénti minimális tőszámot kell alkalmazni.

A nagyparcellás vizsgálatokban a parcellák méretét alapvetően az határozza meg, hogy milyen géptípussal végezzük a kezelést.

- **Szántóföldi gépekkel** végzett kezelések és betakarítás esetében, a parcella szélessége az alkalmazott géptí-pus munkaszélességének egészszámú többszöröse, mérete 0,1 -0, 5 ha legyen.

  Nagyparcellás kísérleteknél, a vegetáció előrehaladtával taposási kár nélkül a szántóföldi gépes kísérletek nem kivitelezhetők (pl. gabonakezelés virágzásban), ilyen esetben művelőutakat kell kijelölni, vagy légi kezelést kell alkalmazni.

- **Merevszárnyú repülőgéppel vagy helikopterrel** végzendő kísérletnél általában a 3 ha-os parcellaméret a megfelelő, mivel 50 l/ha vízzel a 4 ismétléses vizsgálatot egy-egy levéltrágyával egyszeri felhasználással tudják perme-tezni.
  A parcellák méretét úgy kell megválasztani, hogy a 3 -5 ha-on belüli parcella szélessége 3-4-szerese legyen a munkaszélességnek, a parcella hossza a szélesség függvényében változik, kb. 500-700 m. Ennél hosszabb parcellákat nem célszerű kialakítani, ugyanis a jelzők, a merevszárnyú repülőgépről, az állomány felett lebegő pára miatt és a nagy (160 km/h) sebesség miatt nehezen érzékelhetők még megfelelő nagyságú és színezetű jelzőkarók esetén is.

  Széles sortávolságú kultúrák esetén a parcellák kialakításánál a repülőgép munkaszélességén kívül a betakarítógépek munkaszélességét is vegyük figyelembe, pl.hogy kukorica esetében néggyel vagy hattal osztható sort kapjunk parcellánként.

1. táblázat: A szabadföldi vizsgálatoknál alkalmazandó parcellanagyságok és ismétlésszámok

növénykultúra típusa	**szántóföldi**	**zöldség**	**gyümölcs**	**szőlő**	**ismétlések száma**	
					engedélyezési vizsgálatokban	**egyéb vizsgálatokban**
kisparcella	5-200 m^2	5-200 m^2	1-10 fa	5-10 tőke	6	4
nagyparcella	0,1-0,5 ha	200-1000 m^2	10-25 fa	10-50 tőke	4	3
üzemi	0,1-5,0 ha	0,1-1,0 ha	0,1-1,0 ha	0,1-1,0 ha	-	2

1.2.2.3. Parcellaköz

Két szomszédos parcella közötti távolság, ha az nagyobb mint a vetési (ültetési) sortávolság.

1.2.2.4. Szegélyhatás, szegélyparcella

A parcellák első növénysorait szegélysoroknak, a parcellák két végén lévő növényeket homloksoroknak nevezzük. A parcellaköz és az utak megosztják a növényállomány zártságát, más környezetet, nagyobb tenyészterületet biztosítanak a szélső növényeknek (szegélyhatás). Fejlődésük többé-kevésbé eltér a kísérlet belső területének parcelláitól. Ezért a kísérlet szélén mindig kell lenni ún. szegélyparcellának (20.ábra), hogy a szélső kísérleti parcella is belső kísérleti parcellává váljék. A szegélyparcella mérete megegyezik a többi parcelláéval.

1.2.2 5. Szomszédhatás, pufferparcella, bruttó - nettó parcella

Szomszédhatás: két szomszédos parcella kezelésének vagy növényállományának egymásra hatása.

Ha több kezeléses kísérletben csak egy vagy két kezeléstől várható szomszédhatás, ún. **pufferparcellát** alkalmazunk, amelynek jobb fele a jobboldali, bal fele a baloldali szomszédos parcella kezelésében részesül. Kisparcellán a puffer vagy szegélysáv sűrű sortávolságú növényeknél két vetéssor, széles sortávolságú növényeknél egy vetéssor legyen.

Másik, sőt jobb megoldás (ez a szegélyhatás esetében is alkalmazható), ha csak a parcella belső részében végzünk megfigyeléseket és csak ennek termését mérjük. **Az egész parcellát bruttó parcellának, a belső részt, amelyet értékelünk, nettó parcellának nevezzük** (20. ábra).

1.2.2.6. Köpenyvetés

A kísérletet körülvevő vetés (20. ábra), melynek célja a kísérlet védelme a külső hatásokkal szemben (fácán-kár, nyúlkár, szél stb.). Ha a kísérleti telepen vagy üzemi állományban helyezzük el a kísérletet, ez rendszerint felesleges.

1.2.3. Az ismétlés (r) fogalma, száma, jelölése

Valódi ismétlésről beszélünk akkor, ha ugyanazt a kezelést több parcellán (kísérleti egységen) vizsgáljuk. Az azonos kezelésben részesült parcellák száma egyenlő az ismétlések (r_n) számával. Jelölése *római számmal* történik. A kísérlet eredményeinek pontosságát egyrészt a kísérleti hiba csökkenésével, másrészt az ismétlésszám növelésével fokozhatjuk. Minél több az ismétlés, annál valószínűbb, hogy a kísérleti hibák a különböző kezelések középértékeiben már kiegyenlítődve jelentkeznek. Az ismétlések száma a pontosság megkívánt szintjétől, a tényezők, kezelések számától, az elrendezéstől és a körülményektől (gazdaságossági, technikai szempontok) függ. A túlságosan nagy ismétlésszám egyrészt drágítja a kísérletet, másrészt a megnövekedett parcellaszám miatt a kísérlet inhomogenitását is növelheti. Az egytényezős kisparcellás kísérletben átlagosan 4 - 6, nagyparcellásnál 3 vagy 4 ismétlés alkalmazása szükséges. A kísérlet megbízhatósága az ismétlésszám négyzetgyökével arányos, ezért 6 ismétlésig a megbízhatóság számottevően növekszik, efölött azonban a javulás már nincs arányban a többletköltségekkel. 2 helyett 4, 4 helyett 6 és 6 helyett 8 ismétlés alkalmazásával a megbízhatóság javulása rendre 42, 22 és 15%. Ezek miatt kisparcellás regulátorkísérletekhez általában 6 ismétlést érdemes választani. Vannak speciális elrendezések, főként többtényezős kísérletekben, ahol esetenként nem kell megismételni a kezeléseket.

A többtényezős kísérletekben valamely tényező egyik változatának azon parcelláit, amelyek a többi tényező különböző változataival alkotnak kombinációt, **belső ismétlésnek** nevezzük. Így pl. egy 3 regulátor dózist, 2 fajtán, 6 ismétlésben vizsgáló kísérletben az egyes fajták 6 valódi x 3 belső = 18 ismétlésben, a dózisok 6 való-di x 2 belső = 12 ismétlésben szerepelnek. Mivel a kezeléskülönbségek szórása az összismétlésszám növelése-vel csökkenthető, ezért többtényezős kísérletben a valódi ismétlések száma az egytényezőshöz képest lehet kevesebb is.

A kísérleti egységrészhez, parcellához véletlenszerű hozzárendeléssel (randomizáció) állapítjuk meg a kezeléseket, tehát a kezelések a különböző ismétlésekben más - más sorrendben helyezkednek el.

Kvantitatív tényezők vizsgálatakor (pl.dóziskísérlet), ha a hatásgörbe becslése a cél, az ismétlések száma csökkenthető. Ha pl. 24 parcellára van hely, általában előnyösebb 8 kezelésfokozat egyenként 3 ismétlésben, mint 4 kezelésfokozat egyenként 6 ismétlésben.

1.2.4. Blokkfogalom, blokkalkotás

Blokk: több parcellát magábafoglaló kísérleti egység, amely valamilyen szempontból összetartozó parcellacsoportot jelent. Általános esetben a kezelések (többtényezős kísérletnél a kombinációk) teljes sorozata képez egy blokkot. Az összes kezelés egy-egy parcelláját tartalmazó egységet teljes blokknak nevezzük. Ez a kezelések egy teljes ismétlését tartalmazza. (Szántóföldi kísérletben a szomszédos parcellák területblokkokat képeznek.)

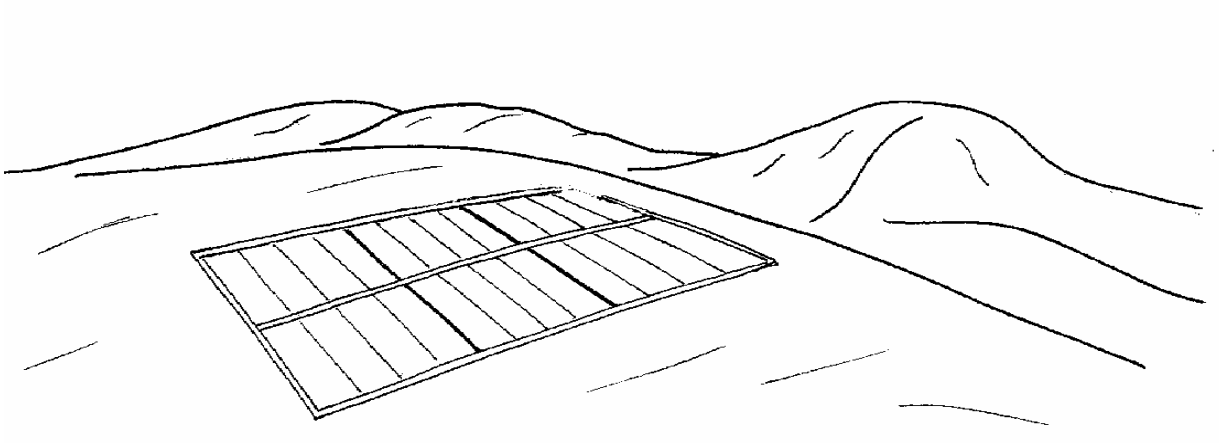
Ahány valódi ismétlésünk van, annyi teljes blokk képezhető. Ha túl sok (20-on felüli) kezelésünk van, vagy egyéb körülmények miatt nem tudjuk biztosítani a blokkon belüli homogenitást, kevesebb parcellából is képezhetünk blokkokat, mint a kezelések száma. Ilyenkor nem teljes blokkokat alakítunk ki, ahol az ismétlés és a blokk fogalma szétválik. Az ilyen kísérleteknél a kezelések középértékeit korrigálni kell, és az értékelés bonyolultabb, mint a "hagyományos" kísérleteké.

Az egy blokkban levő kísérleti egységeknek lehetőleg azonos körülményeket kell biztosítani, hogy csak a kezelés különbségek érvényesüljenek, mert csak a blokkon belüli egyenetlenség adja a kísérleti hibaszórást. A blokkokon belüli egyöntetűség akkor a legjobb, ha a parcellák hosszanti oldalukkal szomszédosak és az egész blokk közelítőleg négyzet, vagy nem túlságosan nyújtott téglalap alakú.

A különböző blokkok lehetnek **zárt egységben egymás mellett, vagy szétszórtan** elhelyezve. Önmagában nem hátrány, ha a blokkok némileg eltérő körülmények között vannak. Ez csak akkor okoz gondot, ha a különböző körülmények megváltoztatják a kezelések hatását. Ha az eltérő körülmények az összes kezelésnél azonos irányú és nagyságú változást okoznak, akkor a kísérlet hibája nem lesz nagyobb, bármekkorák is a blokkok eredményeinek különbségei. Ha azonban a különböző helyeken csökken vagy nő a kezelések közötti különbség, sőt esetleg ellenkező előjelű lesz, az csökkenti a kísérlet megbízhatóságát és megnehezíti a helyes következtetések levonását. Ezért arra kell törekedni, hogy az egyes blokkok se kerüljenek eltérő körülmények közé, és lehetőleg az összes parcellának azonos feltételeket biztosítsunk.

Külön problémát jelent lejtős-dombos vidéken a kísérlet beállítása. A lejtő lehetőleg egyirányú, egyenletes és a lejtése 2,5 - 3%-nál kisebb legyen. Ha a kísérleteket meredekebb területen vagyunk kénytelenek beállítani, ak-

kor a lejtőkön a *lejtőre keresztbe*, egymás mellé helyezzük el a blokkokat, melyek a lejtő irányába megnyúlt hosszúkás alakú (1:5 -1:10 arányú) parcellákból állnak. Lényeg,hogy egy ismétlésen (blokkon) belül a *különböző kezelést kapó parcellák ne különböző magasságban helyezkedjenek el*, mivel ekkor a magasságkülönbségből adódó eltérő vízellátási és hőmérsékleti viszonyok megzavarják a kezeléshatás értékelését. A parcellák alsó és felső részén kezeletlen szegélyt kell hagyni a talajtulajdonságok változása szerinti mértékben. Ha a lejtőn már nem fér el a kísérlet egy sorban, akkor a blokkokat egymás alatt is elhelyezhetjük, de ilyenkor is szükséges a blokkok között szegélyt hagyni.
Szőlő kísérleteknél általában a parcella egy sorban helyezkedik el, de a talajkezeléses műtrágyázási kísérletnél célszerű egy parcellát három soron kialakítani és a középső sort értékelni. Ebben az esetben az értékelésre kerülő tőszám 3-szorosával kell dolgozni.



1. ábra: 4 kezeléses kísérlet beállítása lejtős terepen, 6 blokkban

1.2.5. Kísérletek elrendezése

A kísérletben a parcellákon a vizsgált kezelések tervszerű elhelyezése, illetve csoportosítása valamely előírt rendszer szerint. A kísérlet elrendezése és a kísérlet adatainak statisztikai értékelése szorosan összefügg egymással.

A kísérlet jellegétől függően az alábbi egytényezős és többtényezős kísérleti elrendezési típusokat kell kiválasztani.

Egytényezős kísérleteknél:

- teljes véletlen elrendezés,
- véletlen blokk elrendezés,
- latin négyzet elrendezés,
- latin tégla elrendezés,
- csoportosított elrendezés.

Kéttényezős kísérleteknél:

- véletlen blokk elrendezés,
- osztott parcellás (split-plot) elrendezés,
- sávos elrendezés,
- tényező blokkos elrendezés.

Három- és többtényezős kísérleteknél:

- véletlen blokk elrendezés,
- kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezés.

15-nél kevesebb kezelés összehasonlítására legcélszerűbb a véletlen blokk, többtényezős kísérletekben az osztott parcellás, üzemi nagyparcellás kísérletekben a sávos elrendezés.

1.2.5.1. Egytényezős kísérleti elrendezések

1.2.5.1.1. Teljes véletlen elrendezés

Labor- és növényházi kísérletekben alkalmazható, ha szakmai vagy technikai okok miatt nem lehetséges vagy nem célszerű a blokk képzés. A megfigyelési egységek (kémcső, Petri-csésze, tenyészedény) teljesen véletlenszerűen keveredenek, azok tervszerű vagy véletlenszerű átcsoportosítása nem javasolható. Ha azonban a kísérlet egy része eltérő körülményeknek van kitéve (pl. erősebb napsütés az üvegház egyik felén), ennél az elrendezésnél jelentős hiba léphet föl, ezért indokolt lehet az újbóli randomizálás.

1.2.5.1.2. Véletlen blokk elrendezés

A szabadföldi kisparcellás kísérleteknél leggyakrabban alkalmazott elrendezési mód. Az egytényezős regulátor és tápanyag kísérletek beállítása szabadföldön szinte kizárólag ilyen elrendezés szerint történik, ettől csak kivételes esetben lehet eltérni. Értékeléskor bármely kezelés kihagyható, vagy bármely kezelés külön-külön is értékelhető, a többit úgy tekintve, mintha nem is lenne. Ez a típus általában 15 alatti kezelésszámoknál célszerű. Efölött a blokkok egyöntetűsége a sok parcella miatt kevésbé biztosítható, és a kísérlet pontatlanabb lesz.

A blokkok elrendezésének gyakoribb típusai:
a) 7 kezelés 4 ismétlés:

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

b) 4 kezelés 6 ismétlés:

IV. ism.					V. ism.					VI. ism.			
3	4	2	1		4	3	1	2		3	1	2	4
1	2	3	4		2	4	3	1		4	1	3	2
I. ism.					II. ism.					III. ism.			

c) 6 kezelés 5 ismétlésben, 2 blokkcsoportban:

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

d) 4 kezelés 3 ismétlés:

1	2	3	4		3	2	4	1		2	4	1	3
I. ism.					II. ism.					III. ism.			

Hangsúlyozni kell, hogy a kezeléseknek a fenti módon, egy csíkban történő elhelyezése (d) nem sávos, hanem véletlen blokk elrendezés, és eszerint is kell kiértékelni. Hátránya, hogy a hosszú csík mentén az egyéb tényezők (talajminőség, vízellátottság) a blokkon átnyúlva is nagyobb mértékben változhatnak. Főleg nagyparcellás és üzemi kísérleteknél alkalmazzuk.

1.2.5.2.3. Latin négyzet elrendezés

Ha a kísérleti területen sor- és oszlopirányú szisztematikus hibahatás várható, az összes kezelés egy-egy parcellájából két irányba képezünk blokkot. Minden sor és minden oszlop magában foglalja az összes kezelés egy-egy parcelláját. Ha ugyanabban a sorban vagy oszlopban több parcella értékelhetetlenné válik, akár a sor, akár az oszlop kihagyható és véletlen blokk elrendezésként értékelhető. 4 - 8 kezelés összehasonlítására alkalmas elrendezés. Feltétele, hogy a kezelések és ismétlések száma megegyezzen.
a) 6 kezeléses 6 ismétléses diagonális latin négyzet:

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

b) 6 kezeléses 6 ismétléses véletlen elrendezésű latin négyzet a sorok felcserélésével:

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

1.2.5.1.4. Latin tégla elrendezés

Abban az esetben ha a kezelések száma pontosan kétszerese vagy háromszorosa az ismétlések számának (8 -18 kezelés), ezt az elrendezési módot lehet alkalmazni. A sor és oszlop kereszteződésében 2 vagy 3 kezelés parcellája van, illetve minden oszlop 2 vagy 3 részoszlopból áll.

10 kezelés, 5 ismétléses latin tégla: 2 részoszlop együtt képez egy oszlopot.

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

1.2.5.1.5. Csoportosított elrendezés

Sok kezeléses kísérletben akkor alkalmazzuk, ha olyan kezeléscsoportok vannak, *melyeken belül* a kezelések összehasonlításának pontosságára nagyobb súlyt helyezünk, mint a különböző csoportok között a kezelések összehasonlításának pontosságára és a kezelések közvetlen összehasonlításán túlmenően vizsgálni kívánjuk még a csoportátlagok közötti különbségeket is. A csoportonkénti kezelések száma különböző is lehet. Ha például egy nitrogén, (a) egy foszfor, (b) és egy kálium (c) műtrágya különböző dózisainak hatását hasonlítjuk össze, az eltérő műtrágyatípusokat rakhatjuk egy-egy csoportba.

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

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

1.2.5.2. Kéttényezős kísérleti elrendezések

Laboratóriumi, tenyészedényes és kisparcellás kísérletek esetében javasolt az alkalmazás, pl. amikor regulátorkezelést többféle tápanyagszint mellett, vagy több fajtán alkalmazunk.

1.2.5.2.1. 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.

6 kezelés (3x2 kombináció) 5 ismétlésben (pl. 3 regulátor, 2 lombtrágyadózissal kombinálva

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

Az A tényező változatainak száma a = 3, a B tényezőé b = 2, a valódi ismétlések száma r = 5.
A szükséges parcellák száma a x b x r = 30.

1.2.5.2.2. Osztott parcellás (split-plot) elrendezés

Leggyakoribb alkalmazási területe az, ha az egyik tényező parcellánkénti változtatása technikai nehézségekbe ütközik.

Az A tényező (pl. fajta) változatainak száma a=4, a B tényező (pl. regulátor dózis) változatainak száma b=3, ismétlések száma r=5. A szükséges parcellák száma 4 x 3 x 5 =60.

		a_1			a_3			a_2			a_4	
I.ism.	b_1	b_2	b_3	b_3	b_1	b_2	b_2	b_1	b_3	b_1	b_3	b_2
		a_2			a_4			a_1			a_3	
II.ism.	b_2	b_1	b_3	b_1	b_2	b_3	b_3	b_2	b_1	b_2	b_1	b_3
		a_4			a_2			a_3			a_1	
III.ism.	b_2	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2
		a_3			a_4			a_1			a_2	
IV.ism.	b_1	b_3	b_2	b_2	b_1	b_3	b_2	b_3	b_1	b_3	b_2	b_1
		a_2			a_1			a_4			a_3	
V.ism.	b_2	b_1	b_3	b_1	b_3	b_2	b_1	b_2	b_3	b_3	b_1	b_2

Az ábrából látható, hogy a 4 fajtát nem kell parcellánként külön vetni, hanem csak 3 parcellánként, ami könnyebben kivitelezhető. Hasonló a helyzet, ha a fenti elrendezésben 4 féle műtrágyázást szeretnénk alkalmazni a 3 féle regulátor dózishoz.

Az "A" tényező a "B" tényező változataival ún. főparcellákat képez, ami az A-nak ugyanazt a változatát kapja. Ilyen elrendezés esetén a tényezők fontossága nem egyforma, a B fontosabb, az A kevésbé súlypontos tényező a kísérlet célja szempontjából. Ebben az esetben például megbízhatóbb információkat kapunk a regulátor dózisok hatásáról, valamint a fajtákkal való kölcsönhatásáról, mint az egyes fajták termőképességéről.

1.2.5.2.3. Sávos 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 helyezzük el. A kísérleti teret annyi blokkra osztjuk, ahány ismétléses a kísérlet. Ezt követően ismétlésenként elhelyezzük az "A" tényező változatait, majd ezekre keresztbe a "B" tényező minden változatát. A változatok elhelyezését minden ismétlésben randomizáljuk.

4 vetésidő ("A" tényező), 3 talajelőkészítés ("B" tényező) , 4 ismétlésben:

	I.ism.					II.ism.		
	b_2	b_1	b_3			b_2	b_3	b_1
a_3					a_2			
a_2					a_4			
a_4					a_1			
a_1					a_3			

	b_1	b_3	b_2			b_3	b_1	b_2
a_1					a_4			
a_4					a_2			
a_3					a_1			
a_2					a_3			
	III.ism.					IV.ism		

Az ilyen elrendezéssel a belső ismétlések által nyújtott előnyöket részben feláldozzuk, de a tényezők közötti kölcsönhatást pontosabban bírálhatjuk el.

Sávos elrendezést alkalmazhatunk abban a gyakori esetben is, amikor többféle N-szinten vizsgálunk reguláto-rokat.

5 regulátor (A), 2 nitrogén szinten (B), 4 ismétlésben. Parcellaszám: 40

I.	1	2	3	4	5	b_1 b_2
II.	3	5	2	1	4	b_1 b_2
III.	5	4	1	3	2	b_1 b_2
IV.	4	1	5	2	3	b_1 b_2

Ha a blokkokat úgy helyezzük el, hogy a "B" tényező (N-szint) keresztülfut az összes "A" variación, akkor az elrendezés nem sávos, mivel B-nek nincs ismétlése, hanem faktor-blokkos (ld. következő pont).

1.2.5.2.4. Faktor-blokkos (tényező-blokkos) elrendezés

Gyakran előfordul, hogy a B tényező nem állítható be ismétlésekben, mert még a főparcellánkénti váltogatásokra sincs lehetőség. Ilyen esetben a B tényező változatai önmagukban képezhetnek blokkokat, így minden b_1, b_2 , b_3 stb. változaton belül szabályos részkísérlet van.

Általában ezt az elrendezést kényszerülünk alkalmazni akkor, ha a B tényező fajtát vagy művelési módot jelent, de néha akkor is, ha a különböző tápanyagszinteket nincs módunkban váltogatva elhelyezni.

Az elrendezés kétféle módon valósítható meg:

- Csoportosított faktor-blokk: "B" tényező változatai elkülönülő blokkokat képeznek.

5 féle műtrágya adag (A), 3 búzafajta (B), 4 ismétlés.

	b1						b2						b3				
I.	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
II.	2	5	4	1	3		3	5	2	1	4		2	1	4	5	3
III.	4	3	5	2	1		4	1	5	2	3		4	3	5	1	2
IV	3	4	1	5	2		2	3	4	5	1		3	5	1	2	4

- Futósávos elhelyezés: "B" tényező változatai sávonként keresztülfutnak "A" összes variációján. Nem tekinthető valódi sávos elrendezésnek!

3 féle regulátor (A), 2 N szint (B), 4 ismétlés.

a_3	a_1	a_2	a_3	a_2	a_1	a_2	a_1	a_3	a_1	a_3	a_2	b_2
a_1	a_2	a_3	a_1	a_3	a_2	a_3	a_2	a_1	a_2	a_1	a_3	b_1

A fenti elrendezés hátránya, hogy a "B" tényezőnek gyakorlatilag nincs ismétlése, így statisztikailag nem vizsgálható. Az A x B kölcsönhatás számítható ugyan, de a "B" tényezővel együttható független blokkok (pl.talajminőség, nedvességtartalom) hamis következtetés veszélyét is előidézhetik.

Ha nemcsak az "A" tényező hatására és az A x B kölcsönhatására vagyunk kíváncsiak, hanem "B"-re is, akkor több helyen kell beállítani faktor-blokkos elrendezésű kísérletet. Ilyenkor "B" hatására a kísérletenkénti kezelésátlagokból kaphatunk felvilágosítást, "B" ismétlése pedig a kísérleti helyek száma. Ebben az esetben tehát kísérlet-sorozatot kell értékelnünk (ld.1.2.6.).

1.2.5.3. Három tényezős kísérleti elrendezés

1.2.5.3.1. Véletlen blokk elrendezés

Alkalmazása laboratóriumi vagy tenyészedényes kísérletekben javasolható. A három tényező változatainak kombinációját az ismétlésen belül véletlenszerűen helyezzük el. Az egyes ismétlések képeznek blokkokat, és lehetőség van további kezelések (kontrollok) beillesztésére vagy elhagyására.

1.2.5.3.2. Kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezés

Szántóföldi kisparcellás kísérletekben technikai szempontból előnyös elrendezési mód. A főparcellák, az elsőrendű és másodrendű alparcellák eltérő méretei, különböző technikai megoldhatóságú tényezők változatainak kombinációit teszik lehetővé egy kísérleten belül.

A tervezéskor ügyelni kell arra, hogy a főhatás (C) szempontjából kevésbé fontos tényező (A) képezze a főparcellákat, a főtényező pedig a harmadrendű parcellákat (C).

3 tényezős, 4 ismétléses kísérlet egyik ismétlése kétszeresen osztott parcellás elrendezésben:
"A" tényező (pl.vetésidő) 3 változatban, "B" tényező (pl.műtrágyadózis) 4 változatban, "C" tényező (pl.vető-magmennyiség) 3 változatban.

a_3											
b_2			b_4			b_1			b_3		
c_1	c_3	c_2	c_1	c_3	c_2	c_1	c_3	c_2	c_3	c_2	c_1
a_1											
b_3			b_2			b_4			b_1		
c_2	c_1	c_3	c_2	c_3	c_1	c_3	c_2	c_1	c_1	c_3	c_2
a_2											
b_2			b_3			b_1			b_4		
c_1	c_3	c_2	c_2	c_1	c_3	c_1	c_2	c_3	c_3	c_2	c_1

1.2.6. Kísérletsorozat

A kezeléseket egymástól függetlenül, több helyen hajtjuk végre, vagy különböző időpontokban pl. egymást követő években, és az eredményeket együtt értékeljük. A kísérletsorozat elemeit mindig egymástól független kísérletek alkotják, az egyik eredménye nem függ a másiktól. Például vizsgálhatjuk egy regulátor hatását a búzatermésre az ország különböző megyéiben, vagy megismételhetjük ugyanazt a kísérletet több egymást követő évben. Formailag minden egyes kísérlet megannyi ismétlést, blokkot jelent. Így az is elképzelhető, hogy egy-egy évből csak egy adatunk van, ismétlés nélkül, de 5 év adatai már 5 ismétléses kísérletet alkotnak. Amennyiben a különböző helyeken vagy időben kapott eredményeket kísérletsorozatként szeretnénk értékelni, már kezdettől fogva ügyelni kell arra, hogy a beállítás módja, az elhelyezés, a mintavételi módszerek lehetőleg azonosak legyenek.

A különböző kísérleti helyekről bejött szervizsgálati eredményeket lehet kísérletsorozatként értékelni, de figyelembe kell venni, hogy ha az eltérő körülmények miatt a kezelések hatása másképpen alakul, az együttértékelés hamis következtetésekre vezethet. Ha például egy retardáns aszályos helyeken terméscsök-kentő, jó víz- és tápanyagellátottságú helyeken termésnövelő hatású volt, nem mondhatjuk, hogy a közös értékelés átlagosan hatástalanságot mutatott.

1.2.7. Tartamkísérlet

A kezelések hatását változatlan megfigyelési egységeken több, egymást követő időpontban figyeljük meg. A vizsgálat célja:

- hogyan alakulnak a kezeléskülönbségek egymást követő két megfigyelési időpont közötti szakaszban,
- hogyan alakulnak a kezeléskülönbségek kettőnél több megfigyelési időpont közötti több szakasz összességében.

Tartamkísérletben a kezeléskülönbségek az előző időpontban már meglevő különbségektől is függnek. A megfigyelt értékek lehetnek az egész kísérlet során összeadódó hatások eredményei, vagy csak az utolsó szakasz termékei. A tartamkísérlet sajátossága, hogy bármely szakaszban elkövetett hiba kihatással van a további megfigyelések eredményére - ez a hibaátvétel. Az ismétlésszám ezért legalább annyi, vagy több legyen, mint az egyszeri kísérletekben.

1.3. A kísérlet-tervezés alapfogalmai

Elsőként a kísérlet célját kell meghatározni, hogy a kísérlet szakmai terve és matematikai értékelhetősége összhangban legyen. Ezt követően meg kell tervezni minden olyan körülményt (módszertani, technikai stb.), amelyekkel a cél a lehető legjobban megközelíthető.

Az egységes terv készítése érdekében az alábbi feladatok meghatározása szükséges:

- a kísérlet célja,

- a kísérleti alany (növény, termőhely stb.) megválasztása,

- a tényezők és kezelések száma, az egyes kezelések pontos leírása,

- kísérleti egység (parcella) mérete,

- ismétlések száma,

- kísérleti elrendezés típusa, vázlata (a parcellák elrendezése, bruttó-nettó parcella, szegélyparcella, utak stb.),

- a kezelések végrehajtásának ideje (pl. a növény fenofázisának megjelölése) és részletes technikai végre-hajtása, (a készítmények mennyiségének kiszámítása, tárolása, szállítása és kijuttatása),

- a kísérlet végrehajtását befolyásoló vagy jellemző körülmények meghatározása, megfigyelése, feljegyzése a laboratóriumi, tenyészedényes és szabadföldi kísérletek sajátosságainak megfelelően (pl. elővetemény, talajtípus, talaj- és növényvizsgálatok eredménye, talajelőkészítés, vetési adatok, tápanyagpótlás, ápolási munkák, csapadék, hőmérsékleti adatok stb.),

- a kísérleti megfigyelések meghatározása, a kísérleti alany (populáció) milyen tulajdonságát, milyen gyakorisággal, mikor, milyen módon (számlálás, mérés, bonitálás, becslés), milyen módszerekkel, milyen eszközökkel, milyen mértékegységben és hány számegységre határozzuk meg,

- az értékelés módszere (pl. egytényezős vagy többtényezős variancia-analízis, egyszerű átlagolás, szubjektív értékelés stb.),

- kísérleti napló felfektetése, amely tartalmazza a tervfeladatot, a részletes helyszínrajzot, az elrendezést, a kísérlet során végzett munkákat, az észlelt körülményeket időrendi sorrendben teljes részletességgel, valamint az értékeléshez szükséges alapadatokat.

A témalapra, vizsgálati tervre és vizsgálati naplóra vonatkozó részletes előírásokat a mellékletek tartalmazzák.

1.4. A kísérlet-értékelés alapfogalmai

1.4.1. Populáció (alapsokaság)

A populáció a vizsgálni kívánt egyedek, tárgyak vagy más tetszőleges elemek olyan, jól körülhatárolt, szabatosan meghatározott összessége, melyeknek minden elemére terjedő vizsgálatát nem lehet vagy nem gazdaságos elvégezni. Ezért a vizsgálatok a populáció egy kiragadott részére, az ún. mintára korlátozódnak. Kiterjesztett megfogalmazásban, ha a vizsgálat a populáció valamilyen számszerűen mérhető tulajdonságára (pl. hosszúság) irányul, akkor az egyes elemekhez tartozó ezen számértékek összességét is populációnak nevezzük.

1.4.2. Változó

A populáció egyedeinek tulajdonsága, amelyet megfigyelünk, vagy amelyről egyéb módon van adatunk, a változó.

A változók osztályai:

- **Minőségi (kvalitatív) változó:** osztályai nem alkotnak természetes sorrendet (pl. a szín a változó, osztályai kék, zöld, stb.).

- **Mennyiségi (kvantitatív) változó:** osztályai számmal kifejezett sorrendet alkotnak, ezért az osztályok sorrendje befolyásolja az értékelést, lehet
  - *diszkrét változó*: lehetséges értékei véges vagy végtelen sorozat formájában adhatók meg (pl. 0, 1, 2, stb.,2, 4, 6, 8 stb.),
  - *folytonos változó:* bizonyos határok között bármilyen értéket felvehet, ilyenkor mesterségesen képezünk osztályokat (pl.%, idő, méret, súly stb.),
  - *alternatív (dichotom) változó:* csak két változat lehetséges (igen-nem, 1 vagy 0, beteg-egészséges stb.) (egyik megjelenési formája a küszöb (kvantális) változó, amely csak akkor észlelhető, ha elér egy bizo-nyos küszöbértéket (pl. virágnyílás, levél lehullás),
  - *összetett változó:* két vagy több változót egyetlen közös változóval fejez ki (pl. bírálati összpontszám).

1.4.3. Az adatok jellege

Gyakorisági adatok: azt fejezik ki, hogy a változó egy-egy osztályába hány darab megfigyelési egység tartozik. Ez az osztálygyakoriság. Ezek együttesen adják a változó gyakorisági eloszlását. Legjellemzőbb paramétereik a középérték és a szórás.

A gyakorisági adatok és gyakorisági eloszlások vizsgálatának formái:

- *gyakorisági arányok becslése*: azt vizsgáljuk, hogy a populáció hány%-a tartozik a változó egy-egy osztályába (pl. a zöld, félig érett és érett gyümölcsök aránya egy időpontban),

- *illesztésvizsgálat*: a kérdés, hogy milyen eloszlású alapsokaságból származnak a minták (pl. l:l vagy 3:1 arányú, normális eloszlású. Poisson-eloszlású stb.),

- *homogenitás-vizsgálat*: azt mutatja meg, hogy két vagy több minta származhat-e az adott változó szempontjából azonos vagy azonos eloszlású alapsokaságból,

- *összefüggés-vizsgálat (függetlenség-vizsgálat)*: két változó egymással való összefüggését vizsgáljuk (pl. a vírusos és gombafertőzött növények osztályozásával megállapítjuk, hogy az egyik betegséggel együttjár-e a másik gyakoriságának növekedése, vagy sem).

Mért, számlált adatok: a populációt jellemző megmért vagy megszámolt paraméterértékek, amelyek csak numerikus értékek lehetnek (pl. magasság, db, tömeg stb.).

Transzformált adatok: a megfigyelési adatok esetenkénti célszerű átalakítása, bizonyos módszerek alkalmazása érdekében. A bioteszteknél például a mért változások gyakran a hormonkoncentráció logaritmusával egyenesen arányosak, ilyenkor logtranszformációt érdemes végezni. Mivel a legtöbb módszer az adatok normális eloszlására épül, olyan transzformációt alkalmazzunk, hogy a változó normális eloszlásúvá váljon. Igen gyakori módszer a standardizálás, amellyel az eredeti eloszlást nem befolyásoljuk, de a változók adatait egységes számskálán fejezzük ki, és ezekkel az értékekkel könnyebben dolgozhatunk.

Becsült, számított értékek: az alapadatokból kapott, a populációt jellemző mutatók, statisztikai értékek. Mivel a teljesen pontos valódi értékeket általában nem ismerjük (ehhez az összes létező mintára kiterjedő és hiba nélküli mintavételre lenne szükség) , ezért adatainkat a hozzáférhető mennyiségű mintából, az elérhető pontosság alapján becsüljük. Ilyen becsült érték az *átlag, a szórás, a korrelációs együttható* stb. Mivel legtöbbször speciális eloszlásuk van, az alapadatokkal végezhető műveletek itt nem lehetségesek. Legfontosabb kivétel ez alól a számtani átlag.

l.4.4. Becslés, hiba, torzítás

Valódi érték: az alapsokaság mutatóinak értéke az adott paraméter vonatkozásában. A kísérleteknél a valódi értéket nem tudjuk megállapítani, mert ehhez az összes adat végtelen pontosságú ismeretére lenne szükség. Mivel egyrészt a mérési pontosságunk is véges, másrészt pedig többnyire képtelenség lemérni a kísérletben résztvevő összes növény összes adatát (pl. egy parcellán minden kalászt, minden búzaszemet stb.) ezért becslést végzünk.

Becsült érték: a kísérlet jellegétől függően a mintának választott rész adataiból számítással megbecsült adott paraméter értéke**.** A számítások során általában ilyen becsült értékekkel dolgozunk, ezért ezt a jelzőt nem is használjuk.

Becslés hibája: a mutatónak a becsült és valódi értéke közötti eltérés. Ez az adott mutatóra vonatkozó. A teljesen azonos kezelések ismétlései közötti különbség a kísérleti hiba. A hiba oka lehet pontatlanság, amikor az eltérés a valódi értéktől pozitív és negatív irányban véletlenszerű. Amennyiben a megfigyelést ilyen véletlenszerű mérési vagy technikai hiba terheli, az a minta elemszámának növelésével, vagy az elemek változékonyságának csökkentésével védhető ki. Így el lehet érni, hogy adataink a valódi érték köré tömörüljenek, és középértékük tetszőlegesen megközelítse a paraméter valódi értékét.

Torzítás: szisztematikus hiba, amennyiben a mutató becsült értékei az említett két módszer alkalmazásával is a valódi érték fölött vagy alatt tömörülnek. Torzítást okoz minden olyan dolog, ami miatt a kezelés hatása elegendően sok adat esetén is a valódinál kisebbnek, vagy nagyobbnak adódik. Igen veszélyes hibaforrás, mert nehéz felismerni és mérni szinte lehetetlen.

- T*echnikai jellegű torzítás* lép föl, ha pl. a kezelt parcellák jobban trágyázott helyre kerülnek, mint a kezeletlenek, vagy a kezelt parcellákon taposási kárt okoz egy munkagép stb. Ellenszere a véletlen elrendezés, randomizáció.

- *Mintavételi torzításnál* a minta vizsgált tulajdonságra nézve nem azonos eloszlású az alapsokasággal (pl. csak a legnagyobb kukoricacsövekből állapítjuk meg a szemsorok számát). Ellenszere a véletlen mintavétel, a szubjektivitás lehetőség szerinti kikerülése.

- *Matematikai torzítás* akkor fordul elő, ha nem a kísérletnek megfelelő statisztikai feldolgozást, ill. összefüggést választjuk. Ilyen torzítás kiküszöbölése céljából osztunk a szórásnégyzet becslésekor (n-1)-gyel az adatok teljes száma helyett.

- S*zakmai torzítás* is lehetséges, ha a kísérlet beállításakor nem veszünk figyelembe valamilyen alapvető szakmai szempontot, pl. műtrágyakezelést az adott tápanyaggal feltöltött területen állítunk be, vagy egy megdőlés elleni retardánst törpe növésű fajtán vizsgálunk stb.

1.4.5. Középérték

A **középérték** olyan mennyiség, ami a számítási módtól függő értékű, de mindenképpen a legkisebb és legnagyobb érték közé esik, és valamilyen szempontból jellemzi az összes adatot.

Leggyakrabban használjuk **a számtani közép** fogalmát, ami azt a számot jelenti, melytől az adatok eltérésének összege éppen nulla, mert a pozitív és negatív eltérések összege egyenlő egymással.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Sok adatból gyakorisági táblázat segítségével számítjuk ki. A táblázatban az előforduló adatokat (x_i), azok előfordulás számát, vagyis gyakoriságát (f_i) és e kettő szorzatát ($x_i f_i$) tüntetjük fel.

A középérték ekkor: $\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{n}$

Általában, ha nem azonos mértékben előforduló mennyiségeket átlagolunk, a súlyozott számtani közepet számítjuk ki. Az a szám, amely alatt, ill. felett az adatok 50-50%-a helyezkedik el, a középső érték, a **medián.**

Az n adatból képzett szorzat n-edik gyöke a **mértani közép:** $\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \ldots x_n}$

A **harmonikus közép** az alábbi módon számolható:

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \ldots \frac{1}{x_n}$$

1.4.6. Szórás és variációs koefficiens

Az adatok szóródásának legfontosabb mutatója a **szórásnégyzet, más néven variancia.** A szórásnégyzet az egyes adatok és az átlag közti különbség középértéke, a **szórás p**edig ennek négyzetgyöke.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \qquad S = \sqrt{S^2}$$

A $(x_i - \bar{x})^2$ kifejezés az eltérések négyzetösszege, jelölése SQ. A kísérletekben az alapsokaság valódi középértékeit nem ismerjük, hanem becsüljük. A becsült középértéktől ($\bar{x}$) számított eltérések négyzetösszege azonban mindenképpen kisebb, mint a valóditól számítotté, így a matematikai torzítás kiküszöbölése céljából l-gyel kisebb számmal osztunk a nevezőben. Az így kapott szám a torzítatlanul becsült vagy **korrigált szórásnégyzet,** négyzetgyöke pedig a **korrigált szórás.**

$$S^2_{korr} = S^2_{n-1} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \qquad S_{korr} = \sqrt{S^2_{korr}}$$

Számításainknál mindig torzítatlanul kell becsülnünk, a korrigált jelzőt és indexet nem használjuk, mert magától értetődőnek tekintjük.

A középérték százalékában kifejezett szórás a **variációs koefficiens**, ami tartalmilag a relatív szórást jelenti.

$$S_{rel\%} = CV = \frac{S}{X} 100\%$$

Nem értelmezhető akkor, ha az adatsorban negatív értékek is előfordulnak, vagyis az $\bar{x}$-ot + és - értékek alkotják.

1.4.7. Szabadságfok

A szabadságfok a statisztikai mutatók becslésével kapcsolatos fogalom. Száma az adatok számával van szoros összefüggésben. Jelölése **FG**. Kezdetben az n adatból álló minta szabadságfokainak száma n. Ha egy mutató becsléséhez más mutató adatait is fölhasználjuk, paraméterenként l-et le kell vonni a szabadságfokok számából. Az új mutató pontosságát ugyanis a már előzőleg kiszámoltnak a hibája is befolyásolja, és ezt az FG módosításával vesszük figyelembe. A szórás becslésekor a becsült középértéket használjuk fel, ezért a szórás szabadságfoka n-1.

1.4.8. Konfidencia

A kísérletek statisztikai értékelésének lényege, hogy kapott eredményeinknek bizonyos valószínűséget adhatunk. Olyan határértékeket rögzíthetünk, amelyek megadott valószínűséggel fogják közre a valódi értéket. Az így megállapított két határértéket *konfidenciahatároknak*, a biztonság mértékét pedig *konfidenciaszintnek* nevezzük. 90%-os konfidenciaszint azt jelenti, hogy 100 esetből átlagosan 90-szer a megadott intervallumba esik a kapott érték, tehát következtetésünk helyes lesz, 10 esetben pedig tévedünk. A tévedési arányt hibavaló-színűségnek nevezzük és P-vel jelöljük. Az előbbi esetben tehát P= 10%. A konfidenciaszint és a hibavaló-színűség összege 1 illetve 100%.

1.4.9. Hipotézis, statisztikai próba

A kísérletek célja valamilyen feltételezés, hipotézis helyességének eldöntése. Ez a legtöbbször azt jelenti, hogy két vagy több becsült értékünk azonosnak tekinthető-e vagy sem. Bizonyos valószínűséggel meg kell állapítani, hogy ***a kezelések közti különbség fennáll-e***, ***vagypedig csak a véletlennek tulajdonítható***, és valójában nulla. Az *utóbbi* eset feltételezését hívjuk *nullhipotézisnek*. Feltételezésünk helytállóságát statisztikai próbákkal döntjük el. Ilyenkor kétféle tévedés lehetséges. Ha a nullhipotézis igaz, de azt elvetjük, elsőfajú hibát követünk el. Ilyenkor két kezelés vagy fajta között valójában nincs különbség, de a kísérleti hibákat kezeléshatásnak hisszük. ***Ha a két kezelés vagy fajta között van különbség, de úgy gondoljuk, hogy az csak a véletlen következménye, másodfajú hibát követünk el.***

A statisztikai próba abból áll, hogy hipotézisünk helyességének eldöntése céljából a kísérleti adatokból egy olyan értéket számítunk ki, amit valamilyen standardizált formában, különböző valószínűségi szintekre megadott adatokkal hasonlítunk össze. Ekkor megkapjuk, hogy hipotézisünk helyességének mekkora a valószínűsége. E standardizált adatokat táblázatba foglalták. A három leggyakoribb próbastatisztika a t (Student), az F (Fischer) és a (Pearson). Ezekről a megfelelő eljárásokat t-próbának, F-próbának és -próbának nevezik, az összehasonlítás alapja pedig a t, az F és a táblázat.

1.4.10. Szignifikanciaszint (P) és szignifikáns differencia (SZD)

Az elsőfajú hiba elkövetésének valószínűségét, tehát nem létező különbségek valódinak tartását szignifikancia-szintnek hívjuk és P-vel jelöljük. Ennek megválasztása szakmai szempontoktól függ. A gyakorlat legtöbbször 5%-os valószínűségi szinten vizsgálja az eredményeket, ilyenkor tehát csak az esetek 5%-ában követünk el elsőfajú hibát. Előfordulhat, hogy még ilyen tévedési arány sem engedhető meg, ilyenkor a szignifikancia-szintet P= 1%-ra vagy 0,1%-ra, esetleg tovább csökkentjük. Ekkor azonban növekszik a másodfajú hiba elkövetésének valószínűsége, vagyis az, hogy nem veszünk észre valójában meglévő különbségeket a kezelések között.

Regulátorkezeléseknél ezért indokolt P= 10%-ra is vizsgálni, mert az a regulátor, ami 100 esetből 90-szer a várt hatást mutatja, és csak 10 esetben hatástalan, alkalmas lehet a felhasználáshoz. ***Ha a választott szignifikanciaszintünk túl szigorú (pl. 1% vagy 0.1%), előfordulhat, hogy nem vesszük észre a készítmény valójában meglévő hatását sem.*** Nyilvánvalóan más a helyzet egy herbicid, fungicid vagy inszekticid esetében, ahol 10%-os hatáselmaradás is nagy károkat is okozhat. (Most nem beszélünk az esetleges depresszív hatásokról, amelyek negatív irányú kezelés különbséget okoznak).

Minden vizsgált paraméterből az a mennyiség, amit még P valószínűségi szinten hibának, és nem kezeléshatásnak tartunk, a **szignifikáns differencia**. Jele: **SZD (P%).** Dimenziója mindig megegyezik az adott mutató mértékegységével (kg/ha, cm, db stb.). Kifejezhető százalékos értékben is, ha az SZD-t elosztjuk a kontroll kezelés adatával:

$$SZD\,\% = \frac{SZD}{kontroll} 100\% \ .$$

Ha a mutatók értékei közötti különbség nagyobb, mint az SZD (P%)-kal megadott megengedhető hiba, akkor elvetjük a nullhipotézist, és levonjuk azt a következtetést, hogy a kezelések között P valószínűségi szinten, tehát 100 - P%-os valószínűséggel különbségek vannak. Ha a tapasztalt különbség az SZD-nél kisebb, akkor a két érték adott valószínűségi szinten nem tekinthető egymástól különbözőnek. Nyilvánvaló, hogy minél szélesebb a konfidenciahatár, vagyis minél nagyobb az SZD, annál nagyobb kezeléskülönbség tekinthető csak szignifikánsnak, azaz a kezelésből következő valódi hatásnak. Egy P=10%-on 500 kg/ha-os SZD esetén tehát csak az 500 kg/ha-os, vagy annál nagyobb különbségeket tekintjük kezeléshatásnak. Nem tehetjük azonban meg, hogy a kapott eltérésből (pl 520 kg/ha-ból) levonjuk az SZD-t, és csak a maradékot (20 kg/ha) tekintjük a kezelés hatásának, mivel ilyen esetben egy +500 kg/ha-os eltérésnél szignifikánsan 0 kg/ha-os termésnövekedést kapnánk, ami értelmezhetetlen. Amennyiben a kivonást elvégezzük, azt a kezelés különbséget kapjuk meg, amelynek megléte legalább 90%-os valószínűségű, illetőleg, amely különbség minimálisan előfordul 90%-os valószínűség mellett, de lehet ennél jóval több is. Ezért félrevezető a különbségek képzése az értékelés során. Ha az SZD a szokásos néhány százalékot nagyon meghaladja, pl. 20-30-40%, elemzésünk a kezeléshatás irányára akkor is helyes választ kell, hogy adjon, a mértéket viszont már fenntartásokkal kell kezelni.

1.4.11. Varianciaanalízis

Kísérleteink értékelésekor az alábbi három alapvető lépést kell elvégeznünk:

- kiszámítjuk a kezelések hatásait és különbségeit,
- kiszámítjuk a kísérleti hibát,
- a kezelések különbségeit az ismétlésszám figyelembevételével összehasonlítjuk a kísérleti hibával.

A több kezelésből és több ismétlésből álló kísérletek statisztikai értékelésére alkalmas módszer a **variancia-analízis.** A pontos számítási menet a kísérlet elrendezésétől függ. Kézzel vagy számológéppel történő végigszámolása igen hosszadalmas, de nem túl bonyolult számítógépprogram segítségével gyorsan elvégezhető. A varianciaanalízis a következő elven alapszik.

Az összes megfigyelt adatot egyetlen alapsokaság mintájának tekintve megbecsüljük a közös szórásnégyzetet, a varianciát. Utána azt vizsgáljuk, hogy ebből mennyit okozhattak a kezelések, azok kölcsönhatásai, illetve az elrendezésből származó hatások. Az összes varianciát tényezőnként becsült szórásnégyzetekre bontjuk, a maradékot pedig hibaszórásnégyzetnek tekintjük, ami a nem ellenőrzött hatások által okozott szórásnégyzet. A hibahatárnál nagyobb szórásnégyzetet a kezelés hatásának tulajdoníthatjuk. Azt, hogy ez a hibahatáron belüli vagy annál nagyobb, F próbával döntjük el.

Ha a számítás során kapott F érték nagyobb, mint a táblázatban adott valószínűségi szintnél található adat, akkor a kezelések között szignifikáns különbségek vannak.

A számítás menete során nem közvetlenül a varianciákat, hanem az eltérés négyzetösszegeket, SQ-kat bontjuk fel, de ez az elven nem változtat.

Az $SZD_{P\%}$ kiszámítása a t táblázatban P valószínűségi szinten megadott érték, és a hiba-eltérésnégyzetösszeg (Hiba MQ) segítségével történik, az ismétlésszám (r) figyelembevételével:

$$SZD_{p\%} = t_{p\%}\sqrt{\frac{2HibaMQ}{r}}.$$

Előfordul, hogy az SZD alapján két kezelés között egy adott szinten ***szignifikáns különbséget kapunk, de az F próba nem volt pozitív***. Ekkor a kezelések közti különbséget az adott szinten fenntartással kell fogadnunk, és az valójában csak azon a szinten tekinthető szignifikánsnak, amelyen az F próba is szignifikáns eltérést igazol.

Az is gyakori eset, hogy a kezeléskülönbség nem éri el a P=10%-ra kiszámított konfidenciahatárt, - vagyis nem szignifikáns -, de a különböző dózisok tendenciózus (növekvő vagy csökkenő jellegű) eltéréséből valószínűsíthető, hogy kezeléshatással és nem véletlen eltérésekkel állunk szemben. Ilyenkor ***az eltéréseket tendencia-jellegűnek*** minősíthetjük.

Az eredmények közlésekor az alábbi adatokat tüntessük fel:

- a mért paraméter neve,
- a kezelések neve (szer,dózis, időpont),
- parcellánkénti alapadatok, amikből a számítást végeztük,
- kezelésenkénti átlagok,
- a kezelések százalékos értéke (kontroll = 100%),
- számított F érték,
- a már szignifikánsnak bizonyuló szintű táblázati F, ha ilyen nincs, akkor a 10%-nál megadott F,
- SZD értéke P= 10, 5, 1% -os szinteken,
- SZD% értéke P= 10, 5, 1% - os szinteken.

A szignifikáns eltéréseket az átlagoknál a következő módon jelöljük meg:

P = 10% *
P = 5% **
P = 1% ***

Az átlagok közlése az SZD értékek nélkül megtévesztő, és hamis következtetéseket sugallhat.

Az SZD 1, 5, 10%-os értékeit akkor is meg kell adni, ha a kezelések között nem találunk szignifikáns különbséget.

1.4.12. Adatok száma a mintában

Ha nincs megadva, hogy hány adatot kell összegyűjteni a parcellánkénti érték meghatározásához, kiszámíthatjuk a szükséges adatok számát a szórás (S), a megengedhető becslési hiba (h) és a kívánt valószínűségi szint (P%) szerinti t érték ismeretében, amit a szórás szabadságfokánál kell kikeresni.

$$n = \frac{t^2{}_{p\%} s^2}{h^2} = \frac{t^2{}_{p\%} CV\,\%}{h\%^2}$$

1.4.13. Hiányzó és kiugró adatok

Néha előfordul, hogy valamely parcelláról nincs adatunk, vagy az nyilvánvalóan olyan hibás, hogy figyelmen kívül kell hagyni. A hiányzó adatot valamilyen formában pótolni kell, különben a statisztikai elemzést nem tudjuk elvégezni. Gyakran szokták a kezelés átlagával helyettesíteni a hiányt, de ez csak teljesen véletlen elrende-zésnél tehető meg.

Az általunk leggyakrabban alkalmazott véletlen blokk elrendezésnél figyelembe kell venni annak a blokknak a hatását is, amelyből az adat hiányzik. Ebben az esetben az alábbi képletből számolhatjuk a hiányzó adatot:

$$x_{ij} = \frac{vV_i + rR_i - G}{(v-1)(r-1)}$$

v= kezelések száma
V_i= az i-edik (az adott) kezelés ismétléseinek összege
r= ismétlésszám
R_i= az adott ismétlés (blokk) kezeléseinek összege
G= főösszeg (G= V_i = R_i)

Megfigyelési adataink között néha előfordulhatnak feltűnően eltérő, ún. kiugró értékek. Amennyiben ez nem a kezeléshatás, hanem egyéb tényezők, vagy hibák következménye, eltorzíthatják az eredményt. Ilyenkor célszerű lehet ezen adatok kizárása. Nem mindig egyértelmű azonban, hogy indokolt-e egy-egy eltérőnek vélt értéket figyelmen kívül hagyni, mert az nem feltétlenül hibás, sőt lehet, hogy új jelenségre hívja fel a figyelmet. Azt, hogy egy adat kiugró-e vagy sem, szintén bizonyos valószínűséggel ítélhetjük meg. A Dixon-próba normális, vagy ahhoz közeli eloszlásokra teszi lehetővé a kiugró értékek vizsgálatát. A kezelés adatainak számától függő képlettel kiszámítunk egy faktort, amit a Dixon-táblázat kritikus értékeivel hasonlítunk össze. Ha a számított faktor nagyobb, mint a táblázatban P valószínűségi szintre megadott érték, az adatot kizárhatjuk. A Dixon-próbát akár számológéppel, akár egyszerűen megírható számítógépprogram segítségével elvégezhetjük egy-egy kezelésre.

2. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETEK

2. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETEK

A gyakorlatban alkalmazandó készítmények vizsgálata a laboratóriumban kezdődik. Itt jól ellenőrzött körülmények között, kis mennyiségű vegyszer felhasználásával végezhetők el olyan vizsgálatok, amelyek az anyag alapvető fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak kiderítésére illetve ellenőrzésére szolgálnak. E munka egyrészt a meglevő készítmény megismerését célozza, másrészt segítséget ad a fejlesztéshez, olyan információkat, amelyek alapján módosításokat lehet végrehajtani.

A laboratóriumi kísérleteken belül érintjük a készítmények fizikai-kémiai tulajdonságainak elsődleges és a felhasználás szempontjából fontos ellenőrzési módszereit. Áttekintjük azokat a vizsgálatokat, melyek a bioaktív anyagok egyes alapvető hatásainak kiderítésére vonatkoznak, és ismertetjük a növekedésszabályozók biológiai tesztelésének módszereit, melyek segítségével az aktivitásra és a hatásmódra is következtetni lehet.

A fejezetben nem foglalkozunk olyan módszerekkel, amelyek nem kapcsolódnak közvetlenül a biológiai hatás-vizsgálathoz, pl. kémiai reakciók, szerves, szervetlen analízis, hatóanyag meghatározás stb.

A laboratóriumi biológiai kísérletek sokszor nem választhatók el élesen a tenyészedényes vizsgálatoktól, amiket részletesen a 3. fejezetben ismertetünk. Esetenként a laboratóriumban is tenyészedényesnek minősülő kísér-letet végzünk, de itt a vizsgálatok által igényelt hely, idő és ismétlésszám rendszerint nem akkora, mint az üvegházi tenyészedényes kísérleteknél. (Az ilyen vizsgálatok beállításánál azonban vegyük figyelembe a 3. fejezetben leírtakat is.)

2.1. A laboratóriumi kísérletek eszközei és feltételei

Az általános laboratóriumi munka feltételeit a munkavédelmi és tűzvédelmi szabályzat rögzíti. A biológiai kísérletek folytatásánál az ott leírtakon kívül arra is figyelemmel kell lenni, hogy a levegőben ne csak az emberre, hanem a növényre, illetve növényi részekre káros mennyiségű gázok, gőzök se fordulhassanak elő. A biológiai vizsgálatokhoz biztosítani kell a megfelelő hőmérsékleti és fényviszonyokat, esetenként a pára-tartalmat is. Mindezek legjobban a fitotronban valósíthatók meg, ami növénynevelésre, biotesztelésre, szövet-tenyésztésre egyaránt a legalkalmasabb.

A **fitotronban** szabályozható, sőt automatikusan ki-be kapcsolható a világítás, pontosan beállítható a hőmérséklet, a páratartalom, és megfigyelhető ezek alakulása az idő függvényében. Mivel az ilyen berendezések drágák, előfordulhat, hogy kísérleteinket enélkül, vagy házilag készített nem, illetve nem teljesen automatizált fitotronban folytatjuk. Minden esetben a legfontosabb feltétel a növénynevelő, illetve tesztelő felület megléte. Szükség esetén meg kell teremteni a megfelelő világítás illetve a sötétben nevelés lehetőségét is, ez történhet külön e célra fenntartott szobákban vagy szekrényekben.

Fontos, hogy a **hőmérsékletet** viszonylag állandó szinten tartsuk. A szobahőfoktól eltérő hőmérsékletet **fitotron** hiányában **termosztátban** biztosíthatjuk. A termosztátban is tegyük lehetővé a **vörös, zöld, illetve fehér fényforrás** használatát. Fagytűrési kísérletekhez **növénynevelő hűtőszekrény** álljon rendelkezésre. A nappal-hosszúságra érzékeny növények nevelését időzítőszerkezetre, akár közönséges órára kapcsolt világítással oldhatjuk meg, zárt dobozban vagy szekrényben, esetleg ablak nélküli szobában. Sok esetben elegendő, ha a növényeket, illetve bioteszteket a laborban szórt fény alatt helyezzük el, nappali világítás és éjszakai sötétség mellett. A szövettenyésztési kísérleteknél és egyes bioteszteknél fontos szempont a **sterilitás**. Ezért hasznos, ha rendelkezésünkre áll egy **sterilfülke**, ahol a legkritikusabb műveleteket elvégezhetjük. A steril munkához a laboratóriumban hozzátartozik a **szárítószekrény** és az **autokláv** vagy **kukta**, ahol az edényeket, illetve a táptalajt tudjuk fertőtleníteni. Az értékeléshez gyakran szükséges egy 10-100-szoros nagyítású **mikroszkóp**, amelyen lehetőség van a pontos hosszúság mérésre (Okulár mikrométer). Legpraktikusabb a kivetítő ernyős készülék.

A készülékek közül alapvető egy 1-2 tizedesjegyig mérő **gyorsmérleg** és egy 3-4 tizedesjegyű **analitikai mérleg**. Hasznos, ha nagyobb, kilós súlyok mérésére alkalmas mérlegünk is van. Az oldatok pontos adagolására különböző nagyságú **mikropipetták** szükségesek. Az oldatok pH-jának ellenőrzésére és beállítására **pH-mérő** műszert használjunk. A durvább beállításokhoz elegendőek a különböző tartományban mérő **pH papírok**. Egyes kísérleteknél nélkülözhetetlen a **spektrofotométer** és a **centrifuga**.

A laboratóriumban természetesen alapfeltétel a hideg-meleg folyóvíz és az elektromos főzőlapon vagy gázlángon történő melegítés lehetősége.

Az egyszerűbb eszközökből a következőket említhetjük meg: főzőpoharak, Erlenmeyer-lombikok, gömblombikok, folyadéküvegek, Petri-csészék, tölcsérek, szűrők, pipetták, tálcák, műanyag edények és cserepek, amelyek hozzátartoznak a legegyszerűbb laboratórium felszereléséhez is.

2.2. A bioaktív anyagok alapvető vizsgálati módszerei

2.2.l. Fizikai, kémiai vizsgálatok

pH-mérés

A vizsgálandó anyag pH-jának ismeretére elsősorban a kijuttatási koncentrációnál van szükség, de sokszor érdemes a higítandó alapoldat pH-ját is ellenőrizni. A vizsgálathoz pH-mérő műszert alkalmazzunk, a kivitelezésnél annak használati utasítása szerint kell eljárni. Esetenként - közelítő pH értékek meghatározására - az indikátorpapírral történő mérés is megfelel. Frissen készített oldat vagy keverék pH-ját 3 időpontban kell mérni, közvetlenül az oldat készítése után, majd fél és 1 órával később. Kis mennyiségű anyaggal ellenőrizzük, hogy a pH változtatásakor vagy higításkor nem történik-e változás az oldatban.

Oldhatóság

Az anyagból kis mennyiséget először desztillált vízben oldunk fel, ha nem oldódik, melegítjük. Az oldhatósági görbe meghatározásakor néhány hőmérsékleten telített oldatot készítünk, apránként adva az anyagot a vízhez. Amikor a következő kis mennyiség már nem oldódik fel, az oldat telítetté vált az adott hőmérsékleten. Az oldhatóságot g/100 g oldószer vagy mg/100 g oldószer mértékegységben adjuk meg, és az egyes hőmérsékleti pontoknál ábrázolhatjuk is. Oldhatósági görbe elkészítése nem mindig szükséges, legtöbbször elég, ha hozzávetőlegesen tájékozódunk, hogy az anyag oldódik-e hideg vagy meleg vízben. Általában 10 és 20 ^{o}C hőmérsékleteken szükséges megadni az oldhatóságot. A következő lépésben az oldat egy részét megsavanyítjuk HCl, más részét meglúgosítjuk NaOH hozzáadásával. Megfigyeljük, hogy az anyag milyen pH-nál oldódik számottevő mértékben. Az oldhatósági görbéhez hasonlóan megmérhetjük a pH - oldhatóság összefüggését is. Rossz vízoldhatóság esetén fontos tudni, hogy az anyag oldódik-e különböző szerves oldószerekben (alkohol, aceton, stb.). Ezeket a próbákat már csak szobahőfokon végezzük. Folyékony készítmény esetén azt kell ellenőrizni, hogy szobahőmérsékleten, illetve ennél hidegebb körülmények között nincs-e kiválás.

Sűrűbb készítményeknél, különösen kenőanyagoknál (pl. fasebkezelők) a **viszkozitást és a penetrációt** is szükséges lehet meghatározni, mert ezek befolyásolják a hatást és a kijuttathatóságot. A viszkoziméterek és penetrométerek lehetnek egyszerű laboratóriumi eszközök (pl. Engler f. viszkoziméter) vagy elektromos műszerek.

Folyadékok sűrűségének meghatározására piknométert, vagy az egyszerűbb, de kevésbé pontos areométert használhatjuk. Egyéb eszköz híján lehetséges a mérőlombikkal pontosan meghatározott térfogatú folyadék tömegének mérése is ($\rho = \frac{m}{v}$).

Keverhetőség

Több anyag együttes kijuttatásakor ellenőrizni kell, hogy a komponensek nem lépnek-e olyan kölcsönhatásba egymással, ami hatásvesztéssel jár vagy rontja a kijuttathatóságot. A keveréskor csapadék vagy emulzió képződhet, esetleg pH- vagy színváltozás léphet fel. Az anyagok úgy is leronthatják vagy megszüntethetik egymás hatását, hogy azt egyszerű vizsgálattal nem lehet eldönteni, csak kémiai analízissel vagy biológiai hatásellenőrzéssel.

A laboratóriumban egyszerűen kivitelezhető keverhetőségi próbát az MSZ 08 1799-95. sz. szabványban leírt módszer szerint hajtsuk végre. Az oldatokat a kijuttatási koncentrációban vizsgáljuk, 25 ^{o}C-on. Több komponens esetén a bekeverési sorrend a következő: vizes oldat, kompatibilitást elősegítő adalék, emulzióképzőszer, szuszpenziókoncentrátum, permetezhető por vagy vízben diszpergálható granulátum. Vízoldható anyagból először minimális vízzel vizes oldatot kell készíteni. 100 cm^3-es vizsgáló hengerbe 50 cm^3 25 ^{o}C-os higítóvizet töltünk, és ebbe adagoljuk a kijuttatási koncentrációhoz szükséges mennyiségben, a fenti sorrendben az egyes anyagokat. Minden egyes komponens hozzáadása után a hengert 10-szer oda-vissza átfordítjuk. Végül higítóvízzel 100 cm^3-re feltöltjük az edényt, és ismét 10-szer átforgatjuk. 5 perc eltelte után feljegyezzük az esetleg képződött üledék, csapadék, krém képződését, mennyiségét, jellemzőit, az emulzió küllemét. A 30 oda-vissza fordítás után fél órán keresztül állni hagyjuk az elegyet és ismét feljegyezzük az előbbieket, majd 6 óra elteltével megfigyeljük az esetleges változásokat. A szitálási maradékot 150 m-es lyukátmérőjű szitán átöntve

határozzuk meg szárítás után tömegméréssel. A keverék nem kompatibilis, ha nagymértékű a csapadékképződés. Ugyancsak nincs kompatibilitás, ha az üledék térfogata nagyobb, mint a komponensek egyenkénti üledéktérfogat-összegének másfélszerese, illetve ha a szitálási maradék a komponensek mennyiségének 20%-ánál több. E két feltétel egyikének teljesülése esetén fokozott keveréssel fenntartható kompatibilitásról beszélünk.

Ha kettőnél több komponens vizsgálatakor észlelünk összeférhetetlenséget, kombinálással kell kideríteni, hogy melyek az egymással nem keverhető anyagok.

2.2.2. Biológiai alapvizsgálatok

2.2.2.1. Csírázóképesség, magvigor

(az alábbiaknál részletesebb információ az MSZ 6354/3-82 szabványban, ill. a Magbiológia alapjai című könyvben található)

A szabadföldön végzett csíráztatás a körülmények változékonysága miatt nem nyújt megfelelő reprodukálhatóságot és összehasonlítási alapot. A csírázóképesség megállapítását, illetve az egyes készítmények befolyását laboratóriumban lehet megbízhatóan tanulmányozni.
Különböző készítményeket a magra permetezéssel vagy csávázással vihetünk fel (ld. 3. fejezet).

2.2.2.1.1. A csírázás feltételei

Víz

A csírázás megindulásához, a magvak megduzzadásához mindenek előtt vízre van szükség. Víz hatására a termésfal vagy a maghéj megpuhul, a plazmakolloidok megduzzadnak. A meglévő hormonok és enzimek oldott állapotba kerülnek, a DNS kodonjai derepresszálódnak (felszabadulnak) és megindulhat a mRNS szintézis, majd ezáltal az új fehérjék, főleg enzimek szintézise.

A magvak vízigénye és a vízfelvétel gyorsasága fajonként változó. A túlzott nedvesség a legtöbb növényfajnál gátolja a csírázást. Hasonlóan a többi tényezőhöz, a vízmennyiségnél is van egy optimum, ami a legjobb, leggyorsabb csírázást teszi lehetővé. A magvak tehát sohase legyenek teljesen víz alatt, de az alkalmazott közeg rendelkezzen annyi nedvességgel, amennyiből a mag képes felvenni vízszükségletét. A csíráztatáshoz ne használjunk desztillált vizet, mert az nem tartalmaz elegendő oxigént és a megfigyelések szerint egyenetlen csírázást okoz. Legtöbb esetben megfelelő a nem túl kemény ivóvíz, de legjobb az ioncserélt víz. Rendkívül fontos a csíráztatás ideje alatti optimális vízellátás. A kiszáradást ugyanúgy el kell kerülni mint az akár csak rövidebb ideig tartó túladagolást.

Hőmérséklet

A csírázási hőmérsékletnek 3 kritikus értéke van: a minimális, az optimális és a maximális. A minimális hőmérséklet alatt és a maximális felett a magvak nem csíráznak, a kettő közötti szakaszban pedig különböző mértékben, legjobban az optimális hőmérsékletnél. Sok vetőmag már 0 ^{o}C felett csírázni kezd (pl. búza, árpa), mások csírázási minimuma 12-15 ^{o}C (pl. uborka, bab). A maximális hőmérséklet a legtöbb esetben 40-50 ^{o}C közötti.
Az optimális hőfok fajon belül is változhat, pontos megállapítása ezért még egy fajon belül sem könnyű. Mivel azonban az optimálisnak tekinthető tartomány 10-20 ^{o}C-t is átér, legtöbbször elegendő ennek a tartománynak az ismerete. A magvak többségének optimumtartományába a 20-25 ^{o}C esik bele, részben ezért, részben praktikus okokból (ez a szobahőfok) ilyen hőmérsékleten szoktuk a csíráztatásokat végezni.

Nyugalmi állapotban lévő magok csíráztatásához előnyös a változó hőmérséklet (pl. 15-25 ^{o}C) alkalmazása. Ilyenkor legjobb, ha az alacsony hőfokokat 16 órán át, a magasabbat 8 órán át tartjuk fenn.

Oxigén

A magokban a duzzadással együtt a légzés is megindul. Ez a szervesanyagok oxidációja által az ATP-szintézist és így a felépítő folyamatok energiaszükségletét biztosítja. Oxigén hiányában a magvak nem csíráznak. Néhány növény magja a víz alatt is kicsírázik (pl. rizs), mert a vízben oldott oxigén mennyisége számukra elegendő. A magvak levegőszükségletét laza szerkezetű csíráztató közeggel, illetve megfelelő szellőzés, levegőztetés segítségével biztosítjuk.

Fény

Tapasztalatok szerint a legtöbb mag csírázását elősegíti, ha nem túl erős, lehetőleg hideg, fehér fluoreszcens fényt kap. (A fényerősség 250 lux körüli lehet). Egyes növények (pl. dohány, saláta, fenyőfélék) magvai kifejezetten fényt igényelnek, és sötétben nem vagy alig csíráznak. Az ilyen magok 1000 lux körüli megvilágítást kívánnak a jó csírázáshoz.

A csíráztatott magvakat általában olyan helyre rakjuk, hogy elegendő, lehetőleg szórt fényt kapjanak, de ne legyenek kitéve közvetlen erős fénynek, napsugárzásnak.

Közeg

A magvak a csíráztatási közegre vagy aközé kerülnek. A közeg szerepe, hogy folyamatosan ellássa őket a szükséges nedvességgel, ugyanakkor tegye lehetővé levegő bejutását is a magvakhoz.

A csíráztatási közeg lehet szűrőpapír, vatta, papírvatta, homok vagy agyag. Kerüljük a nem jól reprodukálható közegek (perlit, komposzt, stb.) használatát. Elsődleges szempont, hogy a közeg ne tartalmazzon semmilyen káros anyagot, és fertőzést okozó mikroorganizmust.

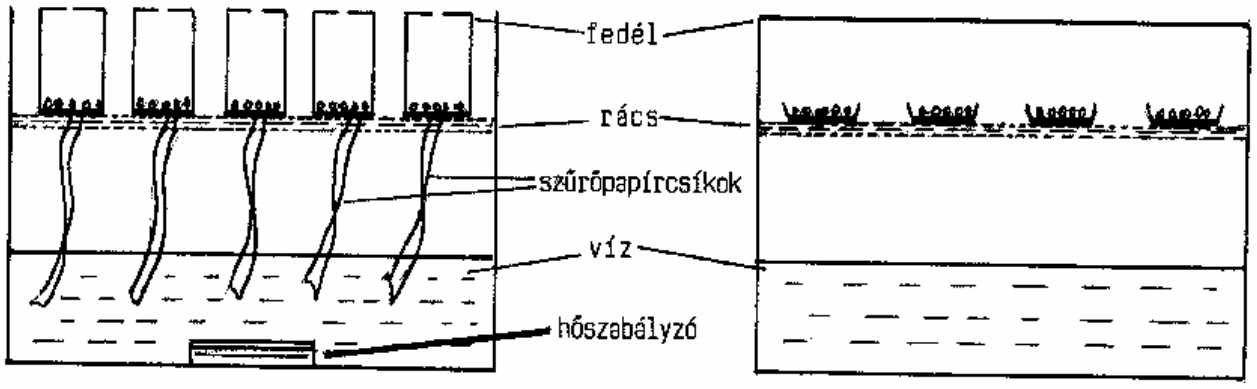
Papírvatta vagy szűrőpapír alkalmazásakor a felvett legnagyobb vízmennyiséggel dolgozhatunk, lecsurgatva róla a fölösleges vizet. Vékony szűrőpapír fölött néhány tized mm vizet is hagyhatunk. A homokot a maximális vízkapacitás 40-60%-ára nedvesítsük. A homok mosás, szitálás és izzítás után újból használható. Csávázott magok csíráztatásakor azonban ennek ellenére is mérgező anyagok maradhatnak benne, ilyenkor inkább ne használjuk azt újra.

2.2.2.1.2. A csíráztatás módszerei

Papírvatta és szűrőpapír használatakor **papír tetején** végzett és **papír közötti** csíráztatás lehetséges. Előbbi módszernél egy vagy többrétegű papír tetején, a másiknál a papírrétegek között csíráznak a magvak. A papírrétegek egymásra helyezhetők, összehajthatók vagy összetekercselhetők. **Homok** használatakor a homok tetején vagy 1-2 cm mélyen csíráztathatunk. Fényigényes magokat mindig a közeg tetején helyezzünk el. A magok között egyenletes távolságot kell tartani, e célból a papírt valamilyen módszerrel - pl. négyzetháló vagy ponthalmaz nyomtatásával - meg lehet jelölni. A papírra a kezelés kódja is felírható, lényeg az, hogy vízoldékony vagy mérgező tintát, festéket ne használjunk. A homokra vagy homokba helyezéshez sorjelzőkkel jelölhetjük ki a magok helyét. Lehetséges a magok vájatokat tartalmazó lemezekkel történő lerakása is, illetve nagyobb kísérletnél szívófejes, vákumos maglerakó készülék alkalmazása.

Kezelésenként általában 4x100 vagy 8x50 magot csíráztatunk, de nagyobb magméretnél lehet 6x50-et is. Az eredményekből az ismétlésenkénti átlag felhasználásával szignifikanciát kell számolni.

A papír tetején vagy vízszintes papírok között végzett csíráztatásokat néhány cm-es peremű üveg vagy műanyag edényekben végezzük. Általános a kerek Petri-csészék és a szögletes, műanyag tálcák használata. Gondoskodni kell a zárt tér, magas páratartalom meglétéről. Az edényeket ezért átlátszó anyaggal (üveg, műanyag fedő vagy fólia) be kell fedni. A szellőzés, oxigénellátás biztosítására a túl szorosan zárt fedőn kis lyukat szoktak vágni. Az elpárolgó vizet pótolni kell, ha a kísérletet nem 90-100%-os páratartalmú, tökéletesen zárt térben helyezzük el. A Jakobsen rendszerű (koppenhágai) csíráztató készüléknél ez nem szükséges, mivel itt a papírt tartó lyuggatott lemez alatt állítható hőfokú víztartály van, amelyből lelógó szűrőpapírcsíkok szívják fel a vizet, állandóan nedvesen tartva a csíráztató közeget. A magokra lyukas tetejű, magas üveg vagy műanyag fedelet borítanak.

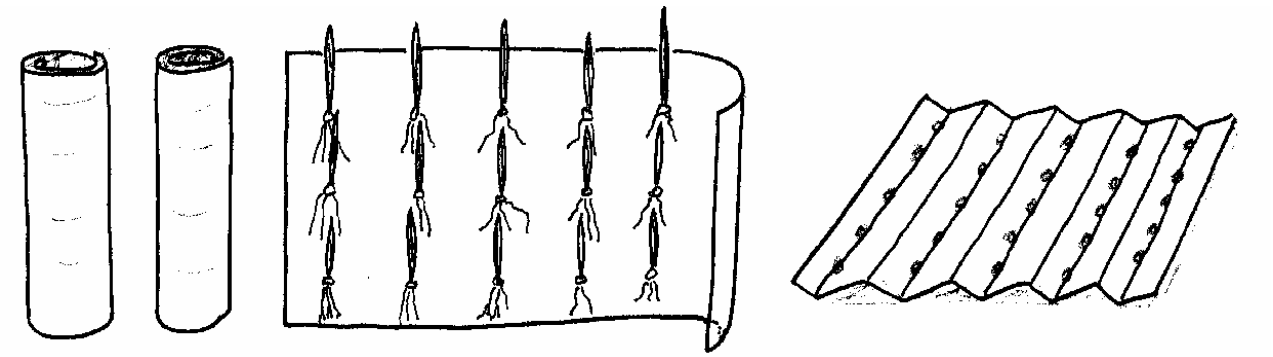


2. ábra Koppenhágai csíráztató készülék Zárt rendszerű csíráztató készülék

Csávázott magok csíráztatásakor elsősorban arra kell ügyelni, hogy a kezelések között anyagáramlás (szerkeveredés) ne jöhessen létre. Másik szempont, hogy a csávázószer szántóföldön kifejtett hatását jobban közelíti a homokban történő vizsgálat, mint a papíron végzett, különösen ha a papíron túl sok mag jut egy edényre, a földben, homokban ugyanis jobban eloszlik a szer. Nem minden magnál ajánlott azonban a homok használata, ezért csávázott magok csíráztatásakor rakjuk ritkábban a magokat, mint egyszerű minőségvizsgálat esetén.

Vízszintes papírok közötti csíráztatásnál a felső papírt egy idő után le lehet szedni, ha azt a fejlődő növények nem képesek áttörni. A papír közötti csíráztatás speciális módszere a **tekercselés**. A magokat 10-30 cm széles megnedvesített szűrőpapíron, egymástól kellő távolságra helyezzük el, majd hosszában összetekerjük és vízbe vagy nedves papírvattára állítjuk, zárt térben. Csírázáskor a hajtás felfelé, a gyökér lefelé nő, a hengeralkotók mentén. Értékeléskor a kigöngyölt papíron jól látható minden egyes növény fejlettsége, hajtásának és gyökerének hossza. A módszer kukoricára és nagy magvú hüvelyesekre jól bevált.

A nedvesség iránt érzékeny fajok (pl. répagomoly) csíráztatásakor **hajtogatott szűrőpapírt** használhatunk. Kb. 20 cm széles szűrőpapírt hosszában harmonikaszerűen összehajtunk, és az így létrejövő barázdákba rakjuk a magokat. A harmonikát összenyomva az egészet nedves papírvattába csavarjuk és műanyag dobozba helyezzük.



3. ábra Papír közötti csíráztatás tekercseléses és hajtogatásos módszere

Különösen a nagyon apró magvak érzékenyek a túlzott nedvességre, ilyenkor vizenyős, elhaló csíranövényeket fejlesztenek. Apró magvaknál a vízszintes papíron vagy aközött végzett csíráztatás esetében is gondoskodni kell a nem túl magas, de állandó nedvességtartalomról.

2.2.2.1.3. Értékelés

A csíráztatás időtartama növényenként változó. Általában a túl korai értékelés téves eredményeket ad, a később elhaló vagy nem fejlődő csíranövények is jónak látszanak, míg a lassabban kibújó csírákból is lehetnek erős növények. A fajonként megadott első és utolsó időpont között 2-szer vagy 3-szor kell értékelni.

Az értékelést a következők szerint végezhetjük:

Jól, gyengén és nem csírázó magvak arányának meghatározása:

- *Jól csírázó mag*: a csíra hosszúsága az értékelés időpontjában eléri vagy meghaladja a maghosszúságot. (Általában a gyökérhosszúságot mérjük.)
- *Gyengén csírázó mag*: a csíra hosszúsága nem éri el a maghosszúságot.
- *Nem csírázó mag*: a csíra nem jelent meg, vagy életképtelen.

Több magot is tartalmazó egységek (pl. répagomoly vagy drazsírozott vetőmag) értékelésekor egy egységet csak 1 magnak tekintünk, és ezen belül a legfejlettebb csíranövényt értékeljük.

Megfelelő ideig tartó csíráztatás után a következő csoportosítást végezhetjük el:

- *Normális csíranövény*: jól fejlett és minden lényeges, a növényfajra jellemző szervvel rendelkezik (fő- és mellékgyökerek, szár, levél, ép hajtás).
- *Rendellenes (abnormális) csíranövény*: a növény visszamaradott, rosszul fejlett, lényeges szerve hiányzik vagy sérült.
- *Nem csírázott*: a magból nem fejlődött ki értékelhető csíranövény.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a nem-csírázásnak nemcsak a mag életképtelensége lehet az oka, hanem az is, hogy keményhéjú vagy nyugalomban lévő, esetleg gátlóanyagokat tartalmazó magokat csíráztatunk. A csírázás élettani akadályait néhány napig nedves közegen történő hűtéssel (4-6°C), a gátlóanyagok lemosásával, ill. a kemény héj megkarcolásával, esetleg kénsavas kezelésével küzdhetjük le. (Kezelt magokat természetesen nem mosunk le.)

A mért adatokból minden esetben számoljunk szignifikanciát.

A fontosabb mezőgazdasági növények csíráztatásának körülményei a Nemzetközi Vetőmagvizsgálati Szövet-ség (ISTA) szabványa szerint:

Jelmagyarázat:

Közeg: PT = papír tetején
PK = papír között
H = homokban
HT = homok tetején

Hőmérséklet: 1 adat feltüntetése a csíráztatási optimumot jelöli, az alsó-felső határok pedig az optimálisnak tekinthető tartományt.

Fény: + = a csíráztatáskor fény szükséges
- = fény nem szükséges

Értékelési időtartam: Azt a két napot jelöli a csíráztatás megkezdésétől, amelyeken a legkorábbi és legkésőbbi értékelését általában végrehajtjuk. Adott esetben az első időpont maximum 3 nappal, az utolsó maximum 7 nappal hosszabbítható.

2. táblázat Csíráztatási körülmények (ISTA szabvány szerint)

Növény	Közeg	Hőmérséklet °C	Fény	Értékelési időtartam nap
búza	H,PK, PT	20	-	4-8
árpa	H-PK	20	-	4-7
zab	H,PK, PT	20	-	5-10
rozs	H,PK, PT	20	-	4-7
rizs	PK,PT, H	20-30 (25-30)	-	5-14
kukorica	PK, H	20-30 (25)	-	4-7
cukorrépa	PK,PT, H	20	-	4-14
len	PK, PT	20-30 (20)	-	3-7
repce	PT, PK	15-25 (20-30)	-	3-10
mustár	PT	15-25 (20-30)	+	3-7
napraforgó	PK, H	20-30 (25)	-	3-7
mák	PT,PK	20 (10-15)	-	3-10
dohány	PT	20-30	+	7-16
lucerna	PT, PK	20	-	4-10
vöröshere	PK, PT	20	-	4-10
szója	PK, H	20-30 (25)	-	5-8
paradicsom	PK, PT	20-30	-	5-14
paprika	PT, PK	20-30	-	6-14
saláta	PT	20	+	5-8
gyapot	PK, H	20-30 (25)	-	4-12
hagyma	PK, PT	20 (15)	-	6-12
tök	PK,H	20-30 (25)	-	4-8
uborka	PK,PT,H	20-30 (25)	-	4-8
dinnye (sárga, görög)	PK,H	20-30 (25)	-	4-8
bab	PK,H,PT	20-30 (25)	-	5-9
borsó	H,PK,PT	20	-	5-8

Több variáció esetén a módszerek a feltüntetés sorrendje szerint ajánlottak.

2.2.2.1.4. A csírázóképességgel összefüggő egyéb tulajdonságok (csírázási erély, életképesség, magvigor)

A szántóföldi kísérletek során tapasztaltak nem mindig igazolják a laboratóriumi csírázási eredményeket. Optimális körülmények között a kevésbé életerős magvakból is fejlődhet normális növény, míg a szabadföldön ez jóval kisebb arányban történik meg.

Érdekes megfigyelés, hogy a laboratóriumi csíráztatás és a szántóföldi kelés eredménye között annál nagyobb a különbség, minél gyengébb minőségű a vetőmag. A laboratóriumi körülmények tehát részben elfedik a gyengébb minőséggel járó hátrányokat, ugyanakkor a valódi csírázóképesség meghatározását a gátló tényezők jelen-léte is akadályozhatja. A csírázóképességen kívül ezért egyéb tulajdonságok mérése is szükséges lehet.

Csírázási erély

A csírázási gyorsaság jellemzője. Növényfajonként meghatározott napon - meglehetősen korán - megszámolják a kicsírázottnak tekinthető magokat, az így kapott eredmény a csírázási erély. Bár a szakkönyvek gyakran említik, használata nem általános, és nem is tekinthető a magminőséget megbízhatóan jellemző tényezőnek. Az ISTA-szabványban a csírázási erély meghatározása nem szerepel.

Életképesség

Az embriónak az a képessége, hogy megfelelő körülmények között ép csíranövényt, s a későbbiekben normális növényt produkáljon. Az életképességi százalék a maximális kicsíráztatható egészséges magvak számát jelzi. Mérése biológiai, kémiai vagy fizikai módszerekkel történik.

- *Embriókiemelés*: főként fás növények magvai életképességének meghatározására használják, amikor a csírázás rendkívül lassú. Több napos áztatás után a magból kiemelik az embriót, és a sterilitás biztosítása mellett nedves szűrőpapírra helyezik. A zöldülő vagy láthatóan növekvő embriók életképesek.

- *Holtsejt festés*: egyes nagymolekulájú festékek az élő sejtekbe nem képesek behatolni, az élettelenek viszont megfestik. Fukszin (0,1-0,5%), indigó kármin (0,05-0,1%) vagy Evani-kék (0,05-0,25%) oldatok használatosak festékként. Az oldatokba előzőleg beáztatott és félbevágott magvakat helyezünk. Az elszíneződött embriók nem életképesek.

- *TTC-próba*: redoxiindikátorokkal az élő sejtek festhetők meg, amelyek a légzés következtében színesre redukálják az alkalmazott indikátort. E vizsgálatra a trifenil-tetrazólium-klorid (TTC) és jódszármazéka (TTI) terjedt el. A vizsgálathoz a magvakat néhány órára be kell áztatni. Kalászosok és kukorica magvait hosszában ketté kell vágni, napraforgónál a maghéjat és a maghártyát is el kell távolítani a festéshez. A TTC töménysége általában 1%, a festés időtartama kalászosoknál 5, kukorica, napraforgó esetén 3-4 óra. A festést 20-30 ^{o}C között végezzük, gyenge megvilágításnál vagy sötétben. Az indikátor redukciója folytán az élő sejteken vörös színű, stabilis trifenil-formazán képződik. Az életképesség az elszíneződött területek elhelyezkedésétől és nagyságától függ, ennek meghatározása fajtánként eltérő. (A fajtánkénti értékelést ld. a Magbiológia alapjai című könyvben). Gabonaféléknél az életképes magoknak legalább a rügyecskéje megfestődik, napraforgó, kukorica esetén a gyököcske csúcsának festetlensége még megengedett az életképessé minősítéshez.

- *Röntgenradiográfia*: az élettelen szövetek megkötnek a röntgensugarak számára áthatolhatatlan kontrasztanyagokat. A maghéj eltávolítása után 20%-os $BaCl_2$, LiCl, NaI, KI, KBr, $CaCl_2$, $FeCl_3$ oldatok valamelyikébe áztatják a magokat 10-20 órán át, majd filmre helyezve besugározzák. Ahol a mag elnyeli a röntgen-sugarat, a szövetek nem életképesek.

Vigor

A mag azon tulajdonságainak összessége, amelyek lehetővé teszik, hogy a csíranövény kifejlődése változatos környezeti feltételek mellett, szabadföldön is végbemenjen. A vigor fogalma így határozottan elkülönül a laboratóriumi csírázóképességtől, mértéke pedig az adott feltételektől függ. A vigort befolyásoló tényezők: genetikai készlet, érettségi állapot, a mag kora, nagysága, a közeg tápanyagellátottsága, fizikai és kémiai tulajdonságai (keménység, pH, sótartalom), hőmérséklet, nedvességtartalom, mikroorganizmusok.

A vigor meghatározásának módszere:

- *Brick-teszt* (téglamurva-próba)

  A magokat 5 cm vastag, 2-3 mm-es részecskéket tartalmazó téglamurvára rakják, és 3 cm-es téglamurvával lefedik, majd az egészet megnedvesítik. A közeg fizikai ellenállást fejt ki a hajtásokra, s csak az életerős növények tudnak azon áthatolni. A kikelt és elvetett magok számának aránya adja a magvigort (%). Elsősorban gabonaféléknél használható módszer.

- *Papírkorong-teszt*

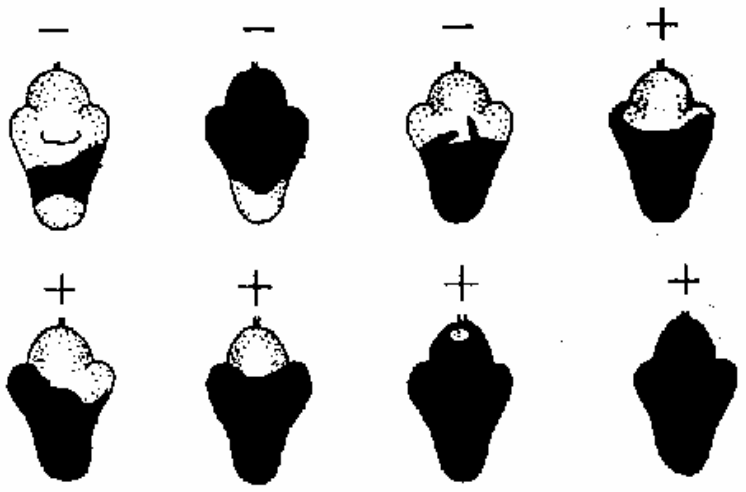
  A magvakat néhány cm-es nedves homokrétegre vetik, erre pedig speciális papírkorongot vagy normál szűrőpapírt helyeznek (m=90 g/m^2, d=0,4 mm, =3 N/cm^3). Erre 4 cm-es nedves homokréteg kerül. 20 ^{o}C-os hőmérsékleten tartva 8-10 nap után értékelhető a papírt áttörni képes növények aránya az elvetett magokhoz viszonyítva (%). Ezt a módszert is gabonafélékre lehet ajánlani.

- *Cold -teszt*

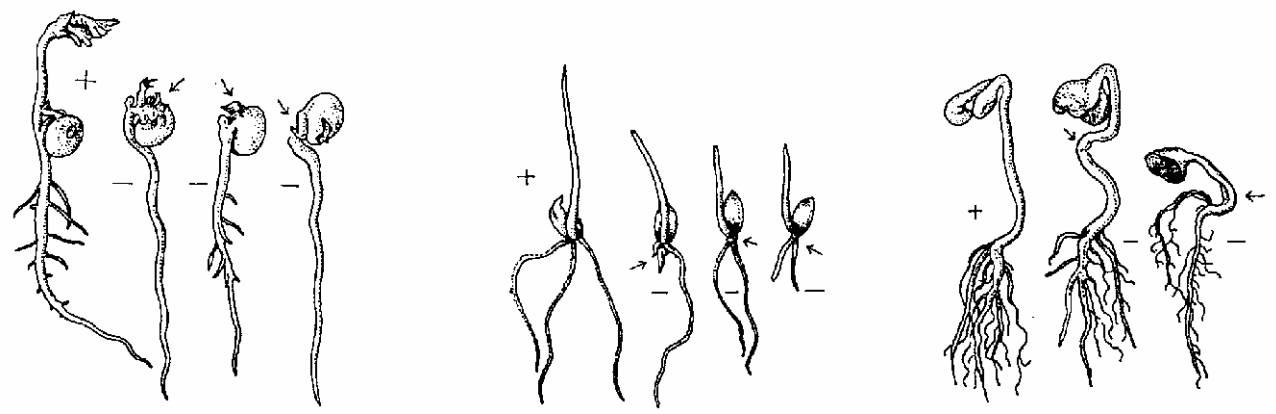
Kukoricára dolgozták ki hidegérzékenység és patogén rezisztencia vizsgálatának céljára, de alkalmazása más növényeken is lehetséges. A 3 cm mélyen a talajba vetett szemeket először 1-2 napig 20-25 ^{o}C-on, azután 10 napon át 6-10 ^{o}C-os majd 2-4 napig 25 ^{o}C-os hőmérsékleten tartják. A normális csíranövények arányát kell megadni az elvetett magszámhoz képest, %-ban. Kukoricánál olyan talajt szoktak használni, amelyben előzőleg is kukoricát termesztettek, ebben a növényre jellemző mikroorganizmusok szaporodtak fel.

- *TTC-vigor*:

Az életképesség meghatározásánál ismertetett TTC próba használata a vigorvizsgálat céljára is lehetséges. Ilyenkor a teljesen színeződött magokat tekintjük csak a vigor szempontjából pozitívnak. Az életjelenséget nem mutató legkisebb terület is támadási pontja lehet patogén mikroorganizmusoknak. A magvigor becslése lehetséges még különböző enzimek aktivitásának mérése útján is, de ezek a módszerek nem igazán megbízhatóak.



4. ábra Topografikus tetrazólium-kloridos életképességi vizsgálat. Búzaembrió életképességének (+) és életképtelenségének (-) minősítendő típusai



BORSÓ BÚZA NAPRAFORGÓ

5. ábra Borsó, búza és napraforgó teljes értékű (+) és abnormális (-) csíranövénytípusai

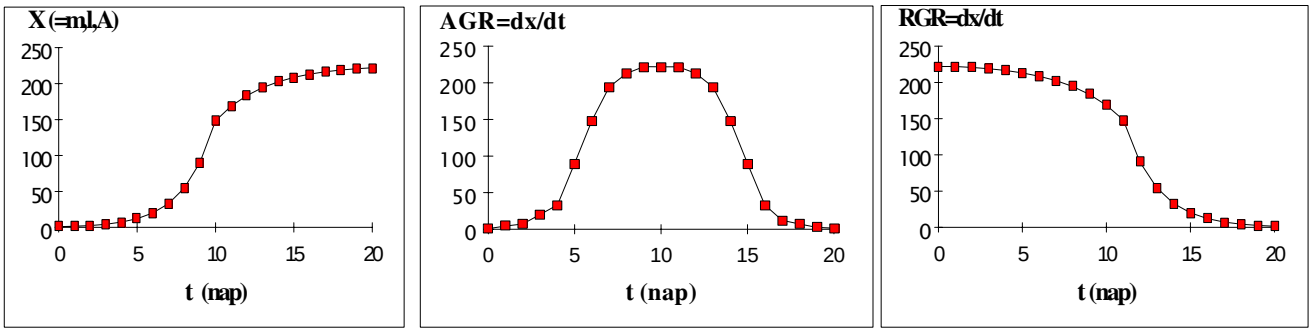
2.2.2.2. Növekedési vizsgálatok

2.2.2.2.1. A növekedés alapfogalmai

A növények különböző részeinek növekedését a sejtek szaporodása és a sejtméretek megnagyobbodása okozza. A két jelenség általában nem külön-külön, hanem együttesen lép fel, de egyik vagy másik túlsúlyban lehet a szövettípustól és a kiváltó okoktól függően. A hajtás és a gyökér csúcsi részében intenzív a sejtosztódás, a kissé hátrább lévő szövetekben inkább a sejtmegnyúlás dominál. A levelek, virágok, termések mérete a szervek kialakulásának kezdetén elsősorban sejtosztódás következtében, később pedig inkább a sejtek megnyúlása által növekszik. Az osztódás során létrejött két leánysejt mérete egyenként fele az anyasejtének, az utódsejtek a későbbiek során növekszenek meg olyan méretűre, hogy osztódhassanak. (Különben minden osztódással feleződne a sejtméret.)

Akár egy teljes növényt, akár részeket vizsgálunk, a növekedés menete hasonló jellegű. Egy kezdeti szakaszban exponenciális, majd lelassul, végül megáll. Az adott időpontban mérhető tömeg (m), hosszúság (l) vagy levélfelület (A) tehát az idő függvényében ábrázolva szigmoid görbét ad.

Az abszolút növekedési ütem ($AGR=\frac{dm}{dt}$), vagyis az időegység alatt keletkező új tömeg nem állandó, hanem az első exponenciális szakaszban a szerv vagy növény növekedésével együtt emelkedik, egy ponttól kezdve csökken. Végül nulla lesz, sőt a tömeg esetében negatív értékű is lehet, ha az öregedés beindul. A relatív növekedési ütem ($RGR=\frac{dt}{dt \cdot m}$) a tömegegységre vonatkoztatott időegységenkénti növekedést adja meg. Ez a kezdeti szakaszban a legnagyobb, majd ezután csökken.



6. ábra

A tömeg (m), a hosszúság (l) és a levélfelület (A) növekedése az idő függvényében — Az abszolút növekedési ütem (AGR) alakulása az idő függvényében — A relatív növekedési ütem (RGR) alakulása az idő függvényében

A hosszanti növekedés és levélfelületnövekedés görbéi is hasonló jellegűek (kivéve a legvégső szakaszt, mert a tömegtől eltérően ezen értékek nem szoktak csökkenni). Az exponenciális szakaszban az egyes tényezők alakulását a következő egyenlet fejezi ki:

$$x = x_0 \cdot e^{rt}$$

x = m,l,A (tömeg, hosszúság, felület) t idő elteltével

x_O= a kezdeti állapot értéke

r = a relatív növekedés mértéke ($r = \frac{dx}{dt \cdot x}$)

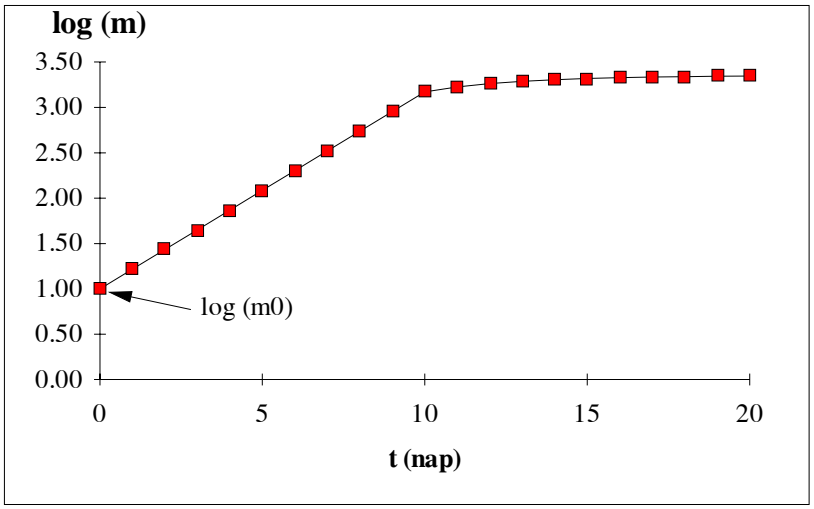
t= a mérés kezdetétől eltelt idő

e= a természetes logaritmus alapja (e= 2,7183)

Az egyenletből következik, hogy

$\ln x = \ln x_O + rt$ (illetve $\log x = \log x_O + rt \log e$)

Így a kezdeti szakaszban a mért érték logaritmusa az idő függvényében r meredekségű egyenest ad.



7. ábra A tömeg logaritmusának növekedése az exponenciális szakaszban.

A nettó asszimilációs ráta (Em) a tömegnövekedés ütemét a levéltömegre vonatkoztatva adja meg:

$$E_m = r\frac{m}{m_L}$$

$$r = \frac{dm}{dt \cdot m}$$ m = a növény tömege m_L = a levelek tömege

A levélfelületre vonatkozott nettó asszimilációs arányt (E_A) a levéltömeg (m_L) és levélfelület (A_L) ismeretében így képezhetjük:

$$E_A = E_M \frac{m_L}{A_L}$$

Az m_L/A_L hányados reciproka (a_L/m_L) a specifikus levélterület, vagyis a levéltömegegységre jutó levélfelület.

2.2.2.2.2. A vizsgálatok végrehajtása

Az egyszerű növekedési vizsgálatokhoz a növényeket vagy a 3. fejezetben leírt valamely tenyészedényes módszer szerint, vagy a laboratóriumban szokásos módon, műanyag tálcán, papírvattán neveljük fel.

A nedvesített papírvattára csakúgy mint a tenyészedényekbe, a magokat hidrogénperoxidos fertőtlenítés és alapos mosás után rakjuk. A csíráztatásnál vegyük figyelembe az előző pontban (2.2.2.1.) leírtakat is, különösen a növényenkénti táblázatokat. A kezelés időpontja a növénytől és a kísérlet céljától függően eltérő, de általában a növény néhány hetes korában esedékes, amikor már megfelelő fotoszintetizáló felülettel rendelkezik.

Levélkezelés

Szobanövénypermetezővel vagy hajlakkszóróval a vizsgálandó anyagot a növényállományra permetezzük. Egy tálca vagy tenyészedény csak egyféle kezelésben részesülhet! Még a legegyszerűbb vizsgálatoknál is legalább 2 ismétléssel, de ha mód van, 3 vagy 4 ismétléssel dolgozzunk. Vigyázzunk, hogy a permetlé ne szóródjon a másik kezelés növényeire.

Pontkezelés

Az anyag egy cseppjét mikropipettával vagy paszta esetén valamilyen hegyes eszközzel a növény megfelelő pontjaira helyezzük. Ügyelni kell, hogy az anyag ne csöppenjen le a kezelés helyéről.

Tápoldatos kezelés

A vizsgálandó anyagot a tápoldatba vagy az öntözővízbe juttatjuk, így azt a növény a gyökerén át veszi fel. Itt is legalább 2, de inkább 3-4 ismétlés javasolt.

Dugványkezelés

A lemetszett dugványt vagy gyökerétől megfosztott növényt gyökereztetés céljából a vizsgálandó anyagba helyezzük (ez lehet oldat vagy por is), majd steril homokban, perlitbe vagy tápoldatba rakjuk.

Magkezelés

Az elvetendő magvakra az anyagot Rotadest vagy mini csávázógép segítségével, ezek hiányában lombikban rázatással vihetjük fel. Lehetséges a magok szűrőpapíron történő lepermetezése is.

2.2.2.2.3. A növekedés mérése

A *sejtszám vagy sejtméret* változása főként egysejtű szervezeteknél vagy in vitro tenyészeteknél lehet érdekes, teljes növények reakcióinak elbírálására gyakorlatilag nem alkalmas. A növekedés mértékét a különböző növényi részek tömegének, hosszméretének, felületének vagy térfogatának mérése alapján értékelhetjük.

A *tömegmérés* különösen egyöntetű növényállomány esetén jelent fontos információt a kezelés hatásáról. Mérhetjük a növények, illetve meghatározott részeinek friss tömegét, és száraz tömegét.

A friss tömeget közvetlenül a levágás, illetve a közegből való kiemelés után kell lemérni, míg a száraz tömeg méréséhez a mintákat szárítószekrényben 60 ^{o}C-on kell kiszárítani. Zöldhozamnövelő anyagok vizsgálatakor a gyökér feletti részt vágjuk le a méréshez, gyökeresedés-serkentésnél pedig a gyökerek friss tömegét lehet mérni. A számításoknál egy tenyészedény, illetve tálca növényeit tekintsük egy ismétlésnek.

A *hosszmérés* a növekedésserkentő vagy a retardáns anyagok vizsgálatánál fontos. Egyszerűbb esetben (pl. egyszikűek) a közeg tetejétől számított maximális magasságot mérjük le mm-pontossággal. Egyes növényeknél ez bonyolult vagy értelmetlen, ilyenkor meghatározott pontok (pl. elágazások vagy nóduszok) közötti távolságot mérünk. A pontokat alkoholos rosttal (vízben nem oldódó, ártalmatlan festékkel) a növényeken meg is jelölhetjük.

Az apikális dominanciát megtörő anyagok vizsgálatakor az *oldalhajtások számát és hosszát* érdemes feljegyezni. A hosszmérést a növények sérülése nélkül akár 1-2 naponta is elvégezhetjük. A gyökérfejlődés vizsgálatakor egy vagy két főgyökér esetén a *gyökerek hossza*, sok mellékgyökér, tömör gyökérzet jelenlétében a *gyökérlabda átmérője* lehet a mérés alapja.

A *felületméréssel* a levelek területét, a növény asszimilációs felületét igyekszünk meghatározni. Erre több módszer is lehetséges. Legegyszerűbb, ha automatikus levélfelületmérő készülék áll rendelkezésre, ami azonnal kiszámítja az adott levél pontos területét. Az ilyen műszerekhez a levelet általában le kell vágni a növényről. Lehetséges, bár kissé hosszadalmas a módszer kézi úton való elvégzése: a levelet fotópapírra helyezve vagy papíron körberajzolva mm^2 háló segítségével értékeljük. Létezik egy áthidaló megoldás, annak a ténynek a felhasználásával, hogy a növények levelei fajon belül jellegzetes alakú, egymáshoz mértanilag hasonló idomok. Így a levél átmérőjéből, hosszából vagy egyéb jellemző hosszmértékegységű paraméteréből egy fajonként meghatározható faktor segítségével megkaphatjuk a közelítő területértéket. A kezelés hatásáról sokszor elegendő információ az átmérő, a hosszúság vagy ezek szorzatának megadása.

A *térfogatmérés* elsősorban a gyökérnövekedés elbírálásakor javasolható módszer. A lemosott gyökeret folyadékot tartalmazó mérőhengerbe rakjuk, s az így létrejövő térfogatkülönbség, a gyökér térfogata lesz az értékelés alapja. Megbízhatóbb mint a gyökerek átmérő vagy hosszmérése.

2.2.2.3. Stressztűrés vizsgálata

Stressztűrési vizsgálatokat abból a célból végzünk, hogy megállapítsuk a növények ellenállóképességét a kedvezőtlen időjárási körülményekkel és talajviszonyokkal szemben (fagy, szél, aszály, kánikula, szikes talaj). A stressztűrést fokozó anyagok kipróbálását, illetve elsődleges elbírálását laboratóriumi körülmények között végezzük. Az ilyen kísérletek céljára a növényeket többnyire a természetest megközelítő közegben tehát homokban vagy talajban neveljük fel. Az anyagot felvihetjük a magra (magkezelés), a növényre (levélkezelés) vagy juttathatjuk a talajba (tápoldat-, ill. talajkezelés).

Fagytűrést növelő szereket elsősorban levélkezeléssel juttatunk ki, de előfordul más típusú (pl. talajkezelő) anyagok ilyen hatása is. A kezelés után a növényeket alacsony hőmérsékletű helyre, pl. hűtőszekrénybe vagy hűtött fitotronba rakjuk egy-két órától néhány napig terjedő időtartamra. A hőmérséklet általában a +5 ^{o}C - 5 ^{o}C tartományba esik, de adott esetben szükség lehet ennél hidegebb hőfokra is. A kísérlet során érdemes többféle hőmérséklet és többféle időpont kipróbálása is, a hatékonysági határok eldöntése végett. A hidegkezelés után a növényeket 10 ^{o}C fölötti vagy szobahőmérsékletű környezetbe rakjuk, ahol néhány nap elteltével értékelhetünk.

Szélstressz előidézésére a növényeket olyan csőben, alagútban helyezzük el, amelyben ventillátorral egyenletes és mérhető légsebességet tudunk előállítani. Nagyobb teljesítményű ventillátorral a növények elhelyezése a szélcsövön kívül is megoldható, ha az nyílásokat tartalmaz, és ezek elé rakjuk a növényeket. A szélhatás vizsgálatánál ügyeljünk a megfelelő öntözésre, mert a növény és a talaj párolgása ilyenkor sokkal erőteljesebb.

Szárazságtűrés vizsgálatára a szokásosnál több (6-10) ismétlést állítsunk be, mert nem biztos, hogy mindegyik tenyészedényből teljesen azonos sebességgel párolog el a víz, így nehéz elérni az edények közegének teljesen azonos víztartalmát. A talajok nedvességtartalmát a 3. fejezetben leírtak szerint ellenőrizhetjük. A növényeket a hervadás látható jeleinek megjelenéséig nem öntözzük, a vízutánpótlás pedig attól függ, milyen különbségek láthatók a kezelések között. Mindenképpen akadályozzuk meg az olyan fokú hervadást, ami az összes kezelés növényeinek kipusztulásához vezetne. Az öntözés megindítása után még több hétig is megfigyelhetjük a növényeket, azok regenerálódó képességét.

Magas hőmérséklet elviselését tanulmányozhatjuk a szárazságtűréssel kombináltan vagy megfelelő vízellátás mellett. Ilyenkor a fagytűrési vizsgálathoz hasonlóan járhatunk el, bizonyos időre 30 ^{o}C feletti hőfokra helyezve a növényeket.

Szikes talaj szimulálása céljából a tenyészedény ismert száraztömegű talajához meghatározott tömeg%-nyi sót adagolunk, előzőleg vízben oldva. A só többnyire Na, Ca, Mg kationok és Cl, SO_4, NO_3 anionok valamelyikét tartalmazza, de lehet ezek ismert összetételű keveréke is. A vizsgálat során a talaj nedvességtartalmát a vízkapacitás 50%-a alá csökkentsük.

A stressztűréssel kapcsolatos kísérletek értékelése nem olyan egzakt, mint a növekedési vizsgálatoké. Ha a kísérlet körülményeiben eltaláljuk azt a határt, ami az egyik kezelésnél még nem, a másiknál viszont már pusztulással jár, akkor az értékelés alapja lehet a megmaradt növények száma. Sokszor a stressz csak részleges károsodásokat vagy fejlődésbeli lemaradást okoz a növényen, ilyenkor szubjektív skálát állítunk fel vagy egyéb módszerhez folyamodunk (pl. levélszámlálás).

2.3. Növényi növekedésszabályozók laboratóriumi tesztelése

A növényi növekedésszabályozó anyagok típusának és aktivitásának meghatározására különböző biológiai teszteket használhatunk. A vizsgálat történhet növényi részekkel vagy egész növénnyel, de időtartama minden esetben a növény életciklusának csak egy töredékére terjed ki. A tesztek a különböző típusú regulátorok jellegzetes hatásait vizsgálják. A leírt módszerekből összeállíthatók olyan vizsgálati sorozatok, amelyek segítségével néhány lépésben megállapítható a kérdéses anyag jellege és aktivitása is.

A biológiai tesztekkel szemben támasztott elvárások röviden az alábbiak:

- legyen minél specifikusabb - ne zavarják más regulátorok vagy egyéb anyagok,
- legyen minél pontosabb - mérési eredmények legyenek megbízhatóak és jól reprodukálhatóak,
- végrehajtása ne igényeljen hosszú időt - sorozatvizsgálatokat is lehessen végezni, az eredményeket minél hamarabb tudjuk meg,
- a mérés egyszerű eszközökkel elvégezhető legyen - ne legyen szükség bonyolult és drága berendezésekre,
- a külső körülmények (hőmérséklet, nedvességtartalom, pH, világítás, sterilitás) ne befolyásolják túlzottan az eredményeket.

Természetesen egyetlen módszer sem fog megfelelni egyszerre minden elvárásunknak, de a felsorolt tesztekből az igényeknek megfelelően is válogathatunk. A pontosabb módszerek általában vagy hosszabb ideig tartanak, vagy műszerigényük nagyobb, míg az egyszerűbb tesztektől nem várhatunk el olyan nagy specifitást és pontosságot.

A biológiai teszteket a növekedésszabályozók alábbi csoportosítása szerint állítottuk össze:

- auxinok és auxinhatású anyagok,
- gibberellinek és gibberellinhatású anyagok,
- citokininek és citokininhatású anyagok,
- növekedésgátlók (abszcizinsav, etilén, retardánsok és egyéb anyagok) kimutatására szolgáló módszerek.

A tesztek egy-egy csoporton belül tartalmazzák az adott hormontípusra jellemző legfontosabb jelenségeket, tehát egy adott típusú anyag többféle szempontból is vizsgálható a csoporton belül. Előfordulhat, hogy azonos típusú anyagok más-más tesztben bizonyulnak aktívabbnak, tehát a tesztek érzékenységi sorrendje nem minden anyagnál ugyanaz (a legtöbbnél azonban igen). A leírásnál utaltunk az egyes tesztek, illetve teszttípusok használhatóságára, specifitására, korlátaira.

A tesztek ismertetése minden esetben azonos séma szerint történik a könnyebb áttekintés érdekében.

Minden módszer elején szerepel néhány információ, amely a teszt működésével, használhatóságával kapcsolatos.

Anyag és eszköz címszó alatt soroljuk fel azokat a vegyületeket, laboreszközöket, műszereket, amelyekre szükség van az adott bioteszt végrehajtásához, nem szerepelnek viszont a felsorolásban azok a dolgok, amiket szinte mindegyik módszernél használunk és amelyek hozzátartoznak egy labor felszereléséhez, pl.: analitikai mérleg a tesztoldatok és standardok elkészítéséhez, szűrőpapír, mérőlombik, pipetta, mérőhenger, desztillált víz, pH papír stb., valamint a közönséges neonvilágítás.

Növény: a tesztben használatos növény latin névvel együtt szerepel, egyes esetekben fajtát vagy más jellemzőt is feltüntettünk.

Idő: az első adat jelenti a kezelés kezdetétől az értékelésig tartó időt, mögötte áll a növény felneveléséhez, vagy egyéb műveletekhez szükséges időtartam.

Standard: olyan anyagot használhatunk standardként, amely az adott tesztben a vizsgált hatást bizonyos koncentráció (vagy mennyiségi) határok között jól reprodukálhatóan előidézi. Így az auxin-tesztekben természetes vagy szintetikus auxinokat, a gibberellin-teszteknél általában GA_3-at, a citokinin-teszteknél kinetint használunk. A növekedésgátlóknál az összehasonlító vegyület a vizsgált jelenség típusától függ. A standardokat a megfelelő tartományban az igényelt pontosságtól és a lehetőségektől függően 2-10-szeresével növekvő lépésenként készítsük el. Legjobb, ha a vizsgálati anyagból is módunk van koncentrációsorozatot készíteni és azt tesztelni.

Javasolt ismétlésszám: közelítő értékek arra vonatkozóan, hogy hány növényre és kezelésenként hány ismétlésre van szükség általában a megbízható eredményekhez. A választott értékek itt is a kívánt pontosságtól és a lehetőségektől függnek.

A módszer részletes leírása után néhány esetben értékelő táblázatot is feltüntettünk segítségül az eredmények rögzítéséhez.

Az értékeléshez sokszor elegendő az átlagok, százalékok, a korrigált és a relatív szórás ismerete, de szükség lehet komolyabb statisztikai értékelésre is. Ehhez 2 mintás t próba vagy varianciaanalízis ajánlható.

Egyes tesztek elvégzése előtt érdemes áttanulmányozni a hasonló típusú módszereket is, ez segítséget nyújthat a végrehajtásnál. Ezekben az esetekben megjelöltük a még elolvasandó módszereket is.

A tesztek végrehajtásához minden esetben meg kell találni azokat a hazánkban beszerezhető növényfajtákat, amelyek a legalkalmasabbak az egyes kísérletek végrehajtására. Ezeket érzékenységi vizsgálattal lehet kiválasztani.

Az egyes módszereket nemcsak a vizsgálandó hormon szerint, hanem az eljárás alapjául szolgáló jelenség szerint is csoportosítani lehet. Az alábbiakban megadjuk az eszerint történő csoportosítást:

Csírázási tesztek

2.3.2.1	Uborka csírázási teszt
2.3.3.6.	Salátamag csírázási teszt
2.3.4.1.1.	Uborka hipokotil gátlás
2.3.4.1.2.	Mustármag csírázási teszt
2.3.4.1.3.	Salátamag csírázási teszt
2.3.4.1.4.	Lucernamag csírázási teszt
2.3.4.1.5.	Gumókihajtás gátlása

Növekedési tesztek

2.3.1.1.1.	Bab hipokotil görbülési teszt
2.3.1.1.2.	Hasított borsószár gördülési teszt
2.3.1.2.1.	Zab koleoptil növekedési teszt
2.3.1.2.2.	Borsó szárdarab növekedési teszt
2.3.1.5.	Epinasztia teszt
2.3.2.2.	Saláta hipokotil teszt
2.3.2.3.	Bab 2. ízköz megnyúlás
2.3.2.5.	Törpeborsó teszt
2.3.2.6.	Törperizs csíranövényteszt
2.3.3.3.1.	Retek sziklevél teszt
2.3.3.4.	Békalencse növekedési teszt
2.3.4.2.1.	Búza koleoptil növekedésgátlás
2.3.4.2.2.	Bab növekedésgátlás
2.3.4.2.3.	Búza csíranövényteszt
2.3.4.3.2.	Békalencse növekedésgátlás

Gyökérképződés indukálása

2.3.1.3.1 Retek gyökérprimordium módszer
2.3.1.3.2. Borsó gyökérképződési teszt
2.3.1.2.3. Bab gyökeresedési teszt

Sejtosztódási tesztek

2.3.3.1.1. Dohánykallusz szövettenyészet
2.3.3.1.2. Dohánybél szövettenyészet
2.3.3.1.3. Szójakallusz szövettenyészet

Leválási (abszcíziós) tesztek

2.3.1.4.1. Gyapot abszcíziós teszt
2.3.1.4.2. Bab abszcíziós teszt
2.3.4.3.3. Leválási tesztek

Öregedésgátlási és színanyagképződési tesztek

2.3.2.4. Rumex levélöregedési teszt
2.3.3.2.1 Szerbtövis levéllemez teszt
2.3.3.2.2. Árpalevél teszt
2.3.3.5.1. Amaranthus betacianin teszt
2.3.2.5.2. Uborka klorofillképződési teszt

Egyéb módszerek

2.3.2.7. Árpa -amiláz teszt
2.3.4.3.2. Sztómazáródási teszt

2.3.1. Auxin biotesztek

A természetes és szintetikus auxinok kimutatására szolgáló biológiai tesztek az alábbi jelenségeken alapulnak és eszerint csoportosíthatók:

- görbülés előidézése,
- szárrészek megnyúlásának serkentése (egyenes növekedés),
- gyökérképződés indukálása,
- leválás gátlása,
- epinasztiás tünetek előidézése (tájékozódó vizsgálatokhoz).

2.3.1.1. Görbülési tesztek

Az auxinok legszembetűnőbb, legjellegzetesebb hatása a növényi szárak görbülésének előidézése. Természetes körülmények között ezt az auxin egyenlőtlen elosztása okozza a szár két oldalán, de a külsőleg a növényre juttatott auxin is hasonló tüneteket vált ki. A legrégebben kidolgozott és legspecifikusabb auxinmérési módszer az Avena (zab) koleoptil görbülési teszt (Paál Árpád és Went kísérletei nyomán). Ennek során a mérendő auxint agarkockába diffundáltatják és ezt helyezik féloldalasan a levágott zabkoleoptil tetejére.

A létrejött görbülés szögéből lehet az auxin mennyiségére következtetni. Ennek a módszernek a kivitelezése annyira nehézkes, és a paraméterek olyan pontos betartását kívánja (hőmérséklet, relatív páratartalom), hogyha csak lehet, kerülik az alkalmazását. Mivel a módszer inkább csak növényi kivonatok tesztelésére, és semmiképpen sem sorozatmérésekre alkalmas, leírásától eltekintünk.

A következő két módszer közül a bab hipokotil görbülési teszt használható az auxinok specifikus minőségi jelzésére, és hozzávetőleges mennyiségi mérésére. A hasított borsószár teszt szintén viszonylag egyszerűen kivitelezhető és jelzi az auxin jelenlétét, míg más serkentő hormonokra nem reagál, - nagyon érzékeny viszont a pH változására és különböző egyéb anyagokra. A görbülési tesztek elsősorban az auxinok specifikus kimutatására alkalmasak, a mennyiségi értékelést inkább az egyenesnövekedési tesztekkel tanácsos végezni.

2.3.1.1.1. Bab hipokotil teszt

A módszer az auxinok legjellegzetesebb tulajdonságán, a szársejtek egyenlőtlen növekedésének előidézésén alapul. A fiatal babnövény sziklevél alatti szárrészére helyezett auxin-tartalmú csepp a szár néhány óra alatti meggörbülését idézi elő. Az eljárás elsősorban szintetikus auxinok kimutatására alkalmas. (V.ö.: Gibberellinek 2.3.2.3. Bab 2. ízköz megnyúlási teszt).

Anyag, eszköz
- vermikulit + növénytartó edények
- mikropipetta vagy osztott kapilláris
- növénynevelő doboz
- vörös fényű lámpa (lehet vörös fotópapírral betakart fénycső)
- nagyítópapír (+előhívó + fixír)
- szögmérő
- etanol (néhány ml)

Növény: bab (futó) (Phaseolus vulgaris).
Idő: 5 óra + kb. 4 nap felnevelés.
Standard: 2,4-D l-500 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10-20 növény kezelésenként, 2-4 ismétlésben.

Eljárás

A babot vermikulitban csíráztassuk 30 ^{o}C-on az optimális csírázási hőmérséklet tartományban. 8-13 cm-es magasságig növesszük őket, lehetőleg egyenletes (60-100%) páratartalom és fölülről jövő vörös fényű megvilágítás mellett. Ezen a hőmérsékleten, ehhez kb. 4 nap szükséges.

A nagyjából egyforma magasságú növényeket a gyökerek sérülése nélkül próbáljuk meg kiemelni, és egy éles pengével a sziklevelelknél (l. nódusz) vágjuk el a szárat. Az alsó részt vízben tartjuk 2 órán keresztül, majd műanyag dobozban vagy tálcán függőlegesen rögzítjük, pl. drótházóval. A gyökerekre petróleum zselét rakhatunk rögzítés céljából, ha ez nincs, akkor a gyökerek vízben álljanak.

A vizsgálandó anyagot és a standardot 96%-os etanolban oldjuk és mikropipettával 5 mm-rel a vágás felszíne alá helyezünk egy néhány l-es cseppet a szár egyik oldalára. Ha a csepp nem maradna meg a száron, óvatosan szétkenjük néhány mm-es szakaszon. A kontroll növényekre ugyanennyi etanolt cseppentünk. 5 órán keresztül szűrt fényű, fölső világítást alkalmazunk, ezalatt létrejön a görbülési reakció az auxin hatására. A mennyiségi értékeléshez a görbülési szög meghatározására van szükség. A növényeket a gyökér fölött elvágjuk, szárát azonos helyzetben matt felületű nagyítópapírra helyezzük, megvilágítjuk és előhívjuk az árnyképet. A papíron megmért görbülési szögeket kezelésenként kiátlagoljuk.

2.3.1.1.2. Hasított borsószár teszt

A növekedésben levő szár belső és külső sejtjei eltérően reagálnak az auxin-kezelésre. A hosszában kettémetszett borsószár két fele auxin tartalmú oldatban meggörbül. A tesztoldat pH-ját állandó értéken kell tartani, mert a tesztoldat pH-változása befolyásolja a görbülési reakciót. A módszer főleg szintetikus auxinok tesztelésére használható.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok vagy vermikulit
- sötétkamra vörös fényű megvilágítással
- Petri-csésze
- nagyítópapír
- szögmérő

Növény: borsó (Pisum sativum) pl. Alaszka fajta.
Idő: 6 óra + 7 nap felnevelés.
Standard: IES, NES 1-200 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 6-8 szár/Petri-csésze, 2 Petri-csésze/kezelés.

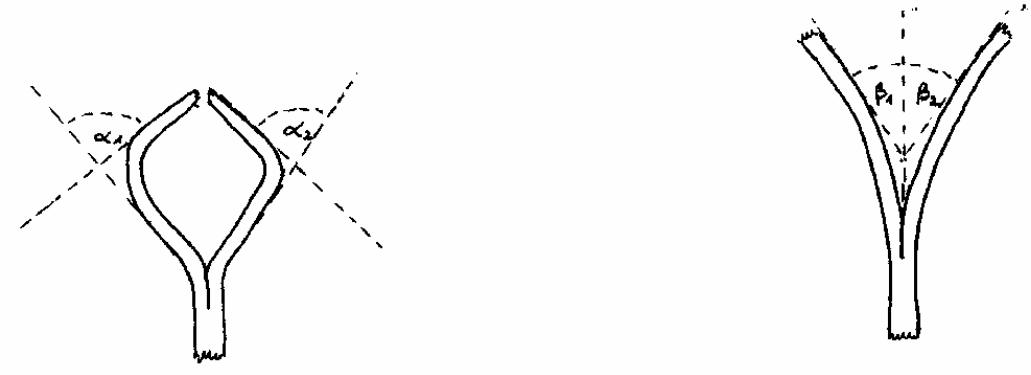
Eljárás

A borsómagokat 6 órás vízbeáztatás után nedves homokba elültetjük. A felnevelés 7-8 napig sötétben történik, napi 4 órás vörös fényű megvilágítással. (Ha ez nem oldható meg, a kísérlet előtt 32 órás vörös fényű megvilágítást is lehet alkalmazni.) Amikor a 3. szárköz 4-7 cm hosszú, a 4. pedig még nem hosszabb 0,5 cm-nél, a 3. szárköz felső részéből 3,5 cm-es darabot vágunk ki, 5 mm-rel a nódusz alatt.

A levágott darabokat 2,5 cm hosszúságban lefelé bevágjuk és egy-két órán keresztül folyó vízben mossuk az endogén auxinok mennyiségének csökkentése céljából.

A bemetszett szárdarabokat a Petri-csészékben lévő 10 ml tesztoldatba helyezzük hatosával vagy nyolcasával.
A tesztoldatok pH-ját egyformára kell beállítani foszfát puffer segítségével - a pH semmiképpen sem lehet 4 alatti.
A szárdarabokat a tesztoldatban 6-24 óra hosszat áztatjuk teljes sötétségben. (A kontroll desztillált víz).
Az auxin hatására létrejövő görbülés a 6. óra után már nem változik jelentősen. Az oldatból kivett szárdarabokról szűrőpapírral leitatjuk a nedvességet, és nagyítópapírra helyezve árnyképet készítünk vagy lefényképezzük azokat. A kép alapján meghatározzuk az szög nagyságát mindkét oldalon. Gyenge auxinhatás esetén a szöget mérhetjük

A szögek átlaga a koncentráció logaritmusának függvényében ábrázolható, és felhasználható a vizsgált anyag aktivitásának meghatározására. Megjegyezendő, hogy a görbülési reakciót más szerves és szervetlen vegyületek is befolyásolhatják, különösen a fémionok jelenlétét kell elkerülni.



8. ábra Hasított borsószár görbülése auxin hatására

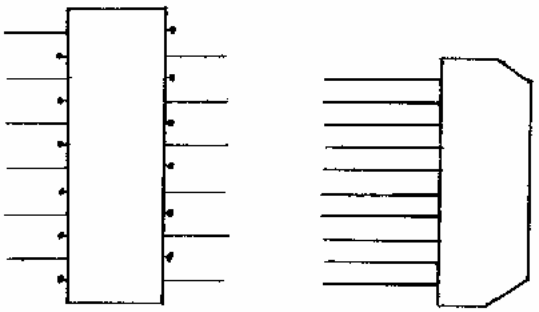
2.3.1.2. Egyenes növekedésen alapuló módszerek

Az egyenes vagy szimmetrikus növekedési tesztek a sejtmegnyúláson alapuló hossznövekedést mérik. Ezek a módszerek rövid idő alatt elég pontos mérésekre alkalmasak, de nem specifikusak az auxinokra. Az egyenes növekedési reakciót gibberellinek is kiváltják, ezen kívül a módszerek gátlóanyagok kimutatására is alkalmasak.

2.3.1.2.1. Zab koleoptil növekedési teszt

Zab-csíranövényből kivágott darabok 20-24 óra alatt bekövetkező megnyúlását mérjük. A megnyúlás auxinok és gibberellinek hatására is bekövetkezik, inhibitorok jelenlétében pedig a kontrollhoz képest kisebb növekedés mérhető. Az eljárással igen kis mennyiségű növekedési hormon (10-100 g/l IES vagy GA_3) kimutatható, ezért kromatográfiás foltok elemzésére is alkalmas. (Ld. még: 3.2.1.2.2. Búza koleoptil növekedési teszt.)

Anyag, eszköz
- tenyészedény, fűrészpor vagy vermikulit vagy steril homok
- termosztát (25 ^{o}C)
- zöld fényű sötétkamralámpa
- szegmensvágó készülék
- kémcső vagy Petri-csésze
- mikroszkóp (hosszmérésre)
- kémcsőforgató vagy szegmensfeltűző
- K_2HPO_4, citromsav, szaharóz



9. ábra Szegmensfeltűzők

Növény: zab (Avena sativa).
Idő: 20-24 óra + 3 nap felnevelés.
Standard: 0,01-10 mg/l IES,
0,01-10 mg/l GA_3.
Javasolt ismétlésszám: 10 koleoptil szegmens/edény, 2 ismétlés/kezelés.

Eljárás

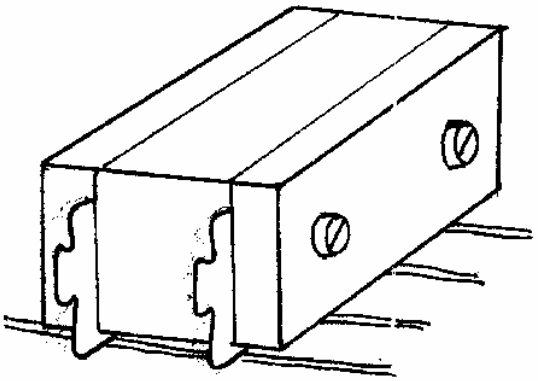
Nedves fűrészporban, vermikulitban vagy steril homokban 2,5 cm mélyen vessük el a zabszemeket, és 25 ^{o}C-on 3 napig teljes sötétségben csíráztassuk. 3 nap múlva a növényeket levágjuk. (Munka közben gyenge zöld fényt lehet használni.) A megmaradó szárból 4 mm-es részt vágjunk ki 2-3 mm-rel a csúcsi vég alatt, így az endogén auxinforrás nagy részét nem tartalmazza a minta. Ezt a 2 pengéből összeállított duplaélű vágóké-szülékkel lehet a legjobban végrehajtani. A szegmenseket 1 órán keresztül vízben áztatjuk. 10 db 4 mm-es részt rakunk egy kémcsőbe, amely a tesztoldatot tartalmazza. Ennek összetétele 1,794 g/l K_2HPO_4 1,019 g/l citrom-sav-monohidrát, 20 g/l szaharóz, valamint a vizsgálandó anyag vagy a kromatogram folt, ami a kontrollból természetesen hiányzik. A geotropikus görbülés megakadályozása céljából a kémcsöveket 0,01-0,02 l/s fordulatszámmal működő kémcsőforgatóba szokták helyezni. Egy régebbi módszer szerint a szegmenseket hosszában feltűzik - erre gombostűsor is használható - és a Petri-csészében levő tesztoldatban inkubálják. Az inkubálás mindkét esetben 24 ^{o}C-on sötétben történik, ideje 20-24 óra. Ezután a szárdarabkák hosszúságát mikroszkóp alatt meghatározzuk. A kontrollhoz viszonyított növekedés auxin vagy gibberellin hatású anyag, a csökkenés pedig inhibitor jelenlétére utal. A tesztben a gibberellin-szerű anyagok (szteviol, helmintosporol) nem aktívak.

2.3.1.2.2. Búza koleoptil növekedési teszt

Búza csíranövényből kivágott darabok hosszának változását mérjük. A módszer lényegét tekintve hasonló a zab koleoptil növekedési teszthez.

Anyag, eszköz
- csíráztató tálca
- csíráztató doboz (magas páratartalom biztosítására)
- termosztát, vörös fényű lámpa
- duplapengés szegmensvágó
- Petri-csésze
- mikroszkóp vagy nagyító a hosszúság leolvasására

Növény: búza (Triticum aestivum, Triticum sativum, Triticum vulgare).
Idő: 24 óra + 3 nap csíráztatás.
Standard: 2,4-D 1 mg/l körül (vagy IES).
Javasolt ismétlésszám: 10 koleoptil edényenként, 2 ismétlés/kezelés.



10. ábra Duplapengés szegmensvágó

Eljárás

A búzaszemeket 3 napon keresztül csíráztatjuk 24-26 ^{o}C-on, 80-90% relatív páratartalom mellett. Ezt egy olyan lezárható dobozzal lehet megcsinálni, amelynek az alján víz van, a csíráztató tálcát pedig efölé, rácsra helyezzük. (Megfelelő lehet a dobozban más módon elhelyezett párolgó víz is.) A csíráztatás alatt vörös fényű megvilágítást alkalmazzunk. (Fehér lámpa elé tett vörös szűrő is jó.)

3 nap elteltével a nagyjából egyforma növényeket a magnál levágjuk, és a legfelső 3 mm alatt 10-15 mm-es egyforma szegmenseket metszünk ki a duplapengés szerszámmal (A csúcsi részeket nem használjuk, mert ez tartalmazza a legtöbb endogén auxint.) A szegmenseket 1-2 órán keresztül áztatjuk desztillált vízben. A tesztoldatok 3-4 ml-ét szűrőpapírral ellátott Petri-csészékbe pipettázzuk, és mindegyikbe 10 db metszetet rakunk. 24 órán át 24-26 ^{o}C-on sötétben tároljuk az edényeket, majd lemérjük a növénydarabok hosszúságát mikroszkóp vagy nagyító alatt. A teszt segítségével inhibitorok is kimutathatók.

2.3.1.2.3. Borsó szárdarab növekedési teszt

Ez a módszer is a sejtek megnyúlásával kapcsolatos hossznövekedésen alapul. Borsó csíranövény kivágott szárdarabjait kell a tesztoldaton tartani, majd a létrejövő hossznövekedést lemérni. A növény különböző részéről kivágott szegmensek auxin- és gibberellin-érzékenysége eltérő.

Anyag, eszköz

- tenyészedény, homok
- sötétkamra (vagy termosztát)
- vörösfényű lámpa
- szegmensvágó
- Petri-csésze
- analitikai mérleg
- szaharóz

Növény: borsó (Pisum sativum).
Idő: 24 óra + 7-10 nap felnevelés.
Standard: IES 0,1-10 mg/l (esetleg 0,1-10 mg/l GA_3).
Javasolt ismétlésszám: 10 szegmens/Petri-csésze, 1-2 ismétlés/kezelés.

Eljárás

A borsószemeket 6-8 órás vízbeáztatás után nedves homokban csíráztassuk 7-10 napig sötétben. A túlzott megnyúlás megakadályozására vörös fényt szoktak alkalmazni, bár egyes adatok szerint a teljes sötétségben nevelt borsó szegmensei érzékenyebbek az auxinra. A kísérlet előkészítése során minden műveletet zöld vagy vörös sötét kamralámpa fényénél végezzük. Válasszuk ki a szükséges számú növényt, amelyeknél a 3. szárköz hosszúsága nagyjából egyforma, a 4. szárköz pedig elég rövid még - lehetőleg nem hosszabb, mint 3 mm. A kiválasztott növények 3. szárközéből 20 mm-es darabot vágjunk ki a duplapengés szegmensvágóval, az alsó nódusztól egyforma távolságra. Az alsó nóduszhoz közelebb eső részek gibberellinekre kevésbé érzékenyek, mint auxinra, a csúcs felé eső szárrész viszont erőteljesen reagál a gibberellinre.

Auxin vizsgálatakor tehát az alsó részből ajánlatos kiválasztani a szegmenset. A kimetszett darabokat csapvízben mossuk, szűrőpapírral szárazra töröljük és 10-esével nagyjából egyforma tömegű csoportokat képezünk belőlük. Ezeket azután a 2% szacharózt is tartalmazó tesztoldatra helyezzük Petri-csészékbe és 24 órán keresztül sötétben állni hagyjuk. 24 óra elteltével a szárazra törölt szárdarabok **tömegét és hosszát** lemérjük, és összehasonlítjuk a kontroll, illetve standard kezelések adataival. A módszer egyik változata szerint fényben nőtt borsó is alkalmas a tesztelésre. Ebben az esetben a kísérlet előkészítése is fényben végezhető.

	Hosszúság 1-10 (mm)	Szórás s_{n-1}	Átlag H	Tömeg 1-10 (mg)	Szórás s_{n-1}	Átlag G
Kontroll Standard Kezelés						

2.3.1.3. Gyökérképződési tesztek

A természetes és szintetikus auxinok jellegzetes hatása, hogy képesek kiváltani levágott növényi szárakon a gyökér képződését. Differenciálódásnál a nagy auxin/citokinin arány a gyökérnek, a citokinin túlsúly pedig a hajtás fejlődésének kedvez. A levágott szárak gyökérképződési folyamatát a következő 3 szakaszra lehet osztani: az első szakasz a levágástól az első sejtosztódások megkezdéséig tart, hossza 0-2 nap, a második szakasz a sejtosztódások megindulásától a látható gyökérkezdemények megjelenéséig tart (3-4 nap), míg a harmadik szakaszban a gyökérkezdemények gyökerekké fejlődnek (5-6. nap). (Az időtartamok lágyszárú, jól gyökeresedő növényekre vonatkoznak.)
Az auxinok serkentő hatása a korai szakaszban érvényesül a sejtosztódás megindításában. Babnál a levágástól számított 3. nap után a hormon már nem serkenti a gyökérképződést. Ugyanakkor az auxinkezelésnek nem is kell tovább tartania az első szakasznál, a sejtosztódások megindulásától kezdve a primordiumok már exogén auxin nélkül is tovább fejlődnek. A gyökérképződési tesztek specifikusak az auxinokra, és alkalmasak az auxin- és gibberellin-hatás megkülönböztetésére, mivel utóbbiak a gyökér fejlődését inkább gátolják. Ezek a módszerek jóval kevésbé érzékenyek az esetleges gátlóanyagok jelenlétére, mint a növekedési tesztek, de a mérendő auxinból is nagyobb mennyiséget igényelnek.

2.3.1.3.1. Retek gyökérprimordium módszer

Ép retek csíranövényeket 0,5-1 napig kell a vizsgálandó anyag oldatában tartani, majd 3 nap elteltével a hipokotilon keletkező primordiumok számából lehet következtetni az oldat auxinaktivitására.

Anyag, eszköz
- csíráztató edény, homok
- növénynevelő doboz
- üvegedények (h=3,5 cm, =3 cm)
- üveglapok
- nagyító vagy mikroszkóp

Növény: retek (Raphanus sativus).
Idő: 4 nap + 4 nap felnevelés.
Standard: IES 0,5-10 mg/l,
vagy NES 0,5-10 mg/l,
vagy 2,4-D 0,1-5 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.

Eljárás

A retekmagokat kb. 20% víztartalmú homokban csíráztatjuk 0,5 cm mélyen, 22-25 ^{o}C-os hőmérsékleten, szórt fényben. 3-4 nap múlva, amikor a növénykék már kibújtak, bőséges vízzel árasztjuk el a homokot, hogy a növényeket sérülés nélkül ki tudjuk emelni gyökerestül. Válogassuk ki a teszthez a szár, gyökérhossz és sziklevél nagysága szerint kb. egyforma növényeket és azonnal rakjuk vízbe.

A standardok és a vizsgálandó anyag higítási sorának elkészítése után az oldatokat töltsük kb. 3,5 cm magas, 3 cm átmérőjű üvegedényekbe, és ezekbe rakjuk a megfelelő számú növényt (mindegyikbe ugyanannyit). A kontroll csapvíz lehet.

A kezelés 12-24 órán keresztül tart, ezután a növényeket sérülés nélkül ismét homokba ültetjük és 20-24 ^{o}C-on, magas nedvességtartalmú kamrában nagy dobozban helyezzük el diffúz világítás mellett. 3 nappal később a homokot lemossuk a növényekről és csoportonként alulról sötét papírral borított üveglapra helyezzük. (A hervadt növényeket el kell dobni.)

A cortexet csipesszel lehántjuk a hipokotilról és nagyító vagy mikroszkóp alatt megszámoljuk a gyökérkezdeményeket. A kezelésenkénti átlagot összehasonlítjuk a kontroll primordiumok átlagával.

2.3.1.3.2. Borsó gyökérképződési teszt

A két végén lemetszett borsószár csúcsi végének auxin kezelése transzportálódás után az alapi végen kiváltja a gyökerek képződését. A gyökérindukció feltétele, hogy a vegyület ne csak auxin aktivitású legyen, hanem transzportálódni is tudjon.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- sötétkamra (termosztát
- szaharóz
- üvegedény (pl. főzőpohár)

Növény: borsó (Pisum sativum).
Idő: 2 hét + kb. 1-2 hét felnevelés.
Standard: IES, IVS 2,4-D.
Javasolt ismétlésszám: 5-10 növény/kezelés.

Eljárás:

6 órás vízbeáztatás után vessük el a borsót homokba, és sötét helyen, 25 ^{o}C körüli hőmérsékleten neveljük 10-12 cm-es magasságig. A növényeket vágjuk le az 1. nódusz felett, majd a szárakat vízzel mossuk és híg H_2O_2 vagy $KMnO_4$ oldattal fertőtlenítsük. A legfelső nódusznál vágjuk le a főrügyeket, és 1 cm hosszan metsszük be a szárat lefelé. A növényeket ezzel a bemetszett csúcsi véggel lefelé kell 15 órán keresztül a tesztelendő oldatba, illetve standardokba rakni. Ezalatt az oldatban lévő auxin a bazális vég felé kezd vándorolni.

A szárakat a tesztoldatból kivéve 2%-os szaharóz-oldatba rakjuk, de most az alapi végükkel. (Kezelésenként ezúttal is külön edénybe.) 1 hét múlva az oldatot tiszta vízre cseréljük és újabb 1 hét elteltével megszámoljuk minden növényen a képződött gyökereket. A kezelésenként kiátlagolt gyökérszámból következtetni lehet az auxin aktivitásra. Az eljárás nem érzékeny - hasonló nagyságrendben - a növekedési inhibitorokra.

2.3.1.3.3. Bab gyökeresedési teszt

Az auxin-kezelésben részesített levágott babnövényeken a gyökérkezdemények, később pedig a gyökerek számát is értékeljük. A teszt rendkívül egyszerű, az értékelés nyuzat készítése nélkül egyszerű nagyítóval elvégezhető.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- kémcső
- nagyító

Növény: bab (Phaseolus vulgaris).
Idő: 6 nap + 9 nap felnevelés.
Standard: IES 1-100 mg/l,
IVS, 2,4-D
Javasolt ismétlésszám: 1 növény/kémcső, 5 kémcső/kezelés.

Eljárás

A babokat 6 órás vízbeáztatás után vessük el homokba és 25 ^{o}C körüli hőmérsékleten 9 napos korukig növeszszük fel. A növényeket a sziklevelek alatt 5 cm-rel vágjuk le. Készítsük el a vizsgálandó anyag higításait és a standardokat, mindegyik oldat 10 mM pH 6-os foszfát puffert is tartalmazzon.

Az oldatokat kémcsövekbe öntsük - kezelésenként 5 kémcsövet használjunk, mindegyikbe 1-1 növényt rakva. 24 órás kezelés után a növényeket desztillált vizet tartalmazó kémcsövekbe rakjuk át, és 3 napig hagyjuk benne. A keletkező primordiumokat nagyító alatt megszámoljuk, a növényeket visszahelyezzük a kémcsövekbe, és újabb 2 nap múlva megszámoljuk a 2 mm-nél nagyobb gyökereket. E két adat alapján értékeljük az anyag gyökereztető hatását.

2.3.1.4. Leválási tesztek

A leválási vagy abszcíziós teszteket olyan vegyületek vizsgálatára lehet alkalmazni, amelyek a növényeken a levélnyél vagy a termésszár leválását befolyásolják. Az abszcizinsav és az etilén előidézi illetve sietteti, az auxinok pedig gátolják a leválást.

Az abszcíziós tesztelésre leginkább gyapot, bab és Coleus-tesztet használnak. Mivel a Coleus növények felnevelése idő- és helyigényes, az első két módszer jobbnak látszik a laboratóriumi vizsgálatok esetén.

A leválási tesztek ugyan nem alkalmasak pontos auxinmennyiség mérésére, és az eredményt befolyásolhatják más anyagok is - főleg természetes inhibitorok - ezen módszerek mégis igen fontos információt nyújthatnak a vizsgált vegyület természetét illetően.

2.3.1.4.1. Gyapot abszcíziós teszt

A gyökértől, hajtástól és a levéllemezektől megfosztott szárcsonkokat a leválást siettető vagy késleltető anyag cseppjével kell kezelni, és a levélnyelek leválásáig eltelt időből lehet következtetni a hatásra.

Anyag, eszköz

- tenyészedény, vermikulit
- termosztát fluoreszcens világítással
- Petri-csésze, 10 lyukú szártartóval
- agar
- mikropipetta (vagy kapilláris)
- műanyag csipesz

Növény: gyapot (Gossypium hyrsutum).
Idő: kísérlet szerint + 2 hét felnevelés.
Standard: leválás késleltetésére IES vagy NES 100 mg/l-ig,
leválás serkentésére ABS 25 mg/l-ig vagy etefon.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2-4 edény/kezelés.

Eljárás

Gyapot csíranövényeket vermikulitban neveljük flueresczens fényben (2000-2400 cdl) 32 ^{o}C-on 14 napos korukig. Válasszuk ki a nagyjából egyforma növényeket, vágjuk le róluk a két sziklevelet és a hajtást, hogy a maradék levélnyelek, illetve az epikotil hosszúsága 3-4 mm legyen. Vágjuk le a gyökeret is, 10 mm-es hipokotilt meghagyva. A tesztelendő anyag higításait 1% agart tartalmazó oldatban vigyük föl, mikropipettával vagy kapillárissal 5 l-es cseppeket rakva a két levélnyél végére. (A kontroll 1% agarcsepp.)

A szárcsonkokat Petri-csészében lévő 2%-os agarban rögzítsük egy műanyagból vagy kartonból könnyen elkészíthető 10 lyukkal ellátott tartó segítségével.

A Petri-csészéket sötétben, 30 ^{o}C-os hőmérsékletű termosztátban helyezzük el és 24 óránként egy csipesszel vagy ecsettel mindegyik levélnyélre azonos erőt fejtünk ki. (Ehhez olyan rugalmas műanyag vagy vékony fém eszköz a legalkalmasabb, amelynek hajlékony szára mindig azonos távolságra mozdul el.)

Feljegyezzük, hogy az egyes levélnyelek leválása hányadik napon következett be. (Egy kezelésben 10 növényen 20 db levélnyél van.) A kezelésekre jellemző átlagos időtartamot a naponként leesett levélnyelek száma szerint súlyozva számoljuk ki.

Példa: egy kezelésben a különböző napokon leesett levélnyelek száma:

Nap	1	2	3	4	5	6	7
db	0	0	4	8	6	1	1

A leváláshoz szükséges átlagos időtartam súlyozva számítva:

$$\frac{3x4}{20}+\frac{4x8}{20}+\frac{5x6}{20}+\frac{6x0}{20}+\frac{7x1}{20}=4,35nap$$

A fenti összeadandókból számított szórás: $S_{(n-l)}$ = 0,632 (n=5)

2.3.1.4.2. Bablevél abszcíziós teszt

A tesztelendő anyagot paszta formában kell a bab egyik elsődleges levéllemezének levágása után a levélnyélre juttatni. Naponként vizsgálva a levélnyelek leválását, az ehhez szükséges időből lehet az abszcíziót gátló vagy elősegítő hatásra következtetni.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- lanolin, Tween-20
- kapilláris
- műanyag csipesz

Növény: bab (Phaseolus vulgaris).
Idő: kísérlet szerint.
Standard: leválás késleltetésére: IES, NES,
leválás siettetésére: ABS vagy endothall, ezek hiányában fenilhiganyacetát.
Javasolt ismétlésszám: 10-20 növény/kezelés.

Eljárás

Világos helyen homokban neveljük fel a babnövényeket, amíg az első hármas levél kezd elválni a főrügytől. A nagyjából egyforma elsődleges levéllel rendelkező növényeket használjuk a kísérlethez. Az alappaszta 1000 mg lanolin és 250 mg Tween-20 keveréke, ebből készítsük el a vizsgálandó anyag 0,01-1%-os töménységű elegyét. A bab egyik elsődleges levelét vágjuk le közvetlenül a levélnél, és a megmaradó levélnyélre a szártól 2-3 mm távolságban kenjük föl a pasztát.
A kezelések ne a paszta mennyiségében, hanem az anyag koncentrációjában különbözzenek. (Kontroll az üres lanolin-Tween-20 keverék.) Auxin-hatású (leválás-késleltető) anyag tesztelésénél ajánlatos a növényeket sötétben tartani, hogy a kísérlet ne tartson túl sokáig. A gyapot-tesztnél említett, azonos erő kifejtésére alkalmas műanyag vagy fém eszközzel 24 óránként nyomást gyakorolunk a kezelt levélnyélre kb. 1 cm-re a szártól.

Feljegyezzük, hogy a levélnyél leválásához hány napnak kellett eltelnie a kísérlet kezdetétől. Az értékelést a gyapot-tesztnél leírtak szerint végezzük. (Ezúttal növényenként csak 1 levélnyelet kezelünk.)

2.3.1.5. Epinasztia teszt

Auxin-típusú és etiléngenerátor vegyületek kipermetezésének hatására a növények epinasztiás tüneteket mutathatnak. A tünetek megjelenése tehát ilyen jellegű vegyületre utal, de a módszer nem pontos mennyiségi értékelésre való, csak tájékoztató információt nyújthat az anyag típusáról.

Anyag, eszköz
- növénynevelő edény vagy tálca,
- papírvatta,
- kézi permetező (vagy hajlakkszóró),
- nedvesítőszer.

Növény: paradicsom, Amaranthus, hajnalka, valamint esetenként kiválasztható fajok.
Idő: 24 óra + 2-4 hét felnevelés.
Standard: 2,4-D, IES, etefon.
Javasolt ismétlésszám: 3-5 növény/kezelés.

Eljárás

A magokat csíráztassuk papírvattán, és 23-25 ^{o}C-os hőmérsékleten fényben addig neveljük a növényeket, amíg 3-4 kifejlett levelük lesz. Készítsük el a vizsgálandó anyag higításait nedvesítőszert tartalmazó oldatban, és permetezzük rá a növényekre. A létrejövő epinasztiás tünetek - a levél, a szár természetellenes legörbülése - auxin vagy etiléngenerátor vegyület jelenlétére utalnak. A válasz már órákon belül jelentkezik, az értékelést egységesen 24 óra elteltével lehet elvégezni. Meghatározható az a legkisebb koncentráció, amelynél már észlelni lehet a tünetek megjelenését.

2.3.2. Gibberellin biotesztek

A gibberellinek kimutatására szolgáló biotesztek a hormonnak a következő élettani folyamatokra gyakorolt hatásán alapulnak:

- csírázás serkentése, csíranövekedés meggyorsítása,
- növényi szár szimmetrikus megnyúlása,
- klorofill-lebomlás gátlása,
- genetikailag törpe növények megnyúlása,
- az -amiláz enzim szintézisének meggyorsítása.

Ezek a jelenségek laboratóriumi körülmények között tanulmányozhatók.

A magok csírázásának serkentése, a csíra növekedésének meggyorsítása kifejezetten a gibberellinekre jellemző. Auxinok alkalmazása pontosan ellenkező hatású, gátolja a csíra növekedését, és rövid főgyökér, sok mellékgyökér kialakulását idézi elő.

A növényi szár egyik oldalának gibberellin-kezelése az auxinoktól eltérően nem görbülési reakciót, hanem egyenes megnyúlást hoz létre, mivel a gibberellinek gyorsan elvándorolnak a kezelési helytől.

A klorofill-lebomlás gátlása a citokininekre és valamivel kevésbé a gibberellinekre jellemző reakció, de a Rumex faj leveleiben csak az utóbbiak igazán aktívak. A gibberellinek "klasszikus" tesztjei a genetikailag törpe növények megnyúlásán alapulnak.

A legérzékenyebb és legspecifikusabb módszer a gibberellinek kimutatására az -amiláz mennyiségének mérése. A kísérlethez az árpaszemek a legalkalmasabbak.

2.3.2.1. Uborka csírázási teszt

Az uborka igen érzékenyen reagál a biokémiai folyamatokat befolyásoló anyagok jelenlétére, és különösen alkalmas a csírázást serkentő és gátló anyagok tesztelésére. A vizsgálathoz olyan fajtát kell választani, aminek a maghéja könnyen leválik a sziklevelekről. Az uborka hipokotilok hosszúsága könnyen és jól mérhető, és jelzi a serkentő vagy gátló anyagok jelenlétét.

Anyag, eszköz
- termosztát
- Petri-csésze
- vonalzó

Növény: uborka (Cucumis sativus).
Idő: 4 nap.
Standard: GA_3 0,1-100 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10-12 mag/edény, 3 edény/kezelés.

Eljárás

A tesztoldatból 4 ml-t rakjunk egy-egy szűrőpapír koronggal ellátott Petri-csészébe. (A kontroll desztillált víz.) Mindegyikbe helyezzünk 10 db uborkamagot, és sötét termosztátban 25 ^{o}C-on csíráztassuk 4 napon keresztül a magokat. Ezután mérjük le a hipokotilok hosszát a főgyökér végétől a sziklevelek elágazási pontjáig. Egyenetlenebbül csírázó magok esetében egy edénybe 12-t rakjunk és a 3. napon dobjuk ki a legjobban, illetve legrosszabbul csírázó (vagy ki sem kelt) magot, hogy így 10 maradjon.
Az értékelést a mért hipokotil-hosszak átlaga szerint végezzük. Az eredményeket L-log c diagramon ábrázolhatjuk.

	Hipokotilok hossza L 1-10 (mm)	Szórás s_{n-1}	Átlag $\overline{L}$
Standard Kezelés			

2.3.2.2. Saláta hipokotil teszt

A saláta csíranövények rendkívül érzékenyek a gibberellinekre, amelyek már néhányszor 10 g/l nagyságrendű koncentrációban is jól mérhető megnyúlást okoznak. A tesztben auxinok, citokininek inkább enyhe gátló hatást fejtenek ki, inhibitorok pedig egyértelműen gátolják a növekedést. A saláta csírázáshoz fényre és nem túl magas hőmérsékletre van szükség (15-22 ^{O}C között).

I. változat

Anyag, eszköz
- termosztát
- Petri-csésze
- mikropipetta (vagy kapilláris)
- agar

Növény: saláta (Lactuca sativa).
Idő: 2 nap + 3 nap csíráztatás.
Standard: GA_3 0,01-50 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.

Eljárás

A salátamagokat Petri-csészében, nedves szűrőpapíron csíráztatjuk 20-22 ^{O}C-on, első nap szórt fényben, a 2. és 3. napon sötétben. A kb. egyforma nagyságú csíranövényeket kiválogatjuk, a leghosszabbak felhasználását mindenképpen kerüljük. A kiválogatott növénykéket tizesével 3-5 mm vastag, 0,75%-os agarlemezre helyezzük Petri-csészébe, gyökerükkel a középpont felé. A gyökereket egy néhány cm átmérőjű nedves szűrőpapírkoronggal le lehet takarni.

A vizsgálandó oldatokból mikropipettával vagy osztott kapillárissal 5-5 l-es cseppet helyezzünk a hipokotilra a sziklevél és a gyökérnyak között. A lefedett Petri-csészéket egész napos megvilágítás mellett tároljuk 2 napig 18-22 ^{O}C-on. A hipokotilok hosszát ezután lemérjük a levélkéig, és kiátlagoljuk.

II. változat

Anyag, eszköz: Petri-csésze.
Növény: saláta (Lactuca sativa).
Idő: 2-3 nap + 36 óra csíráztatás.
Standard: GA_3 0,01-50 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.

Eljárás

A salátamagokat csíráztassuk Petri-csészében, szűrőpapíron, fényben 36 óráig, 20-22 ^{O}C-on. Ezután 10-esével helyezzük őket Petri-csészékbe, 3 ml tesztoldattal megnedvesített szűrőpapírra. 2 vagy 3 napig tároljuk folyamatos megvilágításban, 18-22 ^{O}C-on az edényeket, majd mérjük meg a hipokotilok hosszát. Amennyiben az oldatok néhány mM ásványi sót tartalmaznak (K, Na, Ca ionok), a gibberellin-hatás intenzívebb.

2.3.2.3. Bab 2. ízköz megnyúlási teszt (bab hajtásnövekedés)

A fiatal babnövény hajtásának az intenzív sejtosztódása és megnyúlás szakaszában lévő sejtjei rendkívül érzékenyek a gibberellinre. Az anyagokat lanolinban oldva kell felvinni a még kezdetleges 2. ízköz egyik oldalára. Az egyenes növekedés a gibberellinek mennyiségi kimutatására alkalmas, pozitív görbülés esetén a vizsgált anyag auxin típusú.

A teszt egyszerűsített változatában az anyag vizes oldatát kell a 2. szárközre permetezni. A módszer segítségével növekedésgátlók is kimutathatók, ezekre a negatív görbülés vagy kontrollnál kisebb növekedés utal. Gátlóanyagok tesztelésénél hosszabb tesztidőt kell alkalmazni. (V.ö.: Auxin: 2.3.1.1.1. Bab hipokotil teszt és Gátlóanyagok: 2.3.4.2.2. Bab növekedésgátlás.)

I. változat

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- etanol
  lanolin
- Eppendorf-edény
- fémcsipesz
- spatula
- tárgylemez
- vonalzó

Növény: bab (Phaseolus vulgaris).
Idő: 4 nap + felnevelés.
Standard: 10^{-6} - 10^{-2} g GA_3..
Javasolt ismétlésszám: 3-5 növény/kezelés.

Eljárás

A babnövényeket homokban addig neveljük fel, amíg a két elsődleges levél között kifejlődő hajtás alsó része - a sziklevél fölötti 2. szárköz - megközelíti, de nem haladja meg az 1 mm hosszúságot. Az első hármaslevél fonákja felé elhelyezkedő levélkét a rügy legalján lecsípjük, ez a sebhely adja az alsó mérési pontot. A sebhely alsó peremétől az első hármaslevél aljáig (a 3. nóduszig) terjedő távolságot nagyítóval pontosan lemérjük a kezelés előtt.

A vizsgálandó anyag különböző mennyiségeit 1 ml éter és 250 g lanolin elegyében oldjuk fel - erre kis Eppendorf edényeket használhatunk. Az elegyet tárgylemezre csöpögtetjük kapillárissal úgy, hogy közben az éter elpárologjon. A lanolin-pasztát spatulával vagy más alkalmas eszközzel felkenjük a bab 2. és 3. nódusza közé, az előzőleg lemért szakaszra. A kontroll növényekre hasonló mennyiségű, de regulátort nem tartalmazó lanolint viszünk fel.

A növényeket 4 napig növesztjük 20-23 ^{o}C-on közepes megvilágítás mellett (700 cdl), csak nappali világításban. Ha erre mód van, 9 órás nappalhosszúságot alkalmazzunk, a 15 órás sötét szakasz közepén 2 órás gyenge megvilágítással a növekedés serkentése céljából. A növekedésgátlók vizsgálata esetén csak gyenge fényt kell alkalmazni (50 cdl). A 4. nap végén a meglévő sebhely alsó széle és az első hármaslevél szártöve (3. nódusz) közötti távolságot lemérjük. A létrejövő növekedés a gibberellin mennyiségétől függ. Pozitív görbülés auxinra, negatív görbülés gátlóanyagra utalhat.

II. változat

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- fémcsipesz
- kézi permetező vagy hajlakkszóró
- nedvesítőszer
- vonalzó

Növény: bab (Phaseolus vulgaris) (bokorbab).
Idő: 4 nap + felnevelés.
Standard: GA_3 0,01 - 100 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 3-5 növény/kezelés.

Eljárás

Az egyszerűsített és kevésbé pontos változatban, amely elsősorban gibberellinek jelenlétét mutatja ki, szintén végezhetünk mennyiségi értékelést. Az előzőekben leírtaktól abban különbözik, hogy a növényeket a 2. szárköz 2-3 cm-es hosszúságáig neveljük, és az anyagot nem lanolinban oldjuk, hanem vizes oldatban, nedvesítőszer-rel együtt permetezzük fel a 2. és 3. nódusz közötti szárrészre.

Ügyeljünk arra, hogy azonos mennyiségű permetlé kerüljön a növények szárára, ugyanakkor az egyéb részekre ne juttassunk az oldatból. (A permetezést egy nyílással ellátott kartonlap előtt végezhetjük.) Az értékelés úgy történik, mint az I. változatban.

2.3.2.4. Rumex levélöregedési teszt

A gibberellinek is részt vesznek az öregedési folyamatok gátlásában, így a klorofill lebomlásának késleltetésében. Bár a klorofill-retenciós teszteket elsősorban citokininek kimutatására szokták felhasználni, van olyan faj, amely kifejezetten a gibberellinekre érzékeny ilyen szempontból. A Rumex-szel végzett levélöre-gedési teszt meglehetősen gibberellinspecifikus, és különösen alkalmas a gibberellinek és auxinok megkülön-böztetésére. A kísérlet Taraxacum növénnyel is elvégezhető, ez azonban a Rumexnél nagyobb mértékben rea-gál a citokininekre.

Anyag, eszköz
-tenyészedény, homok
- termosztát
- Petri-csésze (4,5 cm átmérőjű)
- dugófuró
- kémcső
- spektrofotométer

Növény: sóska (Rumex obtusifolius),
gyermekláncfű (Taraxacum officinale).
Idő: 5-6 nap + felnevelés.
Standard: GA_3 0,01-100 g/l.
Javasolt ismétlésszám: 4 levélkorong/edény, 4 edény/kezelés.

Eljárás

Neveljük föl a növényeket homokban üvegházi körülmények között (22-26 ^{o}C, 10-15 órás megvilágítás), amíg a legidősebb levelek a fakulás első jeleit nem mutatják. Válasszuk ki a nagyjából egyforma színű leveleket, és a levélnyéllel vízbe állítva 24 órán keresztül tartsuk sötétben öregítés céljából.

A levelekből ezután vágjunk dugófuróval 7-10 mm-es korongokat, és helyezzük 4-esével Petri-csészébe, a tesztoldattal megnedvesített szűrőpapírra. Egy edényben mind a négy korong különböző levélből származzon (4,5 cm-es Petri-csészéhez 1 ml oldatot használjunk).

A levélkorongokat 25 ^{o}C-on, sötétben inkubáljuk 4-5 napig, amíg a kontroll klorofill-tartalma majdnem teljesen eltűnik. Ezután minden Petri-csészéből a 4 korongot egy-egy kémcsőbe rakjuk és 6 ml etanolban vagy acetonban extraháljuk a klorofillt. Minden kémcső tartalmát 665 nm-en fotometráljuk, az elnyeléseket OD-ban feljegyezzük.

Tájékoztató adatként megmérhetjük a kiindulási klorofilltartalmat is: a kísérlet kezdetén elvégezzük az extrakciót 4 x 4 levélkoronggal, és azonnal lemérjük az elnyelést. Az elnyeléseket ki lehet fejezni a kiindulási klorofill-tartalom (E_o), valamint a kontroll (E_c) százalékában és ábrázolni lehet a GA_3 koncentráció logaritmusának függvényében.

	Elnyelések (OD)	Szórás s_{n-1}	Átlag E	Érték a kiindulás%-ában	Érték a kontroll%-ában
Kiindulás Kontroll Standard Kezelés					

2.3.2.5. Törpeborsó teszt

A genetikailag törpe növényekből hiányzik a normális növekedéshez szükséges mennyiségű gibberellin szintézisének képessége. Ezek a növények különösen alkalmasak a gibberellinek okozta megnyúlás tanulmányozására, és viszonylag pontos mérésekre. Törpeborsó teszt egyik változatában intakt növényeket és felcseppentéses módszert használunk, a másikban csírázó borsószemeket és közegként szereplő tesztoldatot alkalmazunk.

I. változat: Oldat felcseppentése a borsó csíranövény 3. nóduszára.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
- mikropipetta

Növény: borsó (Pisum sativum) törpe fajta.
Idő: 6 nap + 10 nap felnevelés.
Standard: GA_3 1-1000 g/l.
Javasolt ismétlésszám: 10-15 növény/kezelés.

Eljárás

A borsószemeket 5-6 óra vízbeáztatás után homokba vagy homokkal fedett perlitbe elültetjük, minél több kis edénybe. A növényeket 18-22 ^{o}C-on neveljük kb. 12 órás fotóperiódussal. A 10. nap körül, amikor a 4. szárköz gyors megnyúlásban van, a 3. és 5. nódusz között egyforma távolsággal rendelkező növényeket kiválogatjuk a teszteléshez (de a homokból nem emeljük ki). Ezekre a növényekre cseppentünk 4 l-t a tesz-toldatból a 3. nódusznál lévő levél tövére, minden oldatból 10-15 növényre, a kívánt pontosság szerint. 6. nappal később a 3. és 6. nódusz közötti távolságot lemérjük. A relatív növekedést a koncentráció logaritmusának függvényében ábrázolhatjuk.

II. változat: csírázó borsó félmagok tesztelése oldatban

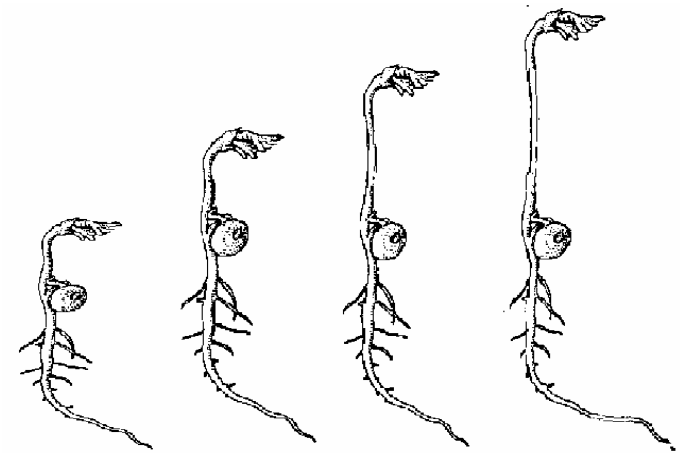
Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- termosztát

Növény: borsó (Pisum sativum) törpe fajta.
Idő: 4-5 nap + 3 nap csíráztatás.
Standard: GA_3 1-5000 g/l
Javasolt ismétlésszám: 3 félmag/edény7-8 edény/kezelés.

Eljárás

A törpeborsó magjait 2-3 napig 24 ^{o}C-on sötétben csíráztatjuk nedves szűrőpapíron vagy papírvattán. A nagyjából egyformán csírázott szemeket kiválogatjuk és a sziklevelekre merőlegesen kettévágjuk úgy, hogy a gyökércsúcs és hajtás az egyik félmagon legyen. Ezeket a félmagokat 18-24 órára hűtőszekrénybe rakjuk (kb. 1 ^{o}C) a felhasználás előtt.

A tesztelést szűrőpapírral ellátott 1,25 ml oldatot tartalmazó, 4,5 cm-es Petri-csészékben végezzük 7-8 ismétléssel (9 cm-es esetén 5 ml az oldattérfogat). Mindegyikbe 3 félmagot helyezünk, a vágási felülettel lefelé, és az edényeket 4-5 napra 24 ^{o}C-os termosztátba rakjuk, teljes sötétbe. A kísérlet végén a növények száracskáit (epikotil) a magnál levágjuk, és a hosszúságukat meghatározzuk. Az ismétlések átlagait a GA koncentráció logaritmusának függvényében ábrázolva nagyjából lineáris összefüggést kapunk.



11. ábra Törpeborsó csíranövények megnyúlása növekvő koncentrációjú gibberellin oldatok hatására

2.3.2.6. Törperizs csíranövényteszt

A törperizzsel végzett gibberellin-tesztnek több változata is ismert. Az itt leírt I. változat általánosan ajánlható, míg a II. változat gátlóanyagok jelenlétére kevésbé érzékeny, a III. pedig kromatográfiás foltok elemzésére alkalmas.

I. változat: Törperizs mezokotil megnyúlása GA oldatban

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- termosztát
- papírvatta
- Na-hipoklorit
- zárt növénynevelő doboz

Növény: törperizs (Oryza sativa).
Idő: 5-7 nap + 2-3 nap csíráztatás.
Standard: GA_3 0,01-10 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.

Eljárás

Törperizs magjait 2-3 napig csíráztassuk 30 ^{o}C-os vízben - ha szükséges, előtte 1-2 órán át 10%-os Na-hipoklorittal fertőtlenítsük őket. A nagyjából egyformán csírázott magokat 12-esével helyezzük Petri-csé-székbe, a tesztoldattal megnedvesített papírvattára. (Az oldat mennyisége azonos legyen minden edényben.)

A befedett Petri-csészéket 2 napig fényen tartjuk, majd miután a hajtások elérték a fedelet, az edényeket magas nedvességtartalmat biztosító dobozban helyezzük el fedél nélkül, szintén fényben. (Lehet pl. fóliával borított műanyag tartó.) A kiszáradás ellen amikor szükséges, néhány ml vizet töltünk az edényekbe. Az 5-7. napon lemérjük a mezokotil hosszúságát a magtól a második levéltőig. Az értékelésnél a legrövidebb és leghosszabb növényt nem kell figyelembe venni, tehát 10 növény átlagával számolunk edényenként. A tesztet Kn és IES 10 mg/l-ig nem zavarja.

II. változat: Mikrocsepp-módszer, levélhossz mérés

Anyag, eszköz: ld. I. + mikropipetta.
Növény: törperizs (Oryza sativa).
Idő: 3-5 nap + felnevelés l leveles állapotig.
Standard: 0,05 - 100 g GA_3.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.

Eljárás

A növényeket az I. változat szerint neveljük, de nem tesztoldattal, hanem vízzel nedvesített vattán. Egyleveles állapotban l l-es cseppet juttatunk a növények ugyanazon részére a tesztoldatból. 3-5 nap múlva a 2. levél hosszát mérjük le, és ezek átlagát értékeljük. A módszer gátlóanyagok jelenlétére kevésbé érzékeny.

III. változat: Tesztelés kémcsőben, levélhosszúság mérés

Anyag, eszköz
- termosztát
- kémcső
- Petri-csésze
- Na-hipoklorit

Növény: törperizs (Oryza sativa).
Idő: 7 nap + 2 nap csíráztatás.
Standard: 1-1000 g/l GA_3.
Javasolt ismétlésszám: 7 növény/kémcső, 2 kémcső/kezelés.

Eljárás

A törperizs magjait a NaOCl-es fertőtlenítés és mosás után Petri-csészében, szűrőpapíron 30 ^{O}C -on fényben csíráztatjuk (1500 lux fluoreszcens fény). 2 nap múlva kiválasztjuk az egyformán csírázó magokat és hetesével a tesztoldatot tartalmazó kémcsövekbe rakjuk (az oldat mennyisége 1-3 ml). A csíranövényeket vékony réteg üveggyapottal rögzítsük, majd fóliázzuk le a kémcsöveket. 7 nap nem túl erős világítás mellett történő növekedés után lemérjük a 2. levél hosszúságát. Ez a módszer jól alkalmazható kromatográfiás foltok elemzésére is. Kn és IES 10 mg/l-ig nem aktív a tesztben.

Mindhárom módszer értékelésénél számoljuk ki a **relatív növekedést és szórásokat:**

$$N = \frac{\overline{L} - \overline{L}_{kontroll}}{\overline{L}_{kontroll}} 100\%$$

ahol $\overline{L}$ = a mért hosszak átlaga

2.3.2.7. Árpa -amiláz teszt

A gibberellinek a csírázó magvakban nagymértékben megnövelik a hidrolitikus enzimek aktivitását - első-sorban az ezekért felelős RNS szintézisek serkentésével, másrészt a jelenlévő enzimek felszabadításával.

Az ezek alapján kikísérletezett gibberellin-mérési módszerek közül az árpa -amiláz enzim serkentésén alapuló teszt tekinthető a gyakorlat számára legjobbnak. A teszt érzékenysége messze meghaladja a többi biológiai és biokémiai módszer érzékenységét. Az értékelést az enzimek aktivitásának, vagy a keletkező mono- és diszaharidok mennyiségének mérésével lehet végezni. Az enzimaktivitás mérése praktikusabb és kevesebb hibával terhelt már csak azért is, mert közvetlenebbül utal a gibberellin-hatásra, míg a cukor mérésénél figyelembe kell venni a már jelenlévő vagy más ok miatt keletkezett szabad cukrok mennyiségét is. Az árpa -amiláz teszt rendkívüli érzékenysége mellett specifikus a gibberellinekre. Bár a citokininek is növelik az enzimaktivitást, de nem gibberellinhez hasonló nagyságrendben.

Ugyanakkor az abszcizinsav és egyes inhibitorok gátolják az amilázaktivitást a tesztben, amit ezen anyagok kimutatására is fel lehet használni.

I. változat

Anyag, eszköz
- NaOCL, KH_2PO_4, $CaCl_2$,
- HCl, KI, I_2 keményítő
- acetát puffer (pH 4,8), kloramfenikol
- homok
- Petri-csésze
- Erlenmeyer lombik
- autokláv
- centrifuga
- termosztát
- rázógép
- spektrofotométer

Növény: árpa (Hordeum vulgare).
Idő: 24-48 óra + 3 nap csíráztatás.
Standard: 1-1000 g/l GA_3.
Javasolt ismétlésszám: 10 mag/lombik, 2 lombik/kezelés.

Eljárás

A teszt előkészítése és végrehajtása során végig nagy gondot kell fordítani a fertőződés elkerülésére. Az árpaszemeket keresztben (a tengelyre merőlegesen) félbevágjuk, és az embriót nem tartalmazó részeket 1%-os Na-hipokloritban 20 percig sterilizáljuk. (Az árpaszemek embriós részére nincs szükség.) A félmagvakat ezután steril desztillált vízzel többször lemossuk, és előzőleg kiizzított homokra rakjuk, Petri-csészébe. A ho-mok 100 g-jához 20 ml steril vizet öntünk. (Homok helyett papírvattát is használhatunk.) Szobahőmérsékleten 3 napig hagyjuk az edényeket, majd a félmagvakat 10-esével Erlenmeyer lombikokba 2 M pH 4,8-as acetát puffert és 20 M Ca Cl_2-ot tartalmazó steril (autoklávozott) oldatba rakjuk. A tesztelendő anyagot, illetve a GA_3-tartalmú standardokat a megfelelő mennyiségben a lombikba töltjük, és 20 g kloramfenikolt is adunk hozzá. A lezárt lombikokat 25 ^{o}C-on inkubáljuk 40 l/perc rezgésszámmal működő rázógépen, 24 órán keresztül.

Az inkubációs idő növelésével fokozni lehet a teszt érzékenységét, különösen a GA_3-től eltérő gibberellinekre, bár ezzel a fertőzésveszély is növekszik. Az inkubálás után kiöntjük az oldatokat, 3 ml vízzel lemossuk a mag-vakat, és a mosóvízzel elegyített oldatokat lecentrifugáljuk (10 perc, 2000 g). A tiszta felülúszóból 20-200 l-es térfogatokat használunk az elemzéshez mintánként, vízzel 1 ml-re kiegészítve. 150 mg burgonyakeményítő, 600 mg KH_2PO4, 2 mg $CaCl_2$ és 100 ml desztillált víz 1 percig tartó forralásával készített keményítőoldatot használhatunk szubsztrátként.

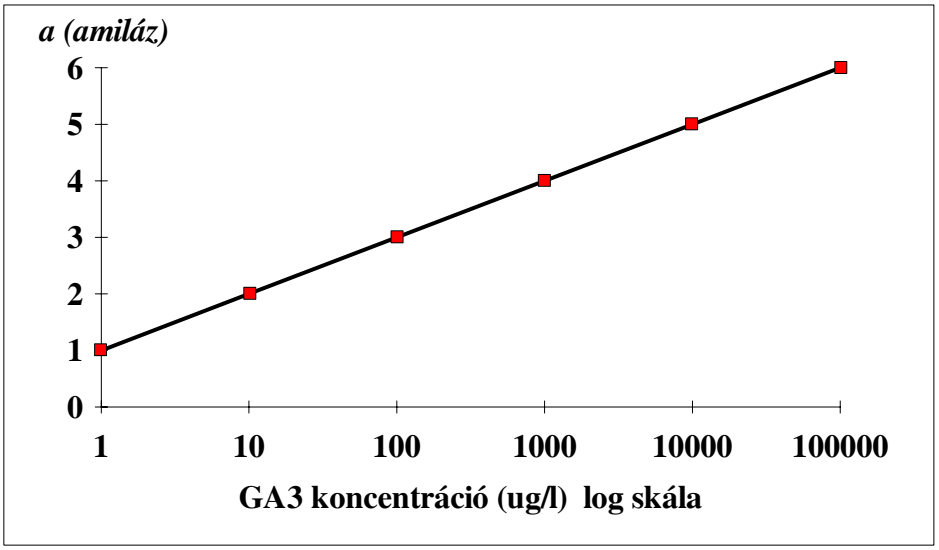
Egy ml keményítőoldatot adunk az egy ml-es mintához, amely az árpa amiláz enzimjeit tartalmazza. A reak-cióidő 37 ^{o}C-on kb. 10 perc, de a kísérlettől függően ettől eltérő is lehet. A reakciót 1 ml savanyú káli-umjodidos jódoldattal állítjuk le. (pH 4) (ö.t.: 6 mg KI + 600 mg I2, 100 ml 0,1 M-os HCl-be.)

A mintához 5 ml desztillált vizet adunk és 620 nm-en lemérjük az optikai elnyelést.

A kontroll árpa enzimkivonatával egy 0 perces kontrollt is készítsünk, amelynél a fentiekhez hasonlóan járunk el, de a reakciót a keményítő hozzáadása után azonnal leállítjuk. Ezzel az eredeti keményítőtartalomra utaló adatot kapunk, amit össze kell hasonlítani az enzimesen bontott minta keményítőtartalmával. Az amiláz aktivi-tás kiszámításánál a 0 perces kontroll és a minta különbségét kell figyelembe venni. Az aktív amiláz mennyisége bizonyos intervallumon belül egyenesen arányos a GA koncentráció logaritmusával.
A számítást az alábbi összefüggés szerint végezhetjük:

$$a = \frac{E_0 - E}{t} \cdot \frac{V}{V'}$$

a = aktív amiláz mennyisége (egység)
$E_{(o)}$ = 0 perces kontroll elnyelése (OD)
E = minta elnyelése (OD)
t = reakcióidő (perc)
V = a lecentrifugált enzimoldat teljes térfogata (ml)
V' = a méréshez felhasznált térfogat (ml)



12. ábra Az -amiláz mennyisége a gibberellin koncentráció logaritmusának függvényében.

II. változat:

Anyag, eszköz
- NaOCl, HCl, KI, I_2 keményítő, Tween-80
- streptomicin
- kémcső
- autokláv
- centrifuga
- klinosztát
- termosztát, spektrofotométer

Növény: árpa (Hordeum vulgare).
Idő: 48 óra + 48 óra áztatás.
Standard: 0,01 - 1000 g/l GA_3
Javasolt ismétlésszám: 3-4 mag/kémcső, 2-4 kémcső/kezelés.

Eljárás

Az árpaszemeket 24 órás vízbeáztatás után keresztbe kettévágjuk és újabb 24 óra áztatás után az embriómentes félmagvakat 20 percig fertőtlenítjük 1%-os Na-hipokloritban. (A sorrend lehet a következő is: 48 óra áztatás, fertőtlenítés, félbevágás.)

Leöblítés után az embriómentes félmagvakat hármasával vagy négyesével kémcsövekbe rakjuk, amelyek a tesztoldatot és 0,05%-os Tween 80-at tartalmaznak. (A kémcsövekbe kromatográfiás foltokat is belemoshatunk. A fertőzés megelőzésére streptomicint is adhatunk az oldatokhoz.) A kémcsöveket 48 órán át 30 ^{o}C-on inkubáljuk, ha lehetséges akkor l/perc fordulatszámmal működő klinosztátban. Az inkubálás után az anyagot fagyasztással későbbi elemzésre is eltehetjük. A továbbiakban vagy a redukáló cukrok mennyiségét mérjük meg a Somogyi-féle módszerrel, vagy az előzőek szerint meghatározzuk az amiláz-aktivitást.

2.3.3. Citokinin biotesztek

Citokininek kimutatására laboratóriumi kísérletekben a következő jelenségeket lehet jól felhasználni:

- *sejtosztódás serkentése,*
- *klorofill-lebomlás gátlása,*
- *levélfelület növelése,*
- *színanyagképződés serkentése.*

A fenti négy alapvető jelenségen kívül felhasználható még kimutatásra a békalencse szaporodásának és a salátamag csírázásának serkentése is sötétben vagy magas hőmérsékleten.

2.3.3.1. Sejtosztódási tesztek

A citokininaktivitás eldöntése szempontjából alapvető jelentőségűek a szövettenyésztési eljárások. A sejtosztódás serkentése szövettenyészetben a citokininek szinte egyedülálló sajátsága, felfedezésük is e módszerek segítségével történt, és a szerkezetaktivitás összefüggéseket is ezekkel az eljárásokkal határozták meg.

A sejtosztódási tesztek rendkívül kis koncentrációjú hormon kimutatására alkalmasak - általában 1 g/l körüli nagyságrendben már jelzik a citokininaktivitást. Ugyanakkor a végrehajtás során igen nagy gondot kell fordítani a sterilitás fenntartására. Ezen kívül a több hetes időigény is nehézkessé teszi e módszerek alkalmazá-sát, ami nemcsak a lassúság miatt hátrány, hanem azért is, mert ennyi idő alatt egyes vegyületek elbomol-hatnak.

A citokininaktivitás tanulmányozására leginkább a szójakallusz szövettenyészetet szokták alkalmazni a rövidebb idő és egyszerűbb kivitelezés miatt. A dohánykallusz és dohánybél szövettenyészetek érzékenysége valamivel nagyobb, ezeket főleg kis hormontartalmú növényi kivonatok vizsgálatára használják.

2.3.3.1.1. Dohánykallusz szövettenyészet

Az eljárás két szakaszból áll: az elsőben a dohánybél darabkákból citokinin tartalmú táptalajon kalluszt fejlesztünk, majd a második szakaszban a kallusz növekedését mérjük a feltételezett citokininaktivitással rendelkező anyag hatására. A végrehajtás során különös gondot kell fordítani a sterilitásra, különben a tenyészetek elfertőződnek.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- főzőpohát
- Erlenmeyer-lombik (100 ml)
- dugófuró (5 mm átm.)
- tápközeg
- autokláv
- szárítószekrény
- analitikai mérleg
- $HgCl_2$ vagy H_2O_2

Növény: dohány (Nicotiana tabacum).
Idő: 4 hét + kallusztenyészet kialakítása.
Standard: 1-2000 g/l kinetin.
Javasolt ismétlésszám: 4 ismétlés/kezelés.

Eljárás

A dohány szára virágzáskor a legalkalmasabb a teszt elvégzésére. A virágzó növények szárait levágjuk és a középső 3-4 internódiumból álló szakaszt 5 cm-es részekre daraboljuk fel. A durvább szennyeződéstől mosogatószeres vízzel tisztíthatjuk meg, majd leöblítés után sterilizálni kell a darabokat. Ez etilalkoholos lemosásból és 15 perc, 0,1%-os szublimát vagy más fertőtlenítő oldatba áztatásból áll. A szárdarabokat steril bidesztillált vízzel lemossuk, majd ugyancsak bidesztillált vízben állni hagyjuk, 5-10 perc múlva pedig egy újabb főzőpohárba rakjuk át.

Gázlángban sterilizált 5 mm átmérőjű dugófuróval a szárdarabok központi részéből kivesszük a bélszövetet, Petri-csészébe rakjuk és a két végét levágjuk. (A bélszövethenger ne tartalmazzon phloem- és kambium-elemeket, mert azok citokinin tartalmuk miatt zavarhatják a meghatározást.)

A bélszövethengert a Petri-csészében 2-3 mm széles darabokra vágjuk, azokat pedig 100-as Erlenmeyer lombikokba, az agaros tápközeg felszínére helyezzük, ami 200 g/l kinetint is tartalmaz. A tenyészeteket nem túl erős felső világítás és 85% relatív páratartalom mellett 26-28 ^{o}C-on tartjuk. A kinetin hatására a béldarabkákon hamarosan intenzív kalluszképződés indul meg. Néhány hét múlva, amikor már elegendő mennyiség képződött, a kalluszt átoltjuk a vizsgálandó anyag, illetve a standard citokinint tartalmazó tápközegre. Az előzőhöz hasonló körülmények között 4 hétig, kb. a logaritmikus fázis végéig hagyjuk osztódni a szövetet, és meghatározzuk a képződött kallusz nedves tömegét. Ez a sejtosztódás intenzitását mutatja, ami szoros összefüggésben van a citokininaktivitással. A friss kallusztömeget a koncentráció logaritmusának függvényében ábrázolhatjuk.

A táptalajok közül a leggyakrabban használt Miller-féle és Murashige-Skoog féle összeállítást ismertetjük. A kallusz létrehozásánál (I.fázis) az oldatot 200 g/l kinetinnel kell kiegészíteni.

3 táblázat Murashige-Skoog féle tápközeg

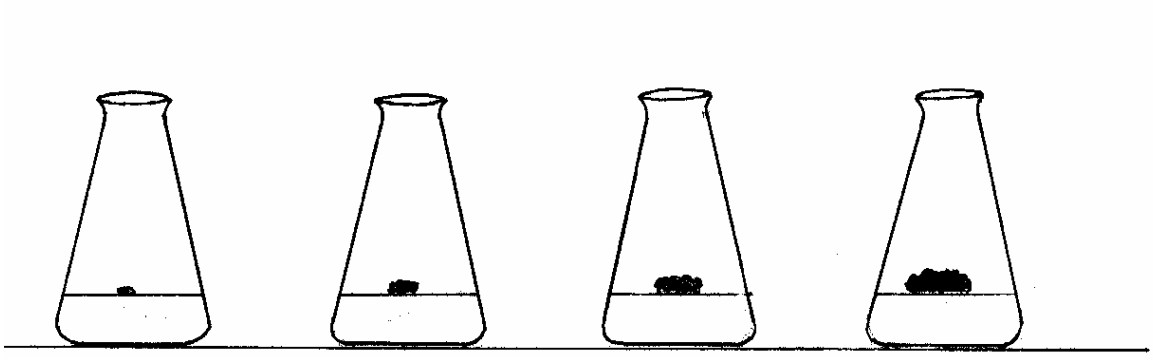
komponens	mg/l
NH_4NO_3	1650
KNO_3	1900
$CaCl_2$ x $2H_2O$	440
$MgSO_4$ x $7H_2O$	370
KH_2PO_4	170
$FeSO_4$ x $7H_2O$	27,8
Na_2 EDTA	37,21
H_3BO_3	6,2
$MnSO_4$ x $4H_2O$	22,3
$ZnSO_4$ x $4H_2O$	8,6
KI	0,83
Na_2MoO_4 x $4H_2O$	22,3
$CuSO_4$ x $5H_2O$	0,025
$CoCl_2$ x $6H_2O$	0,025
glicin	2,0
nikotinsav	0,5
thiamin-HCl	0,1
piridoxin HCL	0,5
inozit	100
szaharóz	30000
agar	10000

pH = 6,0

4. táblázat Miller féle tápközeg

komponens	mg/l
$Ca(NO_3)_2$	100
KNO_3	80
NH_4NO_3	400
KH_2PO_4	12
$MgSO_4$	35
KCl	65
Na_2 EDTA (vagy Fe EDTA)	25
$MnSO_4$	4,4
$ZnSO_4$	1,5
H_3BO_3	1,6
KI	0,8
glicin	2,0
nikotinsav	0,5
thiamin-HCl	0,1
IES	0,02
szaharóz	20000
agar	10000

pH = 6,0



13. ábra Kallusz szövettenyészet növekedése fokozódó citokininkoncentrációjú táptalajon

A pH-t 1M-os NaOH vagy HCl segítségével állítjuk be még az agar hozzáadása előtt. A tápoldat összeállítását célszerű előre elkészített törzsoldatokból végezni. A makroelem oldatokat 100-200-szoros, a mikroelem oldatokat 200-szoros, a vitaminok és az IES oldatait 1000-szeres töménységben készíthetjük el. (A sók feloldásánál figyelembe kell venni a kristályvíz-típust is.) Az agart forralás előtt mossuk ki, forrás után pedig adjuk hozzá a többi alkotórész 50-60 ^{o}C-os oldatait és a forró desztillált vizet. A meleg táptalajt 50 ml-es adagokban töltsük ki a 100-as Erlenmeyer-lombikokba. A vizsgálandó anyagot, illetve a standard citokinint 1-3 ml-es mennyiségben adjuk a táptalajhoz, a kontrollhoz pedig ugyanennyi desztillált vizet töltsünk.

2.3.3.1.2. Dohánybél szövettenyészet

Az előző módszertől abban különbözik, hogy a tesztelés az első fázisban történik, vagyis a béldarabkákból a tesztoldaton kell kalluszt növeszteni. Citokinin hiányában a kalluszképződés elmarad, vagy minimális lesz. (Vö: 2.3.3.l.l. Dohánykallusz szövettenyészet és 2.3.3.1.3. Szójakallusz szövettenyészet.)

Anyag, eszköz
-kémcső
- autokláv
- szárítószekrény
- $HgCl_2$ vagy NaOCl
- tápközeg (ld. lentebb)

Növény: dohány (Nicotiana tabacum).
Idő: 2-3 hét.
Standard: 1-2000 g/l kinetin.
Javasolt ismétlésszám: 4 ismétlés/kezelés.

Eljárás
A felnevelt dohánynövény középső részéből 15 cm-es darabokat vágunk és $HgCl_2$-ben vagy NaOCl-ben 30 percig sterilizáljuk. A desztillált vizes mosás és áztatás után 10 mm hosszú darabokra vágjuk a szárat és hosszában is elvágva 10 x 5 x 3 mm-es téglatesteket metszünk a bélszövetből - a vaszkuláris szövetek kerülésével. A bélmetszeteket a tesztelés előtt steril tápoldatban tárolhatjuk.

5 táblázat A Bottomley tápoldat összetétele

komponens	mg/l	komponens	mg/l
KH_2PO_4	300	$MnSO_4$	4,4
KNO_3	1000	$ZnSO_4$	1,5
NH_4NO_3	1000	H_3BO_3	1,6
$Ca(NO_3)_2$ x $4H_2O$	500	thiamin HCl	0,1
$MgSO_4$	35	nikotinsav	0,5
KCl	65	piridoxin HCl	0,1
KI	0,8	IES	1,75
		szaharóz	20000

pH = 5,8 (1M NaOH vagy HCl segítségével beállítani)

A tápoldat segítségével higítási sort készítünk a vizsgálandó anyagból, és ezekből 1-1 ml-t szűrőpapírcsíkkal bélelt kémcsövekbe töltünk. Ezeket 5 percig sterilizáljuk 120 kPa nyomáson, majd a lehűlt kémcsövekbe egy-egy szövetblokkot helyezünk. A bélszövet csak a szűrőpapíron át érintkezzen a tápoldattal.
A kémcsövet 20 fokos szögben, 25 ^{o}C hőmérsékleten magas nedvességtartalom mellett tároljuk sötétben 14-21 napig. A citokininaktivitást az újonnan keletkezett sejtek által beborított terület jellemzi a szövetdarabon. Az új sejtek jól megkülönböztethetőek az eredeti szövet sejtjeitől.

2.3.3.1.3. Szójakallusz szövettenyészet

Kicsírázott szójamagok feldarabolt sziklevelei szolgálnak kiindulási anyagként, és ebből citokinines táptalajon keletkezik a kallusz. A keletkező kalluszból vágott kis darabokat kell a vizsgálandó anyagot is tartalmazó táptalajra oltani, s az itt létrejött tömegnövekedés mutatja a citokininaktivitás mértékét. Az eljárás során végig ügyelni kell a sterilitás fenntartására. (Vö: 2.3.3.1.1. Dohánykallusz szövettenyészet és 2.3.3.1.2. Dohánybél szövettenyészet.)

Anyag, eszköz
- $HgCl_2$, táptalaj (ld. lentebb)
- autokláv
- világított termosztát (27 ^{o}C)
- borotvapenge
- Erlenmeyer lombik (100 ml)

Növény: szója (Glycine max).
Idő: 2-3 hét + kallusztenyészet kialakítása (n x 3 hét).
Standard: 2-2000 g/l kinetin
Javasolt ismétlésszám: 4 edény/kezelés

Eljárás

A szójamagvakat 15 percig fertőtlenítjük 0,1%-os $HgCl_2$ oldatban, majd négyszeri steril desztillált vizes mosás után az alábbi összetételű autoklávozott tápközegben csíráztatjuk:

6. táblázat A szójacsíráztatás tápközege

komponens	mg/l	komponens	mg/l
$Ca(NO_3)_2$	347	$ZnSO_4$	1,5
KNO_3	1000	H_3BO_3	1,6
NH_4NO_3	1000	KI	0,8
KH_2PO_4	300	glicin	2,0
$MgSO_4$	35	nikotinsav	0,5
KCl	65	thiamin HCL	0,1
Na-Fe EDTA	32	piridoxin HCl	0,1
$MnSO_4$	4,4	kinetin	0,5
IES	5,0	agar	10000
szaharóz	20000		

pH = 5,8

A magok kicsírázása után a szikleveleket leválasztjuk és 4 x 4 x 2 mm-es darabokra vágjuk borotvapengével vagy éles késsel. Egy-egy ilyen darabot rakunk lombikonként 50 ml térfogatú tápközegbe.

A kinetin hatására keletkező kalluszt 3 hetenként átoltjuk, az átoltást többször is megismételhetjük, amíg elegendő mennyiségű kallusz képződik. A törzstenyészetből kis kockákat vágunk (kb. 2x2x2 mm) és hármasával a táptalajra rakjuk, amely az előbbi kinetin mennyiség helyett a tesztelendő anyagot, illetve a standardokat (Kn 2-2000 g/l) tartalmazza. A kontroll edényekben a kezelésekkel azonos térfogatú steril desztillált vizet töltünk. A lombikokat 27 ^{o}C-on, nem túl erős fény mellett tartjuk. 4-5 nap múlva mikroszkóppal már észlelhető a sejtosztódás serkentése a szövetdarabokon, az új szövet fehérebb és más jellegű, mint az eredeti. A mérést 2, esetleg 3 hét elteltével végezzük el, amikor lemérjük a kalluszok friss tömegét. 4-10000 g/l Kn koncentrációtartományban a kallusztömeg-log. koncentráció összefüggés közel lineáris.

2.3.3.2. Klorofill-megőrzési tesztek

A levélöregedési teszt a szövettenyészeteknél kevésbé érzékeny és kevésbé specifikus, de sokkal egyszerűbben és rövidebb idő alatt elvégezhető módszer a citokininek kimutatására. A citokinin-mérésre ezekben a tesztek-ben leginkább a szerbtövis, a retek, és az árpa levele bizonyult megfelelőnek. A vizsgálandó oldattal kezelt levelekből a klorofillt szerves oldószerrel történő extrakcióval lehet kivonni, mennyiségét pedig spektrofotométerrel mérni. A citokinin oldatban tartott levelek klorofilltartalma a kezelési idő végén lényegesen nagyobb mint a vízben tartott kontroll leveleké. (ld. még Gibberellin: 2.3.2.4. Rumex levélöregedési teszt.)

2.3.3.2.1. Szerbtövis levéllemez teszt

A kísérletet mesterséges körülmények között felnevelt szerbtövis növények középső levelével szokták végrehajtani. A Xanthiumnál valamivel kevésbé érzékeny retek is alkalmas a teszt elvégzésére.

Anyag, eszköz

- Petri-csésze
- termosztát
- spektrofotométer
- etanol

Növény: szerbtövis (Xanthium pennsylvanicum) vagy,
retek (Raphanus sativus).
Idő: 2-3 nap + 3 nap öregítés + felnevelés.
Standard: 50-20000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 4 korong/edény, 4 edény/kezelés.

Eljárás

Mesterséges körülmények között, 20-30 ^{o}C-on 20 órás fotóperiódussal neveljük fel a szerbtövis növényeket 10 leveles állapotig. Ezzel megelőzhetjük a generatív fázis bekövetkeztét.

Az 5. levelet mindegyik növényről levágjuk, és a levélnyéllel vízbemártva 3 napig öregítjük. A teszteléshez az egyformán sápadt zöld színű leveleket válasszuk ki. A főereket nem tartalmazó levélfelületből dugófuróval 6-12 mm átmérőjű, egyforma korongokat vágjunk és helyezzük négyesével a Petri-csészébe a szűrőpapíron lévő tesztoldatra. Az egy levélből származó korongokat minél több edénybe, ha lehet külön kezelésekbe rakjuk szét.
A fedett Petri-csészéket 48 órán át sötétben tároljuk 25 ^{o}C-on, s ha a standard kezeléseknél nem mutatkozik szemmel látható különbség a kontrollhoz képest, újabb 24 órán keresztül folytassuk a kezelést. A tárolás végén a levélkorongokat minden Petri-csészéből egy-egy kémcsőbe rakjuk, és 5 ml 80%-os etanollal extraháljuk a klorofillt vízfürdőn történő, 5-10 percig tartó forralással.

Lehülés után az oldatokat 10 ml-re feltöltjük és spektrofotométeren 665 nm-nél megmérjük az elnyelést. A levélkorongok kivágásakor a kezelés előtt célszerű egy extrakciót végezni a kiindulási klorofilltartalom meghatározására, véletlenszerűen kiválasztott korongokkal. Ezt az oldatot a teszt ideje alatt hűtőszekrényben tároljuk, és a kezeltekkel együtt mérjük le. Az elnyelések átlagát a citokinin koncentráció logaritmusának függvényében ábrázolhatjuk.

2.3.3.2.2. Árpalevél-teszt

A szerbtövis, illetve retek levélkorongokkal végrehajtott módszerhez képest az árpalevél-teszt kevesebb időt és helyet igényel a növények felneveléséhez, ezen kívül a levelek kiválasztása is egyszerűbb, (v.ö: 2.3.3.2.l.).

Anyag, eszköz
- csíráztató tálca, papírvatta
- H_2O_2, etanol
- szegmens vágó
- kémcső
- vízfürdő
- termosztát
- spektrofotométer

Növény: árpa (Hordeum distichon).
Idő: 2 nap + l nap öregítés + 2 hét felnevelés.
Standard: 3-10000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 4 szegmens/kémcső, 4 kémcső/kezelés.

Eljárás

Az árpaszemeket 3%-os hidrogénperoxidban történő fertőtlenítés után csíráztatjuk szobahőmérsékleten, állan-dó megvilágítás mellett. A második levél megjelenésekor (kb. a 12-14. napon) az l. levél csúcsától számított 3. és 4. cm közötti részt duplapengés szegmensvágóval kivágjuk, és desztillált vízben 25 ^{o}C-on 1 napig öregítjük sötét termosztátban. Ezután a levéldarabokat 4-esével l ml tesztoldatot (illetve kontrollként desztillált vizet) tartalmazó kémcsövekbe rakjuk, és 25 ^{o}C -on 48 órán (ha szükséges még egy napon) keresztül sötétben tároljuk. A leveleket kivéve a tesztoldatokból 5-5 ml 80%-os etanollal forró vízfürdőn azonos ideig extra-háljuk, majd megmérjük az oldatok elnyelését 665 nm-en. Az eredeti klorofilltartalmat az öregítés után, de a tesztelés előtt extrahált 4 db 4-es szegmenscsoporton mérjük meg, a többivel együtt. A 4 elnyelés átlagát ábrá-zoljuk a log (Kn koncentráció) függvényében.

2.3.3.3. Levélkiterjedési tesztek

A citokinin-kimutatási módszerek harmadik csoportjába tartoznak a levélfelület növekedését mérő eljárások. Ezek közül a Letham-féle retek sziklevél teszt alkalmas igazán citokinin meghatározásra.

A citokininek által okozott levélfelületnövekedés oka részben a sejtosztódás meggyorsítása, részben pedig a levélsejtek méretének megnövelése. A retek sziklevélteszt esetében a kinetin inkább a sejtkiterjedés útján, a zeatin pedig sejtosztódások által is elősegíti a sziklevelek növekedését. A levélkiterjedési tesztek kivitelezése egyszerű, semmilyen bonyolult műszert nem igényel és nem sok időt vesz igénybe.

2.3.3.3.1. Retek sziklevél teszt

A Letham-teszt a legegyszerűbb és legrövidebb idő alatt végrehajtható citokinin-kimutatási módszer, ennek ellenére érzékenysége megfelelő körülmények esetén elérheti a néhányszor 10 g/l Kn koncentrációt. A tesztet nem zavarják egyéb serkentő hatású hormonok, szerves anyagok (kivéve a kifejezetten inhibitor jellegű vegyületeket, pl. fenolszármazékok) és a legtöbb só sem okoz eltérést.

A teszt pH tűrése igen jó, pH 4-7 között semmilyen lényeges módosulás nincs. A végrehajtás során nem kell külön fertőtlenítést végezni. A módosított Letham-teszt leírása a következő:

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- csipesz
- vonalzó
- termosztát

Növény: retek (Raphanus sativus).
Idő: 3 nap + 2 nap csíráztatás.
Standard: 50-50000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 10 levél/edény, 2-3 edény/kezelés.

Eljárás

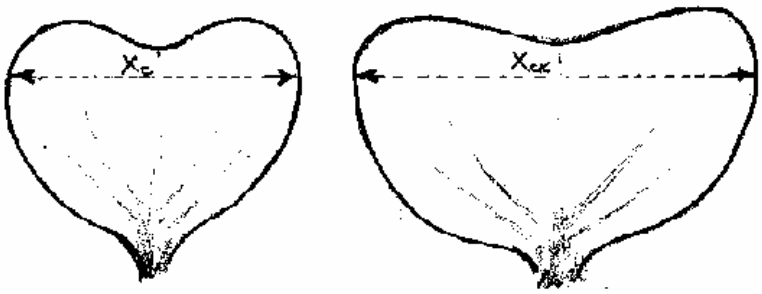
A retekmagokat Petri-csészébe, nedves szűrőpapírra helyezzük és sötétben, 25 ^{o}C-on 36-48 órán át csíráztat-juk. A rövidebb csírázási idő általában kevés a sziklevelek kibújásához, a hosszabb ideig csíráztatott magok sziklevelei viszont kevésbé érzékenyek a teszt során. A csíráztatási idő még alacsonyabb hőmérsékleten se haladja meg a 48 órát.

Az átlagos méretű sziklevéllel rendelkező növénykékről erre alkalmas csipesszel lemetsszük a két levelet, és egy-egy vízzel teli Petri-csészében összegyűjtjük külön a kisebb (belső) és külön a nagyobb (külső) sziklevelet. Ezután újabb szelektálással a közel egyforma nagyságú leveleket kiválasztjuk mindkét csoportból és egyenlő arányban használjuk fel azokat a teszthez.

A vizsgálandó oldat higításait, illetve a standardokat szűrőpapírral ellátott Petri-csészébe pipettázzuk, és 3 mM foszfát koncentrációt állítunk be pH 5,8-as foszfátpuffer hozzáadásával. (Ez a citokininhatás kiemelését szolgálja.) A kontroll oldat 3 mM foszfát puffer, desztillált vízben.

Mindegyik Petri-csészébe 10 db - 5 kicsi és 5 nagy - sziklevelet rakunk. Az edényeket 3 napig tároljuk 23-25 ^{o}C-on, folyamatos fluoreszcens megvilágítás mellett.

A kísérlet végén lemérjük a levelek legnagyobb átmérőjét (x) 0,5 mm-es pontossággal, és edényenként átlagoljuk. A levelek átmérője kinetin esetében kb. 50000 g/l-ig növekszik a koncentrációval.

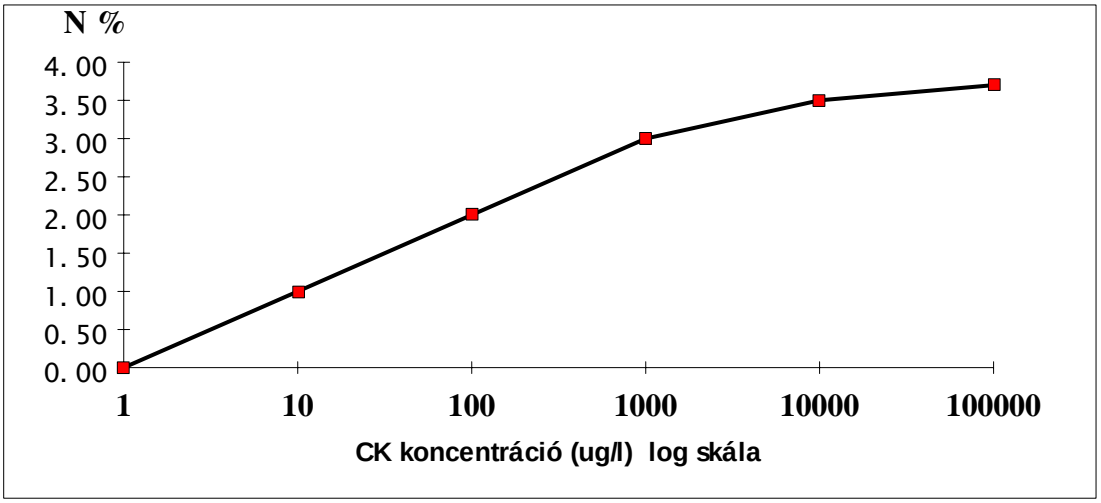


kontroll oldat citokinin oldat

14. ábra Reteklevél szélességének alakulása citokinin oldat hatására

A növekedési arányt (N) a log (CK koncentráció) függvényében ábrázolhatjuk:

$$N\% = \frac{\overline{X} - \overline{X}_{kontroll}}{\overline{X}_{kontroll}} \cdot 100\%$$



15. ábra A reteklevél relatív növekedésének alakulása a log citokininkoncentráció függvényében

A teszt végrehajtható a fehér mustár (Sinapis alba) szikleveleivel is, ekkor a csíráztatást 25 ^{o}C helyett 21-22 ^{o}C-on kell végezni. Az egyforma sziklevelek kiválasztása a mustárnál valamivel nagyobb gondot jelent.

	Levélátmérők 10-10 db (mm)	Szórás	Átlag	N%
Kontroll Standard Kezelés				

2.3.3.4. Békalencse növekedési teszt

A békalencse tenyészet szaporodásához fényre, legalább is a fitokrómok vörös fény által kiváltott aktív állapotára (P_{hy}) van szükség. Citokinint tartalmazó oldatban a szaporodás sötétben is végbemegy. Ez a jelenség alkalmas a citokininek viszonylag egyszerű és gyors tesztelésére. A tenyésztéshez megfelelő összetételű tápoldatot kell készíteni, és az ezen szaporodó növénykék tömegéből vagy a levelek számából lehet a citokinin-aktivitásra következtetni.
Az eljárás rendkívül kis mennyiségű gátlóanyag jelenlétére is érzékeny, ezért inhibitor tesztként is alkalmazható. (Vö: Gátlóanyagok: 2.3.4.3.1. Békalencse növekedésgátlás.)

Anyag, eszköz
- főzőpohár vagy kristályosító csésze
- termosztát
- tápoldat (ld. lentebb)

Növény: békalencse (Lemna minor).
Idő: 2-4 nap.
Standard: 50-20000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 5 ismétlés/kezelés.

Eljárás

A békalencse 3-4 levelet tartalmazó rozettáit $HgCl_2$-ben fertőtlenítjük, majd steril desztillált vízzel többször megmossuk. A tenyésztéshez készítsük el az alábbi összetételű tápoldatot, és a törzstenyészetet fényben szaporítsuk.

7. táblázat A békalencse tenyésztéséhez szükséges tápoldat

komponens	mg/l	komponens	mg/l
KNO_3	200	thiamin HCl	0,10
$Ca(NO_3)_2$	500	piridoxin	0,80
KH_2PO_4	136	nikotinamid	0,80
$MgSO_4$	120	H_3BO_3	0,60
$CaCl_2$	333	$MnCl_2$	0,25
KCl	150	$ZnSO_4$	0,75
$MgCl_2$	95	$CuSO_4$	0,75
glükóz vagy szaharóz	20000	$FeSO_4$	1,40
Mo^{++}	0,1		

pH = 5,0 (szükség esetén lM NaOH vagy HCl segítségével lehet beállítani)

A vizsgálandó anyag törzsoldatát, ha lehetséges üvegszűrőn szűrjük meg a fertőzések elkerülése végett, majd a tápoldatot 50 ml-enként főzőpohárba vagy kristályosító csészébe töltve állítsuk be az anyag higítási sorát és a standard Kn koncentrációkat. (A kontroll edényekben csak tápoldat legyen.)

A békalencséből minden edénybe 1-1 darabot teszünk és 2-3 napon át 25 ^{o}C-on, teljes sötétségben hagyjuk. Ezután az edényekben lévő levelek számát, illetve az edényenkénti növénytömeget meghatározzuk és összehasonlítjuk a kontrollal. A levélszámokból kiszámíthatjuk a megkétszereződéshez szükséges időt (t_{2x}).

2.3.3.5. Színanyagképződési tesztek

Egyes növényfajokban a citokininek rendkívül meggyorsítják a színanyag képződését. Ennek spektrofotometriás mérése módot ad a citokininaktivitás értékelésére. Az Amaranthus-fajokban a citokinin a jellegzetes lila színű betacianin szintézisét teszi lehetővé fénymentes körülmények között, az uborka szikleveleiben pedig a klorofillképződést gyorsítja meg.

2.3.3.5.1. Amaranthus betacianin teszt

Az Amaranthus fajok betacianin színanyagának képződése a klorofillhoz hasonlóan fényben történik. Citokinin kezeléssel pótolható a fény hatása, és a keletkező betacianin mennyisége utal a citokininaktivitásra. A szin-anyag képződését nagymértékben elő lehet segíteni a prekurzorként szereplő tirozin hozzáadásával.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- termosztát
- centrifuga
- spektrofotométer
- folyékony N_2 (vagy mélyhűtő)

Növény: csüngő amaránt (Amaranthus caudatus).
Idő: 18 óra + 96 óra csíráztatás.
Standard: 10-10000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 4 edény/kezelés.

Eljárás

Az Amaranthus magvakat 96 órán át csíráztatjuk a sötétben 25 ^{o}C-on. A maghéj eltávolítása után a sziklevelet a hipokotillal együtt levágjuk. A növényeket 10-esével Petri-csészébe helyezzük, szűrőpapírra, a tesztelendő oldatra, amely 10 mM koncentrációjú foszfát puffert is tartalmaz. A betacianin-szintézis fokozására a tesztoldathoz tirozint is adhatunk (természetesen a kontrollhoz is), ennek mennyiségét kísérletileg kell megállapítani. A Petri-csészéket 18 órán át 25 ^{o}C-on sötétben inkubáljuk, majd kezelésenként 3 ml desztillált vízben mélyhűtőben vagy folyékony nitrogénnel megfagyasztjuk a növényeket kétszer egymás után, majd az oldatokat centrifugáljuk. A vízbe kiáramló festék mennyiségét fotometrálással határozhatjuk meg az 542 és 620 nm-en mért elnyelések különbségéből.

2.3.3.5.2. Uborka klorofillképződési teszt

A tesztoldatban lévő citokinin lényegesen meggyorsítja az etiolált uborka sziklevelek klorofillképződését. A tesztelést az első 14 óra kivételével fényben kell végezni. A klorofillt acetonos extrakció után fotometrálással mérjük meg.

Anyag, eszköz
- Petri csész
- zöld sötétkamralámpa
- termosztát
- spektrofotométer
- aceton

Növény: uborka (Cucumis sativus).
Idő: 3,5 nap + 6 nap csíráztatás.
Standard: 1-10000 g/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 10 levél/edény, 4 edény/kezelés.

Eljárás

A teszteléshez olyan uborkafajták jók, amelyek maghéja könnyen leválik (pl. Budai korai). A magokat 25 ^{o}C-on sötétben csíráztassuk 6 napig. A szikleveleket zöld sötétkamra világítás mellett levágjuk, és 12-16-osával a tesztelendő anyag higításait tartalmazó Petri-csészékbe rakjuk szűrőpapírra. (A kontroll desztillált víz.)

A szikleveleket 14 órára visszarakjuk a sötét termosztátba, ezután pedig fluoreszcens megvilágításnak tesszük ki (220 cdl) 3 napon át. (Előtte fotoszintetikusan aktív fény ne érje a leveleket!)

A 10 legkevésbé eltérő nagyságú sziklevelet minden edényből kivesszük és felaprítás vagy eldörzsölés után 2x5 ml hideg acetonnal kivonjuk a klorofillt. Az extraktumok elnyelését 665 nm-en megmérjük, és a kezelések átlagát kiszámoljuk.

Az elnyelést a log koncentráció függvényében ábrázolhatjuk.

	E_{665} 1,2,3,4 ismétlés	Szórás s_{n-1}	Átlag E	$\frac{E}{E_{kontroll}}$
Kontroll Standard Kezelés				

2.3.3.6. Salátamag csíráztatási teszt

I. Magas hőmérsékletű csíráztatás

A salátamagok csírázása 25 ^{o}C feletti hőmérsékleten gátolt, de citokininek jelenlétében ilyenkor is megindul. A jelenség használható a citokininaktivitású anyagok vizsgálatára.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- termosztát

Növény: saláta (Lactuca sativa).
Idő: 2-3 nap.
Standard: 0,1 - 1000 mg/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 50 mag/edény, 2-4 edény/kezelés.

Eljárás

Helyezzünk 50 salátamagot 4 ml tesztoldattal megnedvesített szűrőpapírra, Petri-csészébe. Az edényeket 28-32 ^{o}C hőmérsékletű termosztátba rakjuk. A csíráztatás kezdetén szükséges lehet a magok megvilágítása. 2-3 nap elteltével minden edényben megszámoljuk a kicsírázott magokat. Az optimális hőmérsékletet előkísérlettel kell megállapítani, az a fajta érzékenységétől függ.

II. Fénymentes csíráztatás

A csírázásukhoz fényt igénylő salátamagvak citokinin jelenlétében sötétben is kicsíráznak. Az eljárás alkalmas a citokininaktivitású anyagok nem szigorúan specifikus előtesztelésére.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- termosztát

Növény: saláta (Lactuca sativa).
Idő: 48 óra.
Standard: 1-100 mg/l Kn.
Javasolt ismétlésszám: 50 mag/edény, 2-4 edény/kezelés.

Eljárás

Helyezzünk 50 salátamagot 4 ml tesztoldattal megnedvesített szűrőpapírra, Petri-csészébe. Az edényeket 48 órán keresztül 25 ^{o}C-on, sötétben tároljuk, majd megszámoljuk a kicsírázott magokat minden edényben. A magoknak a tesztoldatra kerülés után közvetlenül sötétben kell lenniük, ezután legfeljebb gyenge zöld világí-tás érheti őket. A citokininhatást csírázás közben alkalmazott 1 percig tartó vörös fényű megvilágítással fel le-het erősíteni, de ügyelni kell, hogy ez ne okozza a kontroll magvak nagyarányú kicsírázását.

2.3.4. Növekedésgátló anyagok vizsgálata

A növekedésgátló anyagok biológiai tesztelése nehezebb, mint a serkentő hatású vegyületeké. Ennek az az oka, hogy a tesztek által mutatott eredmények értékelése sokkal kevésbé egyértelmű, mivel egyrészt a különböző biokémiai folyamatok gátlása többféle okból is bekövetkezhet, másrészt a növekedésgátlók csoportjába sorolt anyagok hatása sok esetben a serkentőknél kevésbé specifikus, még több jelenségre kiterjedhet. Ezen kívül az ide sorolt vegyületek igen különböző típusúak, és közös tulajdonságuk - a hosszanti növekedés legtöbbször bekövetkező gátlása - mellett igen eltérő jelenségek előidézésében vesznek részt. Ezeknek a tanulmányozására a biológiai teszteken kívül tenyészedényes, egész növénnyel végzett kísérletekre is szükség van.

A laboratóriumi teszteket a következők szerint soroljuk fel:

- csírázásgátlás: magok kicsírázásának, csíranövények növekedésének, valamint növényi részek kihajtásának gátlása,
- hosszanti növekedésgátlás: antigibberellin és antiauxin hatás,
- kifejezetten ABS-jellegű hatások: fejlődés gátlása, öregedés gyorsítása, sztómák bezáródása, abszcízió.

2.3.4.1. Csírázásgátlási tesztek

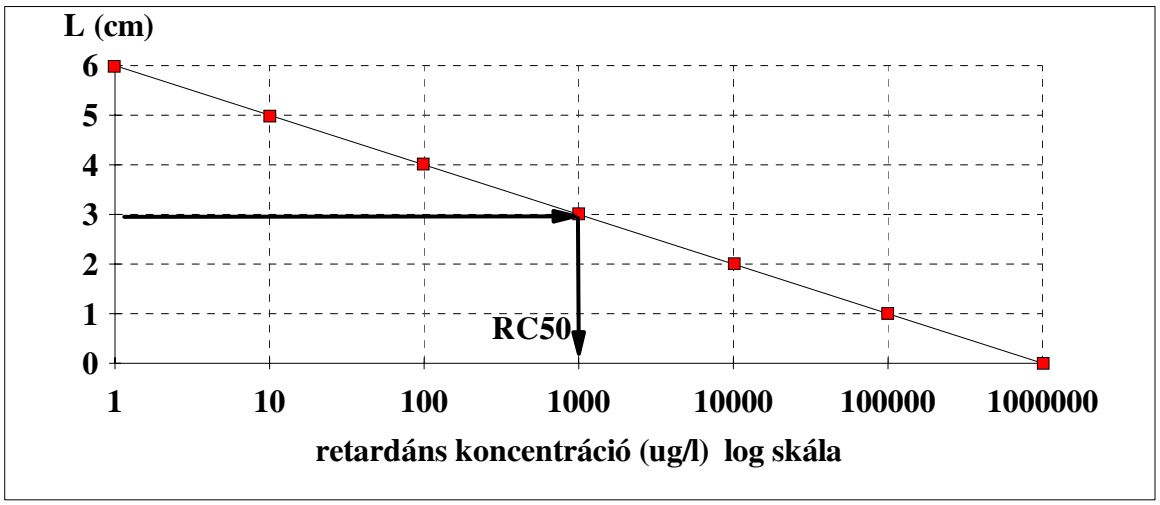
2.3.4.1.1. Uborka hipokotil gátlás

Az uborka hipokotil gátlási teszt jól alkalmazható retardánsok tesztelésére. A módszert a gibberellineknél leírtakhoz hasonlóan kell végrehajtani (ld. 2.1.2.1. Uborka csírázási teszt). 4 nap után a csíranövények hipokotiljait lemérjük és a kezelések átlagértékeit féllogaritmikusan ábrázoljuk a log koncentráció függvényében. A grafikon segítségével egyszerűen meghatározhatjuk az 50%-os retardálásához szükséges koncentrációt (C_{50} a tesztanyagnak az a koncentrációja, amely a kontrollhoz képest fele akkora növekedést eredményez).

A tesztet érdemes olyan módon is végrehajtani, hogy a csíráztatást 25 ^{o}C -on 3 napon át desztillált vízben végezzük, és csak ezután helyezzük a magokat a tesztoldatra, ahol újabb 3 napon keresztül hagyjuk sötétben növekedni. Vessük össze a kétféle módszerrel kapott eredményeket.

Anyag, eszköz
- termosztát
- Petri-csésze
- vonalzó

Növény: uborka (Cucumis sativus).
Idő: 4-6 nap.
Standard: CCC.
Javasolt ismétlésszám: 10 mag/edény, 3 edény/kezelés.



16. ábra Az 50%-os növekedésgátláshoz tartozó koncentráció (RC_{50}) meghatározása

2.3.4.1.2. Mustármag csírázási teszt

A mustár a biológiai vizsgálatoknál az egyik leggyakrabban használt tesztnövény. Főleg olyan anyagok tesztelésére szokták alkalmazni, amikről feltételezhető a biokémiai folyamatok gátlása, pl. vízszennyező anyagok vizsgálata, illetve tisztítási fok megállapítása egyes szennyvizeknél.

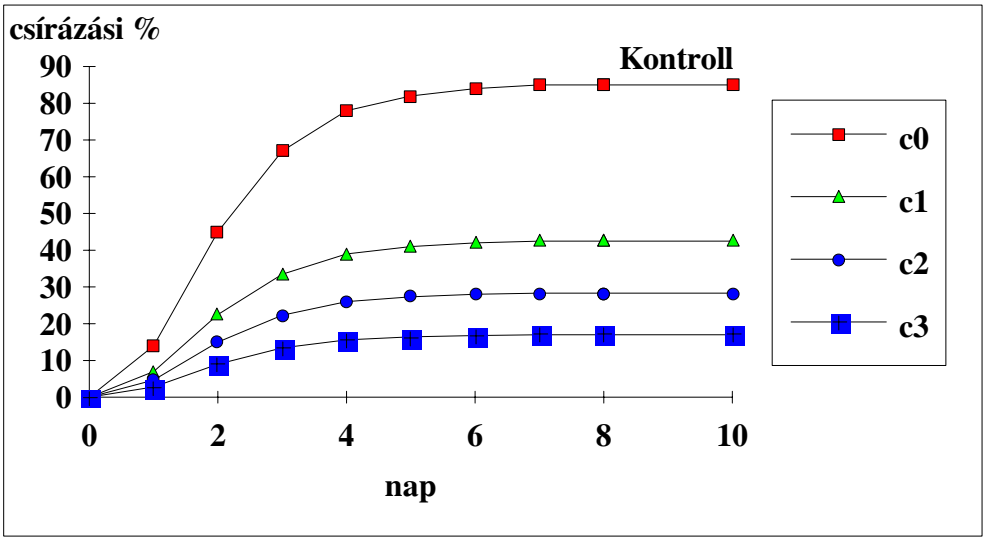
Anyag, eszköz
- Petri-csésze (9 cm)
- termosztát

Növény: fehér mustár (Sinapis alba).
Idő: 3 nap.
Standard: nem szükséges.
Javasolt ismétlésszám: 50 mag/edény, 2-4 edény/kezelés.

Eljárás

Rakjunk 50 mustármagot minden Petri-csészébe, amelyek szűrőpapírkorongot és 3 ml tesztoldatot tartalmaznak. (A kontroll desztillált víz.) A magokat sötétben 21-25 ^{o}C-os hőmérsékleten csíráztassuk és 24, 48, 72 óra elteltével jegyezzük fel az edényenként kicsírázott magok számát. A csírázási%-okat ábrázolhatjuk az eltelt idő és a log koncentráció függvényében. Az 50%-os gátláshoz tartozó koncentrációt (C_{50}) és 48 órás értékekből határozzuk meg.

$$\text{csírázási\%} = \frac{\text{kicsírázott magok száma}}{\text{összes magok száma}} \cdot 100\%$$



17. ábra A csírázás alakulása az idő függvényében különböző koncentrációjú gátlóanyagot tartalmazó oldatokban

2.3.4.1.3. Salátamag csírázási teszt

A salátamagok csírázása sötétben igen jól jelzi az enzimaktivitást fokozó anyagok jelenlétét, fényben pedig, amikor a normális csírázás biztosított, gátlóanyagok tesztelésére alkalmas (Vö. citokinin 2.3.3.6. Saláta mag csíráztatási teszt.)

Anyag, eszköz: Petri-csésze (9 cm).
Növény: saláta (Lactuca sativa).
Idő: 2 nap.
Standard: ABS.
Javasolt ismétlésszám: 50 mag/edény, 2-4 edény/kezelés.

Eljárás

A szűrőpapírt és 3 ml tesztoldatot tartalmazó Petri-csészékbe rakunk 50-50 db salátamagot. Az edényeket 20-23 ^{o}C-on állandó fluoreszcens fényforrás alatt helyezzük el. 48 óra elteltével számoljuk meg a kicsírázott magokat - amelyeknél a gyököcske csúcsa már látható. Ábrázoljuk a csírázási%-ot a log.koncentráció függvé-nyében, és határozzuk meg a C_{50} értékét.

2.3.4.1.4. Lucernamag csírázási teszt

A módszer nemcsak általában gátlóanyag, hanem retardánsok tesztelésére is alkalmas. A lucerna csíranövények összsúlyából következtetünk a növekedésgátlás mértékére.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze (9 cm)
- termosztát
- analitikai mérleg

Növény: lucerna (Medicago sativa).
Idő: 2 nap.
Standard: ABS, CCC.
Javasolt ismétlésszám: 50-100 mag/edény, edény/kezelés.

Eljárás

A tesztelendő anyag higításainak 4 ml-ét pipettázzuk Petri-csészébe, szűrőpapírra. Mindegyik edénybe rakjunk 50-100 db lucernamagot. 24 órán keresztül sötétben, 25 ^{o}C-os hőmérsékleten csíráztassuk a magvakat, majd újabb 24 órán át tegyük ki fluoreszcens megvilágításnak. Ezután a csíranövényeket emeljük ki az oldatból, száraz szűrőpapírral itassuk le róluk a nedvességet, és mérjük meg a friss tömegüket edényenként.

A csíranövények össztömegét a kontrollra vonatkoztassuk:

$$G\% = \frac{G}{G_{kontroll}} 100\%$$

Ábrázoljuk a G%-ot a log. konc. függvényében, és határozzuk meg a C_{50}-et.

2.3.4.1.5. Gumókihajtás gátlása

Gyakorlati szempontból fontosak lehetnek az olyan vegyületek, amelyek megakadályozzák a növényi raktározószervek kihajtását, vagyis lehetővé teszik a hosszabb időn át történő tárolást. Ezeknek az anyagoknak a tesztelésére répa, hagyma és burgonya használható.

Anyag, eszköz
- Petri-csésze
- 1-2 cm átmérőjű mintavevő kanál
- műanyag doboz vagy tálca
- vonalzó
- analitikai mérleg

Növény: sárgarépa (Daucus carota),
hagyma (Allium cepa) vagy fokhagyma (Allium sativum),
burgonyagumó (Solanum tuberosum).
Idő: 10-14 nap.
Standard: naftilecetsav (metilészter 500-5000 mg/l),
maleinsavhidrazid (dietanolamin só) 500-5000 mg/l.
Javasolt ismétlésszám: 4 minta/edény, 4 edény/kezelés.

Eljárás

A **sárgarépa** zöldjéből 1 cm-t hagyjunk a gyökértesten, a gyökérből pedig csak a felső 2,5 cm-t hagyjuk meg, a többi részt vágjuk le. Az így előkészített darabokat magas páratartalom mellett, 4-10 ^{o}C-on tároljuk, 3-4 napig, műanyag dobozban vagy tálcán.

Hagymából lehetőleg kis méretűeket (1-2 cm) használjunk fel. Válogassuk ki az egyforma átmérőjű hagymákat, és távolítsuk el a laza külső héjat. Ha fokhagymával végezzük a kísérletet, azt gerezdekre kell szedni és a leglazább héjat azokról is eltávolítani.

A **burgonyagumók** közül a nagyjából egyforma, közepes méretűeket válasszuk ki és az 1-2 cm átmérőjű mintavevő kanállal olyan félgömböket vágjunk ki a gumókból, melyek 1 db rügyet tartalmaznak. Ezeket 4-10 ^{o}C-on tároljuk, 3-4 napon át, magas páratartalmú levegőben, műanyag dobozban vagy tálcán.

Az előkészített növényi mintákat mártsuk be a vizsgálandó vegyszer illetve a standard különböző töménységű oldataiba. A kezelési idő 10 perc és 6 óra között változhat, a koncentráció mellett ez szerepelhet második tényezőként.

A kontrollnak szánt darabokat hasonló ideig csapvízben áztassuk. Megszáradás után a mintákat négyesével Petri-csészében lévő nedvesített tőzegmohára vagy homokra helyezzük és lefedetlenül tároljuk 18-24 ^{o}C-on, sötétben, 10-14 napig. Amikor a kontroll növények rügyei növekedésnek indultak, a rügyeket leválasztjuk, lemérjük a hosszúságukat, illetve súlyukat. Határozzuk meg azt a legkisebb koncentrációt, amely teljesen megakadályozza a rügyek kihajtását a kísérlet alatt.

2.3.4.2. Növekedésgátlási tesztek

A növényi részek vagy intakt növények megnyúlásának mérésével a gátlóanyag legjellemzőbb és legáltalánosabb hatását mérhetjük. A tesztelésre olyan növények alkalmasak, amelyek növekedése elegendően gyors, hogy a gátlás ellenére is mérhető növekedés jöhessen létre. Az inkubációs időt sok esetben meg is kell nyújtani a gátlóanyagok mérésénél éppen emiatt.

2.3.4.2.1. Búza koleoptil növekedésgátlás

A tesztet az auxinoknál leírthoz hasonló módon kell végrehajtani azzal a különbséggel, hogy az inkubációs időt meg lehet növelni és a koleoptil csúcsokat nem szükséges levágni. A módszer a zab koleoptil tesztnél alkalmasabb gátlóanyagok mérésére.

Anyag, eszköz
- csíráztató tálca
- csíráztató doboz
- termosztát, vörösfényű lámpa
- duplapengés szegmensvágó
- Petri-csésze
- mikroszkóp vagy nagyító

Növény: búza (Triticum aestivum, T. sativum, T. vulgare).
Idő: 24-48 óra + 3 nap csíráztatás.
Standard: TIBA, ABS, kumarin.
Javasolt ismétlésszám: 10 koleoptil edényenként, 2 ismétlés/kezelés.

Leírás: ld. Auxin 2.3.1.2.2. Búza koleoptil növekedési teszt.

2.3.4.2.2. Bab növekedésgátlás

A gyorsan növő bab rendkívül alkalmas nemcsak auxinok és gibberellinek, hanem növekedésgátló anyagok kimutatására is. A "Bab 2. szárköz megnyúlási teszt" mindkét változatával mérhető a gátlóanyag jelenléte, és fontos információkat nyerhetünk abból is, hogy szimmetrikus vagy féloldalas növekedésgátlás következik-e be a hajtáson. A módszer retardánsok tesztelésére is javasolható.

Anyag, eszköz
- tenyészedény, homok
-nedvesítőszer
- fémcsipesz
- vonalzó
- etanol, lanolin
- Eppendorf-edény

I. változat
- spatula
- tárgylemez

II. változat
- kézi permetező vagy hajlakkszóró

Növény: bab (Phaseolus vulgaris) (futó fajta).
Idő: 7 nap + felnevelés.
Standard: SADH, CCC, kumarin.
Javasolt ismétlésszám: 3-5 növény/kezelés.

Leírás: ld. "Bab 2. szárköz megnyúlási teszt" (gibberellinek 2.3.2.3.). A gibberellineknél leírtaktól annyiban különbözik a végrehajtás, hogy a tesztidő 4 helyett 7 nap, a világítás pedig gyengébb (50 cdl) legyen, a növekedés elősegítésére. Az eredményeket a 2. szárköz hossza adja, ezt a kontroll%-ában is kifejezhetjük.

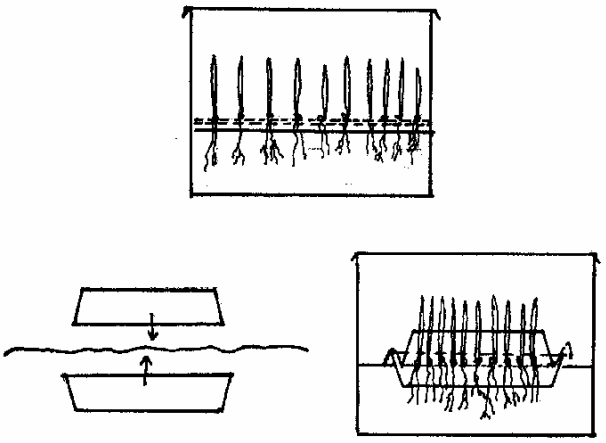
$$R\% = \frac{L_{kontroll} - L}{L_{kontroll}} \cdot 100\%$$

2.3.4.2.3. Búza csíranövényteszt

A retardánsok méréséhez és az újabb vegyületek értékeléséhez a C_{50} koncentráció meghatározásához gyakran alkalmazzák a vízkultúrában nevelt gabonafélékkel végzett módszert. Új retardáns vegyületeknél és összehasonlító vizsgálatoknál búza, árpa, rizs, rozs és kukorica csíranövényekkel is elvégzik a tesztet. Általános eset-ben a búza a legalkamasabb a retardáns-méréshez.

Anyag, eszköz
- csíráztató tálca
- vízkultúrás tenyészedény
- termosztát, fluoreszcens világítás
- tápoldat (ld. lentebb)
- vonalzó

Növény: búza (Triticum aestivum).
Idő: 14 nap + 2 nap csíráztatás.
Standard: CCC 10^{-6} - 10^{-4} M.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 2 edény/kezelés.



18. ábra Búza csíranövénytesztek kivitelezése

Eljárás

A búzaszemeket sterilizálás és 2 órás vízbeáztatás után 42 óra hosszat csíráztatjuk tálcán, papírvattában 24 ^{o}C-os hőmérsékleten sötétben vagy gyenge vörös fény mellett. A búza neveléséhez vízkultúrás tenyészedényre (ld. 18. ábra) van szükség. Ennek hiányában házilag is elkészíthető a szükséges eszköz. Csonkakúp alakú ivópohárból 2 db 2 cm vastag metszetet vágunk, és ezeket fordítva összeillesztjük, közéjük gézdarabokat szorítva. Összeragasztás után a növényusztatókat kristályosító csészében vagy főzőpohárban lévő desztillált vízre helyezzük. Az edényeket kívülről sötét papírral vagy alufóliával takarjuk, hogy a gyökereket ne érje túl sok fény. Az edényekbe desztillált vizet töltünk és a szitára 12-12 db egyformán csírázott búzaszemet helyezünk. Az első 24 óra alatt nedves szűrőpapírral takarjuk le a magokat. A növények felnevelése 14 napig tart 24 ^{o}C-on, közepes megvilágítás és nagy nedvességtartalom mellett. A megvilágítás lehetőleg ne legyen folyamatos, hanem 15 órás nappalhosszúsággal periódikus.

A 3 nap után a legkisebb és legnagyobb növényt kidobjuk minden edényből, így 10-10 növény marad. A 4. napon a vizet a vizsgálandó anyag oldatára cseréljük ki és mindegyik edényhez (a kontrollhoz is) 1 százaléknyit adunk az alábbi összetételű A és B törzsoldatokból:

8. táblázat Búza csíranövénytesztthez használt tápoldatok

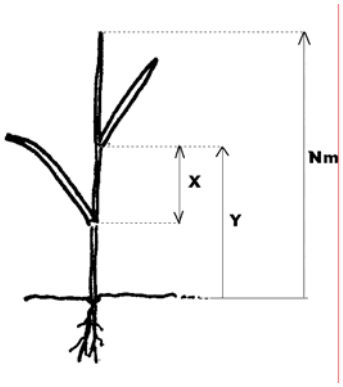
A törzsoldat		***B törzsoldat***	
komponens	g/l	komponens	mg/l
KH_2PO_4	33	H_3PO_4	290
$Ca(NO_3)_2x4H_2O$	133	$MnSO_4x4H_2O$	200
$MgSO_4x7H_2O$	17	$CuSO_4x5H_2O$	10
Fe-EDTA	6,1	$ZnSO_4x7H_2O$	20
		$Na_2MoO_4x2H_2O$	10

A 14. napon minden növényen lemérjük az 1. és 2. levél töve közti távolságot (X), valamint a mag és a 2. levél töve közti távolságot (Y), valamint a teljes növénymagasságot (Nm). A retardáns kezelések hatására ezek az értékek rövidebbek, mint a kontroll esetében. Számoljuk ki a retardálási arányt (R) és ábrázoljuk az R_X - log c , R_Y - log c és Nm- log c függvényeket. Állapítsuk meg az 50%-os retardáláshoz szükséges koncentrációt (10 napos RC_{50}) :

$$R_x\% = \frac{X_{kontroll} - X}{X_{kontroll}} \cdot 100\%$$

$$R_Y\% = \frac{Y_{kontroll} - Y}{Y_{kontroll}} \cdot 100\%$$

$$R_{Nm}\% = \frac{Nm_{kontroll} - Nm}{Nm_{kontroll}} \cdot 100\%$$



A módszer egyszerűsített változatában a növényeket 2 dl-es műanyag edényekben, papírvattán, vagy szűrőpapíron neveljük. Ebben az esetben ügyelni kell arra, hogy az elpárolgott vizet minden edénynél ugyanolyan szintig pótoljuk vissza.

2.3.4.3. ABS-jellegű hatások mérése

2.3.4.3.1. Békalencse növekedésgátlás

A fényben tartott békalencse-tenyészet segítségével igen érzékeny és pontos abszcizinsav kimutatást végezhetünk. A növény elsősorban az anti-citokinin hatású anyagokra érzékeny, így ABS-ból már a 10^{-10} M koncentráció is csökkenést okoz a szaporodásban. Ugyanakkor más anyagokra a teszt ilyen nagyságrendben nem reagál, gibberellinsav, kumarin és szkopoletin pl.10^{-5}-ig nem befolyásol. Citokinin jelenléte az ABS-hatást bizonyos fokig ellensúlyozza, amíg az IES szinergistaként hat az abszcizinsavval. (Ld. még Citokinin: 2.3.3.4. Békalencse növekedési teszt.)

Anyag, eszköz
- Erlenmeyer lombik (25 ml)
- termosztát, periodikus világítással
- analitikai mérleg
- etanol (néhány ml)
- tápoldat (ld. 2.3.3.4.)

Növény: békalencse (Lemna gibba).
Idő: 1 hét .
Standard : ABS 10^{-4} M 10^{-1}1 M.
Javasolt ismétlésszám: 5 lombik/kezelés.

Eljárás

Lemna gibba kolóniáit $HgCl_2$-os fertőtlenítés és többszöri mosás után a citokinineknél (ld. 2.3.3.4. Békalencse növekedési teszt) megadott steril tápoldaton szaporítjuk.

A teszteléshez 25 ml Erlenmeyer lombikokba 10 ml steril tápoldatot és a békalencséből azonos növekedési fázisban lévő 4 levelet rakunk. A tesztelendő anyagot és a standardokat 0,1 ml etanolban adjuk az oldathoz. (A kontrollhoz 0,1 ml tiszta EtOH-t adunk.) A tenyésztést 25 ^{o}C-on, 80000 lux erősségű megvilágítás mellett végezzük, és a vegetatív növekedés biztosítása érdekében rövidnappalos fotóperiódust alkalmazhatunk (16 h sötét, 8 h fény). 7 nap elteltével a telepeket kivesszük, szűrőpapírral leitatjuk róluk a vizet és megmérjük friss tömegüket, amelyet azután a kontroll százalékában fejezünk ki:

$$N\% = \frac{G}{G_{kontroll}} \cdot 100\%$$

2.3.4.3.2. Sztómazáródási teszt

A sztómák átmérőjének mérése alkalmas az antitranspiráns vegyületek tesztelésére. A természetes molekulák közül pl. az ABS, a xanthoxin, a trans-farnezol képesek a párologtatást szabályozni a sztómák becsukása által. (Ugyanakkor a citokininek a sztómák kinyílását segítik elő.)

Az antitranspiráns anyagok aktívitásának mérése ezzel a módszerrel a következőképpen történik:

Anyag, eszköz
- tenyészedény
- Petri-csésze
- okulár mikrométer
- objektív mikrométer (0,1 m)
- fluoreszcens világítás

Növény: Commelina communis.
Idő: 3 óra + a növény felnevelése.
Standard: ABS, xanthoxin, t-farnesol (ezek hiányában fenilhiganyacetát).
Javasolt ismétlésszám: 3x20 db sztóma/kezelés.

Eljárás

Tenyészedényben vagy cserépben neveljünk Commelina növényeket mesterséges körülmények között. A kísérlet megkezdése előtt néhány órán keresztül a növényeket tartsuk sötét helyen, hogy a sztómák záródjanak. Vágjuk le a legfiatalabb kifejlett levelet, és készítsünk epidermisz nyúzatot belőle. Ezt rakjuk a tesztelendő oldattal megnedvesített szűrőpapírra, nyitott Petri-csészébe. A standardként használt abszcizinsavat, xan-thoxint vagy t-farnezolt 0,1 M-os $NaNO_3$ és 0,01 M-os pH 6,7 foszfát puffer elegyében oldjuk csakúgy mint a vizsgált anyagot. (A fenti standardok helyett fenilhiganyacetátot is használhatunk, de ez erős fotoszintézisgátló is.)

Az epidermisz nyúzatokat 9000 lux világítás mellett 3 órán keresztül inkubáljuk - ha lehetséges, CO_2-mentes levegő áramoltatásával.

A 3 óra elteltével mikroszkóp alatt megállapítjuk a nyúzatok egy megfelelő részéről kiválasztott 20 db sztóma átmérőjét m-ben. Az átmérők a koncentrációtól függően általában 1-7,5 m között változnak. Kezelésenként 3x20 db sztómát mérjünk meg.

2.3.4.3.3. Leválási tesztek

Az abszcíziós módszerekkel kapcsolatos tudnivalókat az auxinoknál már ismertettük. A leválást serkentő vegyületek tesztelését teljesen hasonló módon kell végezni, tehát a gyapot és bab abszcíziós tesztek használhatók e célra. Standardként ezúttal ABS, etefon vagy endothall, esetleg fenilhiganyacetát alkalmazható, melyek a leválást serkentik (ld. 2.3.1.4.1.).

Gyapot abszcíziós teszt

Anyag, eszköz
- tenyészedény, vermikulit
- termosztát, világítással
- Petri-csésze 10 lyukú szártartóval
- agar
- mikropipetta (vagy kapilláris)
- műanyag csipesz

Növény: gyapot (Gossypium hyrsutum).
Idő: kísérlet szerint + 2 hét felnevelés.
Standard: ABS 25 mg/l-ig,
vagy etefon.
Javasolt ismétlésszám: 10 növény/edény, 1-2 edény/kezelés.

Leírás: ld. az auxinoknál: 2.3.1.4.1.

Bab abszcíziós teszt
Anyag, eszköz

- tenyészedény, homok
- lanolin, Tween-20
- kapilláris
- műanyag csipesz

Növény: bab (Phaseolus vulgaris).
Idő: kísérlet szerint.
Standard: ABS vagy endothall,
ezek hiányában Ph-Hg-Ac.
Javasolt ismétlésszám: 10-20 növény/kezelés.

Leírás: ld. auxinoknál: 2.3.1.4.2.

3. TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETEK

3. TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETEK

Ha valamilyen hatást a növényen jól ellenőrzött körülmények között akarunk vizsgálni, tenyészedényes kísérletet állítunk be. Különösen akkor indokolt az ilyen vizsgálat, ha a kérdéses anyagból csak kis mennyiség áll rendelkezésre, vagy nem ismerjük pontosan a várható hatást, és ezért kevés növényen akarjuk kipróbálni a készítményt. A tenyészedényes kísérletek alkalmasak arra is, hogy viszonylag kis költséggel nagyszámú kezelést állítsunk be. Nagyobb növényszámmal már csak az itt jónak bizonyuló kezeléseket szükséges beállítani üvegházban vagy szabadföldön.

3.1. A tenyészedényes kísérletek beállításának általános előírásai

A tenyészedényes kísérleteknek három fő típusa van: víz-, homok- és talajkultúra. Ezeket a későbbiekben részletesen ismertetjük.

Mindegyik típus esetében ki kell használni a kísérlet jellegéből adódó előnyöket, mindenekelőtt jól ellenőrzött körülményeket kell teremteni, ahol a hőmérséklet, fény, és páratartalom pontosan követhető és szabályozható. A mindenre alkalmas nevelőhely a **fitotron**, ami azonban nem mindig áll rendelkezésre. Általános esetben üvegházban vagy akár a laboratóriumban is biztosíthatunk megfelelő körülményeket a növények felneve-léséhez és a kísérletek elvégzéséhez. Az edényenkénti és kezelésenkénti növények számát a kísérlet jellegétől függően kell meghatározni. Magról nevelt növényeknél indokolt a tervezettnél több maggal indítani és később egyenlő számúra ritkítani , hogy az időközben fellépő részleges növényelhalás vagy keléshiba ne befolyásolja a kísérletet. Akár egy, akár több növény van a tenyészkultúrában egységenként, ügyelni kell arra, hogy **egy edényen belül csak egyféle kezelés forduljon elő.**

A tenyészedényeket **teljesen véletlen** vagy **véletlen blokk** elrendezésében helyezzük el. A kísérlet ideje alatt az edényeket lehetőleg ne cserélgessük gyakran, és ha a szélhatás miatt ez szükséges, minden kezelésből egyforma számú edényt mozgassunk meg. (A növények a mozgatásra is érzékenyek lehetnek.) Nagyon fontos, hogy a **különböző kezelések azonos hőmérsékleti és fényviszonyoknak legyenek kitéve.** Ha véletlen blokk elrendezést alkalmazunk, vagyis a különböző kezelések egy ismétlésen belül közel egy helyre kerülnek, az egyenlőtlen környezet által fellépő torzítás veszélye kisebb.
A felhasználandó magok egyenlő nagyságúak és súlyúak, valamint jó csírázóképességűek legyenek. Csíráztatás előtt a magvakat legtöbbször sterilizálni kell. Ehhez legjobb a 10-20%-os H_2O_2, melyben 0,5-1 óra hosszat, vagy a 0,1%-os szublimát ($HgCl_2$) oldat, amelyben 10 percig kell áztatni azokat. Használhatunk NaOCl vagy NaOH oldatot is. A fertőtlenítés után minden esetben többször alaposan át kell mosni a magokat vízzel. Különösen sokszori mosás szükséges a szublimátos fertőtlenítés után.

3.1.1. Vetőmagkezelés

Ha a vizsgálandó készítmény csávázószer, akkor nem kell sterilizálni a magvakat. Az elvetendő vetőmagmenynyiségeknek legalább tízszeresét csávázzuk, az előzőleg kezelésenként és ismétlésenként külön-külön kimért csávázószerrel. Ha külön e célra kialakított csávázógéppel nem rendelkezünk, a csávázást Erlenmeyer lombikban vagy Rotadest készülékben végezzük. Legalább 10 percig tartó rázással, illetve keveréssel kell az anyagot a magfelületre egyenletesen felhordani.

3.1.2. Talajkezelés

A talajok tápanyagszolgáltató képességének vagy kísérleti műtrágyák vizsgálatára a Chaminade-féle kistenyészedényes módszert használjuk. Ennél a módszernél nagy figyelmet kell fordítani a tápanyagok adagolására. (A technikai részletek a 3.3. pontnál találhatók.) Biztosítani kell, hogy csak a vizsgált elem kerüljön a relatív minimumba. Trágyahatás vizsgálatánál olyan növényt kell választani, melyek a tápanyagra, a tápanyagok mennyiségének változására intenzíven reagálnak, kezdeti fejlődésük gyors, erősen sarjadzóak. Ilyenek pl. az aprómagvú növények, pl. angol perje, köles, illetve 6-7 hetes koráig nevelt kukorica.

A talajok tápanyagszolgáltató képességének a vizsgálatára az angol perje nagyon jól bevált, ugyanis 3-6 növedékét felnevelve a tápanyagszolgáltatást az idő függvényében is vizsgálhatjuk.

A talajkezelés alkalmas bizonyos, gyökéren keresztül felvehető regulátorok vizsgálatára is.

3.1.3. Állománykezelés

Az állománykezelést levéltrágya vagy regulátor készítmények vizsgálata esetén alkalmazzuk. A permetezések időpontját a kísérlet célja határozza meg. A permetezendő anyagmennyiségeket előzőleg kezelésenként és ismétlésenként mérjük ki, és vízzel előírt töménységű oldatot készítsünk. A növényeket edényenként külön-külön permetezzük, ügyelve arra, hogy a növényállományt a permetezőszer egyenletesen befedje.
A pontos adagolást biztosító automata berendezés hiányában a permetezést szobanövénypermetezővel végezhetjük. Egy-egy kezelés befejezése után a permetezőeszközt vezetéki vagy desztillált vízzel alaposan mossuk ki.

3.2. Speciális tenyészedényes kísérletek

3.2.1. Vízkultúrás vizsgálatok

A kísérleti növényeket pontosan ismert összetételű tápoldatban neveljük fel egyrészt, hogy az egyes tápelemek jelentőségét meghatározhassuk, másrészt, hogy a növények tápanyagszükségletét, az egyes elemekkel szembe-ni igényét megismerjük.

Alkalmasak arra, hogy a növények növekedését, fejlődését és a rajtuk fellépő tüneteket táplákozásélettani szempontból tanulmányozzuk. Alkalmasak még a regulátorok alapvető hatásainak (növekedésgátlás, serkentés, gyökér- és hajtásrendszer változásai) vizsgálatára is.

3.2.1.1. Edényzet, eszközök

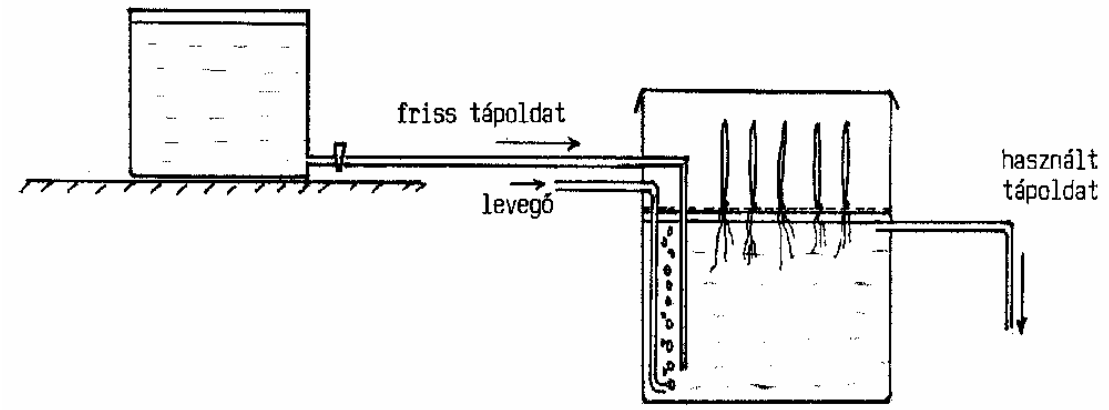
A növények vízkultúrás nevelésére üveg vagy műanyag edényeket alkalmazhatunk.

Az edények méretét mindig a kísérleti cél szabja meg. Az edényeket fednünk kell. Legegyszerűbb esetben tüllel vagy műanyag fóliával kötjük le az edényt, főleg ha apró termetű növényeket tenyésztünk, vagy ha a kísérlethez csak csíranövényre van szükség. Nagyobb növények felneveléséhez parafinozott kartonpapírból vagy fából készített fedőket használjunk. A növényeket a fedő nyílásaiban rögzítjük.

A cél az, hogy a fedő a növények rögzítésére és a tápoldatok lefedésére alkalmas legyen. Fontos szempont továbbá, hogy a növényekkel együtt könnyen leemelhető legyen egyrészt a gyökerek megfigyelése, másrészt a tápoldat megújítása érdekében. A kísérlet alatt biztosítani kell a tápoldatok szellőztetését. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy a fedőn keresztül az edény aljáig érő 0,5-1 mm átmérőjű csövet vezetünk be és sűrített levegőt fuvatunk az oldatba.

Az üvegedényekben lévő növényeket célszerű a fénytől védeni. Ezt papírborítással vagy festéssel tehetjük meg. A belső réteg fényelnyelő fekete, a külső pedig fehér színű legyen a hősugárzás visszaverése végett.

Néhány esetben igen hasznos az *áramló oldatok módszerét* alkalmazni. Ez lehetővé teszi a tápoldat folyamatos, állandó sebességű cseréjét. Egy lehetséges módszer az oldat külön edényből, csövön át történő adagolása, miközben a használt tápoldat egy másik csövön át távozik. A sebességet a szintkülönbséggel és a csövek átmérőjével lehet szabályozni:



19. ábra Az áramló oldatok módszere

3.2.1.2. Tápoldatok készítése

A leggyakrabban használt tápoldatok mindegyikében megtalálható a N, P, K, Ca, Mg, S, Fe. A helyesen megválasztott tápelemösszetétel felvehető formában, kellő koncentrációban biztosítja a növény számára nélkülözhetetlen anyagokat, és megakadályozza a kémhatás jelentősebb megváltozását. A tápoldatnak tehát az elem összetételen kívül megfelelő pH-val és pufferkapacitással is rendelkeznie kell.

- *Alaptápoldat*: csak makroelemeket tartalmaz.
- *Kiegészített tápoldatok*: a fentiekhez mikroelemtartalmú oldatokat adunk, vagy eleve hozzáadjuk azokat.
- *Hiányos tápoldatok*: ha ilyen tápoldatot készítünk, a kihagyott elem kationját vagy anionját egy másik só ugyanolyan%-os oldatával pótoljuk.

A tápoldatot desztillált vízzel mindig 1000 ml-re egészítjük ki oly módon, hogy először a víz egy részét mérjük be az edénybe, hozzáadjuk a recept sorrendjében az egyes sók oldatait, majd a maradék vízzel a tölcsért bemossuk. Minden egyes sóoldat betöltése után az edény tartalmát rázzuk jól össze.

Célszerű tömény törzsoldatot készíteni, mert a megfelelő mennyiség kivételével a tápoldat gyorsan előállítható.

Néhány tápoldat összetételét az alábbiakban közöljük:

9. táblázat Crone-féle tápoldat

Só	Koncentráció (g/l)
KNO_3	1,00
$Fe_3(PO_4)_2$	0,25
$Ca_3(PO_4)_2$	0,25
$CaSO_4$ x 2 H_2O	0,50
$MgSO_4$x 7 H_2O	0,50

10. táblázat Zinzadze-féle tápoldat

Só	Koncentráció (g/l)
NH_4NO_3	0,396
$Ca_3(PO_4)_2$	0,464
$Fe_2(SO_4)_3x7H_2O$	0,417
$MgSO_4$	0,500
Cl	0,737
$CaSO_4$ x 2 H_2O	0,500

11. táblázat Prjanisnikov-féle tápoldat

Só	Koncentráció (g/l)
NH_4NO_3	0,240
$CaHPO_4xH_2O$	0,172
Cl	0,160
$MgSO_4$	0,060
$CaSO_4x6H_2O$	0,344
$FeCl_3x6H_2O$	0,025

12 táblázat Hoegland-féle mikroelemoldat

Só	Koncentráció (mg/l)
$A1_2(SO_4)_3$	55
KI	28
KBr	28
TiO_2	55
$SnCl_2x2H_2O$	28
LiCl	28
$MnCl_2x4H_2O$	388
H_3BO_3	611
$NiSO_4x6H_2O$	55

$Co(NO_3)x6H_2O$	55

(a törzsoldatból 1 ml-t kell adni 1 liter tápoldathoz)

13. táblázat Knop-féle teljes és hiányos tápoldat

Tápoldatok	Alap tápoldat		Hiányos tápoldat						Teljesen hiányos oldat (ml)
	mikro-elemmel	mikroelem nélkül	N	P	K	Ca	Mg	Fe	
			ml						
Deszt.víz	971,3	971,3	981,3	980	970	971,3	976,3	971,3	1000
$Ca(NO_3)_2x4H20$ 10%-os	10,0	10,0	$CaSO_4x2H_2O$ 1 g	10	12,5	-	10,0	10,0	- -
KNO_3 10%-os	2,5	2,5	-	2,5	2,5	12,5	2,5	2,5	-
KCl 10%-os	1,2	1,2	3,7	2,5	-	1,2	1,2	1,2	-
KH_2PO_4 2,5%-os	10,0	10,0	10,0	-	10,0 $NaH_2PO_4x\ 2H_2O$	10,0	10,0	10,0	-
$MgSO_4x7H_2O$ 2,5%-OS	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,25 g $CaSO4x\ 7\ H2O$	5,0	-
$FeCl_3x6H_2O$ 5%-os	1 csepp	1 csepp	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
Mikroelem oldat	1	-	-	-	-	-	-	-	-

14. táblázat A leggyakrabban használt KNOP tápoldatok összetétele:

Só	Koncentráció (g/l)		
$Ca(NO_3)_2$	0,8	1,0	1,0
KH_2PO_4	0,2	0,25	0,25
$MgSO_4x7H_2O$	0,2	0,25	0,25
KNO_3	0,2	-	-
KCl	-	-	0,125
$FePO_4$	0,1	-	-
$FeCl_3$	-	0,025	0,0125

A bemérendő só mennyiségét a felhasznált vegyületre kell átszámítani.

15 táblázat A tápoldat összetétele általános esetben

mikroelem	koncentráció (mg/l)
Fe	3,0
Cu	0,05
B	0,5
Mn	0,5
Mo	0,1

3.2.1.3. A növények előnevelése

Az előcsíráztatás általában hosszabb ideig tart, mint a homoktenyészeteknél, víztenyészetben csak a gyökerek merülhetnek be a folyadékba. Első lépésként a sterilizált magvakat 24 óráig gyakran cserélt vízben duzzaszt-juk. A duzzasztott magvakat analitikai tisztaságú szűrőpapírrra vagy csíráztató hálóra rakjuk. A fedő szűrőpapír abban az esetben elhagyható, ha a csíráztató edényt üveglappal fedjük le. Csíraágyként cserép, vagy üveg, perforált úszókkal ellátott csíráztató edényt, esetenként homokot, tőzegmohát vagy fűrészport használunk.

A nagyobb magvakat (bab, kukorica stb.) úgy kell elhelyezni, hogy a kilépő gyökér görbülés nélkül növekedjen lefelé. Ha burgonyát akarunk víztenyészetben nevelni, akkor a gumó húsából a gyökeres hajtásokat izzított késsel kivágjuk, a metszési felületet 24 óráig szárítjuk vagy 5%-os H_2O_2 oldattal ecseteljük.
A csíráztatott magvak száma 10-100-szorosa legyen, mint amennyit felnevelünk. A csíranövények öntözése desztillált vízzel vagy a későbbi tápoldat 10-szeres hígításával történjen. Esetenként szükséges lehet a sok tartalék tápanyagot tartalmazó magvak kiéheztetése azért, hogy a későbbi vizsgálatokat ne zavarják. Technikai kivitelezése az endospermium vagy a sziklevelek 2-3 napos korban való eltávolításával történhet.

3.2.1.4. Tápoldatba helyezés időpontja

A kísérlet céljától, a fejlődési állapottól és a növények fajtájától függ. A növények fejlettségére vonatkozó általános szabály a megfelelő fejlettségű és hosszúságú gyökerek megléte (ez az állapot búzánál 5-6 cm, paradicsomnál 2-3 cm, burgonyánál 5 cm-es hajtásállapot).

Tápoldatba helyezés előtt a növényeket esetenként hosszabb-rövidebb ideig vezetéki vízben neveljük, mert így a növények erőteljesebb gyökérzetet fejlesztenek.

3.2.1.5. A növények kiválogatása

A kiválogatás terjedjen ki az egészségügyi állapotra, a magasságra, a levélfejlettségre, a szárvastagságra és a gyökérképzés mértékére. Ha szilárd szubsztrátumon neveltük elő a növényeket, kiemelés után a gyökereket desztillált vízben feltétlenül mossuk le. Az aprómagvú növények pl. füvek, mák stb. tápoldatba való azonnali átvitele nem célszerű. A növényeket először kisebb koncentrációjú tápoldatban neveljük és csak 8-14 nap múlva vigyük át az előírt töménységű oldatba.

3.2.1.6. A növények beerősítése

Tápoldatba helyezéskor ügyeljünk arra, hogy csak a gyökerek érintkezzenek a tápoldattal a sziklevél és endospermium pedig ne!

Hüvelyes növények N-mentes tápoldatban való termesztésénél a gyökerek felső részét is az oldaton kívül kell helyezni, hogy a gyökérgumócskák nitrogénkötő képessége maximálisan érvényesülhessen. Tüllháló fedélként való használata esetén a növények beerősítésére nincs szükség. Nagyobb nyílású fedők esetén a növények beerősítésére vattát vagy habgumi szivacsot használjunk, vigyázva arra, hogy ne érjen a tápoldatba, és a vastagságbeli növekedést ne gátolja. Támasztékul, növényektől függően különböző, általában drótból készült vázat készítünk.

3.2.1.7. A növények edényenkénti száma

A növényszámot a vizsgált növényfaj, a beállítható ismétlésszám és az a fenofázis határozza meg, ameddig nevelni akarunk. 4-6 ismétlés esetén mindenképpen célszerű egy edényben minél több növényt elhelyezni, de ügyelni kell arra, hogy az edények mérete határt szab a növekedésnek, ezért ne zsúfoljuk túl azokat.

Az edények mindegyikében azonos számú növény legyen. Minél kevesebb növény jut egy edényre, annál nagyobb legyen az ismétlésszám. Amikor csak egy növényt tudunk egyszerre elhelyezni (pl. cukorrépa, burgonya) 10-15 ismétlés beállítása indokolt. Hiánytünetek vizsgálatánál legalább 20 ismétléssel dolgozzunk.

3.2.1.8. A tápoldat kezelése

A növények eredményes felnevelése megkívánja, hogy a tápoldatból elfogyott oxigént időnként levegő bevezetéssel pótoljuk. A legtöbb esetben napi 20 perc levegőztetés elegendő. Ezen kívül fontos a tápoldat tenyészidőszak alatti kiegészítése, és megújítása is. Ezeknél a műveleteknél sem a pH, sem a koncentráció nem változhat. Részleges megújításkor friss tápoldatot használjunk vigyázva arra, hogy minden edény azonos mennyiséget kapjon. Előtte a régi tápoldatból ugyancsak azonos mennyiségeket ki kell önteni vagy csövön leereszteni. Erős párolgás esetén az elpárolgott vizet desztillált vízzel pótoljuk. Ha a kísérlet jellege nem zárja ki, hetente egyszer teljes oldatcserét végezzünk. (Az oldatcsere a növénytől függően történhet ennél gyakrabban, illetve kéthetente is.)

3.2.2. Homokkultúrás vizsgálatok

Azon növények nevelése esetén, amelyek gyökerei csak nehezen vagy egyáltalán nem tudnak a vízhez alkalmazkodni, homoktenyészeteket használjunk. Hasonló céllal alkalmazhatjuk a homoktenyészeteket is, mint a vízkultúrát. Alkalmazása a fentieken kívül abban az esetben indokolt, ha fontos szempont a tápközeg levegőzöttsége, vagy ha a növényt hosszabb ideig, pl. termésig akarjuk nevelni.

3.2.2.1. Edényzet, eszközök

A homoktenyészetekhez felhasznált homokot nagyon gondosan kell tisztítani, sterilizálni. Tisztításra sósavas, majd ezt követően vizes (desztillált vizes) átmosást kell végezni. Átmosás után a homok kiizzítása jelentheti a legbiztosabb fertőtlenítést. Mikroelem hiány vagy tápláltsági állapot vizsgálatoknál perlitet ne használjunk mivel a Magyarországon forgalmazottak makro- és mikroelemekkel jelentős mértékben szennyezettek. Homoktenyészetekben közegként kvarchomokot, folyami homokot, ionmentes műgyantát vagy habkőzúzalékot is használhatunk. A homokot rakhatjuk műanyag, üveg vagy cserép edénybe. Alájuk mindig helyezzünk csapadékfelfogókat az átfolyó víz összegyűjtésére. Gondoskodni kell az edények jelöléséről is, vagy külső feliratozással vagy a homokba dugható műanyag táblácskákkal.

3.2.2.2. Öntözés

A folyamatos vízutánpótlást a vízkapacitás (VK) alapján az edények rendszeres mérlegelésével végezzük. A tesztnövények keléséig az edényeket a VK 40%-án tartsuk, majd később a vízhozzáadást annyira kell fokozni, hogy megkö-zelítőleg a VK 70%-át elérjük.

Öntözővíznek mindig ugyanazt a vizet használjuk. Ha szükséges, tápoldatokkal is öntözhetünk. A tenyészedények szellőztetését az edény aljáig érő perforált üveg vagy műanyag csővel biztosítsuk. Az öntözéssel kapcsolatos egyéb tudnivalókra a talajkultúrás kísérleteknél leírtak az irányadók.

3.2.2.3. Tápsó keverékek

Homoktenyészetekhez a növények fejlődéséhez szükséges tápanyagokat különféle vegyületek bekeverésével lehet biztosítani. A kimért anyagokat alaposan homogenizálni kell a homokkal, és csak ezután szabad a tenyészedényekbe helyezni. A következőkben néhány tápsó keveréket ajánlunk. Ezekhez először desztillált vízzel alapoldatot készítünk.

16. táblázat Mitscherlich-féle alapoldat

só	koncentráció (g/l)
$CaNO_3$	50
NH_4NO_3	70
KNO_3	100
NaCl	21
$MgSO_4$ x 7 H_2O	33
$Ca(PO_4)_2$	67

17. táblázat Általános makroelemes alapoldat

só	koncentráció (g/l)
$NaH_2PO_4xH_2O$	97,94
$KHCO_3$	106,35
$Ca(NO_3)_2x4H_2O$	73,75
$MgCl_2x6H_2O$	25,37
$Na_2SO_4x10H_2O$	50,00

A fenti oldatból l kg légszáraz homokra 20 cm^3 mennyiséget adagoljunk.

18. táblázat Mikroelemes alapoldat

só	koncentráció (g/l)
H_3BO_3	0,400
$MnSO_4xH_2O$	0,900
$ZnSO_4x7H_2O$	0,445
$CuSO_4x5H_2O$	0,625
$Mo(NH_4)_2\ MoO_4$	0,032

A fenti oldatból 1 kg légszáraz homokra 10 cm^3 mennyiséget adagoljunk.

3.2.3. Talajkultúrás vizsgálatok

A talajkultúra elsősorban az adott tápanyag viszonyainak és a várható trágyahatások tanulmányozására szolgál. Alkalmazható műtrágyák, regulátorok vizsgálatára is, mivel a talajkultúra áll a legközelebb a természetes (szántóföldi) körülményekhez.

3.2.3.1. Edényzet, eszközök

Elsősorban műanyag edényeket használunk. Színe fehér vagy fémes fényű legyen, hogy a káros melegedést elősegítő fényelnyelést a legkisebbre csökkentsük. Alakja a jobb helykihasználás végett lehet négyzetes. Nagyságát egyrészt a kísérleti növény, másrészt a kísérlet célja határozza meg. Egy kísérletsorozaton belül csak azonos méretű és űrtartalmú edények használhatók fel.

A gyökérgumós növények kivételével a legtöbb növény számára a 20x20x20 cm és a 15x20 cm (átmérő x magasság) méretek a legmegfelelőbbek. A gyökérgumósok számára 25x25x30 vagy 30x30x30 cm-es edények alkalmasak. Az edényeket megtöltésük előtt tisztára kell mosni és desztillált vízzel alaposan átöblíteni. Abban az esetben, ha zárt edényeket használunk, úgy öntözőcsövet és drénező anyagot is használjunk. Az öntözőcső 15-17 mm átmérőjű műanyag cső legyen, mely az edény magasságánál 2 cm-rel legyen hosszabb. Az edény aljára drénező anyagot helyezzünk, mely üvegtörmelék vagy folyami kavics lehet. Használata előtt mindkettőt sósavval mossuk át, majd átmosás után desztillált vízzel öblítsük át. Célszerű a drénező anyagot géz vagy tüllzacskóba helyezni.

Alullyuggatott edények használatánál is (pl. Mitscherlich féle edény) célszerű drénező anyag használata, mert ezzel megakadályozhatjuk, hogy az átfolyó öntözővíz talajt mosson ki magával. A víz felfogására csurgalékfelfogókat kell elhelyezni, s az ebbe kerülő öntözővizet vissza kell önteni a tenyészedénybe. A növények eldőlésének megakadályozására egy pálcikákra erősített és az edény méretének megfelelő drótkarikát használhatunk.

3.2.3.2. A talaj előkészítése és a tenyészedény megtöltése

Fontos, hogy a kísérletekhez felhasznált talaj gyomirtószertől és más káros anyagtól mentes legyen. A felhasználás előtt talajanalízist kell végezni minden talajféleségből. A talajt vagy a különböző talajtípusokat egyenként alaposan össze kell keverni, majd 0,5 cm-es lyukbőségű szitán át kell rostálni. A talajhoz adandó tápanyagok összetételét és mennyiségét a kísérlet célja és a kísérleti növény szabja meg. A tápanyagokat por vagy oldat formájában adagoljuk, ez szemcsés műtrágya használata esetén is célszerű, mert így a homogenizálás jóval tökéletesebb. A szükséges talajt és az egy edényre kerülő trágyamennyiségeket edényenként külön-külön mérjük ki és lapos tálban keverjük össze. Egy-egy kezelés befejezése után a tálat alaposan mossuk át.
A tápanyag mennyiségeket az előzetes talajvizsgálatok után talajtömegegységre vonatkoztatva számítsuk ki.
(A tenyészedényeket térfogatsúlyra vagy pórustérfogatra kell beállítani.)

Homogenizálás után az edényeket azonnal töltsük meg. A töltést szakaszosan végezzük. Először 3-4 cm-es réteget helyezünk az edénybe, majd tömörítés után a fennmaradó talajmennyiséget egyenletesen tömörítve az edénybe helyezzük úgy, hogy a talaj felszíne - mindegyik edény esetén - az edény szélétől azonos magasságra (2 cm) legyen, mivel ez nagy segítséget nyújt az azonos magasságú tarlóra vágáshoz. A helyes tömörítés és töltés érdekében a munkálatokat próbatöltés előzze meg, mert így pontosan meg tudjuk állapítani az egy edény megtöltéséhez szükséges talajmennyiséget. (Rizs kísérletnél az edényeket úgy kell megtölteni, hogy a későbbiekben kb. 5 cm-es vízborítás biztosítható legyen.) Azért, hogy a tenyészidőszak alatt esetleg fellépő felszíni repedéseket, cserepesedést és a túlzott felmelegedést elkerülhessük, a talaj felszínére vetés után sósavval és desztillált vízzel tisztára mosott finom homokot helyezzünk 0,5 cm vastagságban.

3.2.3.3. Vetés

A talaj felszínének elsimítása után vetősablonnal kijelöljük a magok helyét. A tesztnövényt minden esetben a kísérlet célja határozza meg. Függetlenül attól, hogy milyen magot használunk, fontos szempont, hogy azok azonos nagyságúak és legalább 95%-os csírázóképességűek legyenek. Egy vetőlyukba csak egy magot rakjunk, a vetés mélysége minden egyes edénynél azonos legyen; nagyobb magvakat 1,5-2 cm mélyen, míg kisebbeket 0,5 cm mélyen vessük.

Egy 20x20x20 cm-es tenyészedényben egyelés után kalászosokból 20-25 növényt, borsóból 10-15, lucernából és vörösheréből 10-12 növényt hagyjunk meg.

Amennyiben a növény teljes felnevelése a cél, feleennyi növényt hagyjunk csak, egyenletes eloszlásban. Előcsíráztatott magok esetén a kívánt növényszámnál 5-10 szemmel, míg száraz magokból másfélszer többet vessünk. Abban az esetben, ha edényenként csak egy-két növényt (pl. kukorica, napraforgó, cukorrépa stb.) nevelünk, akkor az edénybe 8-10 magot vessünk és csíranövénykorban a fölösleges növényeket távolítsuk el.

Fűfélék magjainak vetésekor is ügyelnünk kell arra, hogy edényenként azonos mennyiségű magot vessünk. Angol perjénél pl. 1 dm^2-re 1000 csíraképes mag tömegének megfelelő mennyiségű mag kerüljön.

Az előzőleg kimért magot kartonpapírra helyezzük, majd egyenletesen a felszínre szórjuk - az esetleges egyenetlenségeket vékony ecsettel kiigazíthatjuk úgy, hogy a vetőmag a talajt az edény szélétől-széléig beborítsa.

Magtakaróként 0,5 cm vastag homokot használjunk. Vetés után a tenyészedényeket csomagolópapírral fedjük be, hogy a már előzőleg átnedvesített talajfelszín ki ne száradjon. A tömeges kelést követően a csomagolópapírt eltávolítjuk.

3.2.3.4. Öntözés, nedvességtartalom és vízkapacitás

Az egész tenyészidőszak alatt rendkívül fontos az optimális vízellátás biztosítása. Vetés előtt kerül sor a talaj nedvességtartalmának a beállítására. Ehhez - az edények talajjal történő megtöltésével egyidejűleg - meg kell határozni a talaj nedvességtartalmát és természetes víztartóképességét.

A talaj nedvességtartalmának meghatározása

E célból a tömegmérés a legegyszerűbb módszer. A vizsgálandó talajból néhány gramm tömegű mintát analitikai mérlegen 1 mg pontossággal lemérünk egy üveg vagy porcelán edényben (m_{nt}). Az edényt szárító-szekrénybe helyezve 105 ^{o}C-on súlyállandóságig szárítjuk, amelyhez maximum 5 óra kell. A száraz talaj tömegét ugyancsak 1 mg pontossággal bemérjük (m_{szt}), de ügyeljünk, hogy a mérés előtt a minta ne vegyen fel nedvességet a levegőből. Ha nem tudunk azonnal mérni, helyezzük exszikkátorba a mintát. A két tömeg különbsége az abszolút nedvességtartalom:

$$m_n = m_{nt} - m_{szt}$$

A relatív nedvességtartalmat a száraz talaj tömegének %-ában fejezzük ki:

$$rn\% = \frac{m_n}{m_{szt}} \cdot 100\% = \frac{m_{nt} - m_{szt}}{m_{szt}} \cdot 100\%$$

A talaj maximális vízkapacitásának meghatározása

A maximális vízkapacitás vagy víztartóképesség meghatározásához egy 5-6 cm átmérőjű, 15-20 cm hosszú üvegcsövet használhatunk, melynek egyik végét szűrőpapírral és gézzel lezárjuk. A csövet 10 mg pontossággal lemért légszáraz talajjal (m_{lszt})töltjük meg és a gézzel lekötött végével lefelé egy nem sokkal nagyobb átmérőjű edénybe állítjuk. Fölülről addig locsoljuk, amíg a cső alján át nem csurog a víz. Az alulról így kevés víz-ben álló csövet fölül lefedve néhány órán át így hagyjuk, majd az edényből kivéve fél órán keresztül hagyjuk a vizet lecsorogni. A vizes talaj tömegét ezután megmérjük (m_{vt}).

A vízkapacitás az elnyelt víz és az eredeti légszáraz talaj tömegének viszonyát fejezi ki:

$$VK\% = \frac{m_{vt} - m_{lszt}}{m_{lszt}} 100\%$$

A maximális vízkapacitás abszolút értéke is kiszámolható egy adott mennyiségű légszáraz talajra g vagy kg víz mennyiségben. Megtöltéskor az edényeket rendszerint a talaj vízkapacitásának 70%-áig öntözzük. Az öntözésnél figyelembe kell venni a talajban már meglévő nedvességtartalmat.

A vegetációs időszak alatt is rendkívül fontos, hogy a tenyészedényekben lévő növények azonos körülmények között nevelődjenek. Ehhez feltétlen szükséges - többek között - az optimális vízellátás biztosítása. A vegetációs időszak alatti öntözés az edények beállításakor megállapított és a kísérleten belül azonos tömeg eléréséig történik.

Az edényeket általában hetente kétszer (hétfő és péntek) szükséges mérlegelni. Egyszerre túlságosan sok vizet ne adagoljunk, mert az összegyűlő víz eliszapolhatja a talajt. Így ha a hőmérséklet 30 ^{o}C fölé emelkedik vagy egyéb körülmények miatt nagy vízveszteség lesz, az edényeket naponta kell mérlegelni és ennek megfelelően öntözni.

Abban az esetben, ha Mitscherlich-edényeket használunk, szükség esetén naponta öntözzünk. Az öntözést a beállítás utáni első három hétben csak óvatosan (napi 100-120 ml vízzel) végezzük. Mikor a növények gyökerei a talajt átszőtték, már az öntözést az első átcsurgó cseppek megjelenéséig végezzük. Nagy figyelmet kell fordítani az öntözővíz minőségére is. Az öntözéseket ionizált vagy desztillált vízzel végezzük.

3.2.3.5. Növényápolás

Naponta tüzetesen meg kell vizsgálni a növények egészségi állapotát. Fertőzés megjelenése esetén, ha a kísérlet jellege nem tiltja, növényvédőszeres permetezést is végezhetünk, de ha lehet, akkor ezt kerüljük el.

Mikroelem kísérletek esetén növényvédőszereket ne használjunk. Állati kártevők fellépése esetén azokat próbáljuk meg kézzel eltávolítani.

3.3. A tenyészedényes kísérletek értékelésének általános előírásai

Fenológiai és morfológiai megfigyelések

Rendszeres időközönként (a kísérlet céljától függően) feljegyezzük a fenológiai állapotok bekövetkeztének időpontjait (fenológiai skálák segítségével). A megfigyelés terjedjen ki a fitotoxicitás vizsgálatára is, értékelése százalékosan történjen. Figyelni kell a morfológiában bekövetkező változásokat is (pl. ízközszám, rövidülés, hajtáselágazódások száma, levelek száma, mérete, teljes növény, növényrészek egymáshoz való aránya).

Növénymagasság

Mm-es beosztású mérővel (mérőléc), vagy vonalzó segítségével rendszeresen mérni kell a teljes növénymagasságot, ezen belül pl. a levélemeletek közti távolságot is.

Gyökértömeg

A gyökereket azonos magasságban vágjuk, vágás után a ráragadt szennyeződésektől vizes kimosással tisztítsuk meg és mg pontossággal mérjük le.

Gyökérhosszúság

Speciális (pl. regulátor) kísérleteknél indokolt lehet a gyökérhosszúság mérése, mm-pontossággal.

Zöldtömeg

A növényeket azonos magasságban vágjuk le. Ehhez segítséget nyújt pl. talajkultúránál, ha a talaj az edény szélétől azonos magasságban van, így a növények vágása az edény felső részéhez igazodva történhet. A zöldtömeget vágás után azonnal analitikai mérlegen mérjük le.

Szárazanyag hozam

A víztartalom és a zöldtömeg ismeretében, meghatározása számítással történik.

Terméstömeg

Abban az esetben, ha a tesztnövényeket termésig neveljük, szükséges ezek mennyiségének a meghatározása is. A betakarítás technikája növényenként változik, pl. gabonának a szemtermésen kívül meg kell határozni annak betakarításkori nedvességtartalmát, az ezermag- és Hl-tömeget, a szemmel borított kalászhosszúságot, kukoricánál a szemmel borított csőhosszat is. A zöldségnövények, bogyósok betakarításánál fel kell jegyezni a termések számát, illetve egy-egy termés tömegét.

Növénymintavétel

A kísérlet céljának megfelelően különféle módon és időben vehetünk növénymintákat. Ha a növény fejlődésének különböző szakaszaiban veszünk mintákat, úgy minden edényből azonos számú növényt kell a talaj felszínén levágni, és zöldtömegük azonnali meghatározása után a vizsgáló laboratóriumba szállítani.

Talajmintavétel

Kisebb talajtömeget befogadó edények (1-3 kg) esetén az edényenkénti teljes talajmennyiséget vizsgáltassuk meg. Nagyobb edények esetén is a reprezentatív minta az egész talajmélységig terjedjen ki.

Vizsgálat előtt a talajmintákat meg kell tisztítani a növény- és gyökérmaradványoktól.

3.4.Termesztőközegek csírázásgátló, fitotoxikus és gyomosító hatásának vizsgálata

Tőzegek, szerves trágyák, komposztok, földkeverékek és különböző önmagukban,vagy bizonyos arányban tápközegként alkalmazott anyagok biológiai vizsgálatának végrehajtása:
(A módszer az MSZ - 08 - 0012/4-79 szabvány módosításával készült)

Csírázásgátló és fitotoxikus hatás vizsgálata

Tesztnövény: Sinapis alba (Fehér mustár).
Ismétlésszám: 4.
Magszám: 25 db/edény (100 mag/kezelés).
Talajtérfogat: 0,2 dm^3/edény.
Hőmérséklet: 22-27 °C.
Időtartam: 16 nap.
Növényszámolás: 1.,2.,3.,4.,5-6.,10-12.,15-16. napon.
Növénymagasság: utolsó napon.

Kezelések

1. Kontroll talaj (pl. Terra, Biovital virágföld) (= 0% minta)
2. Minta : kontroll talaj 1 : 4 térfogatarány (= 20% minta)
3. Minta : kontroll talaj 1 : 1 térfogatarány (= 50% minta)
4. Minta önmagában (= 100% minta)

A kontroll talaj engedélyezett és kipróbált, forgalomban lévő termesztőközeg legyen. A különböző készítmények eredményeinek összevethetősége érdekében ajánlatos hosszabb időn és sok vizsgálaton keresztül ugyanazt a kontrollt alkalmazni.

Amennyiben a vizsgált anyag nem önmagában kerül felhasználásra, a szokásos 100%, 50%, 20% mellett alacsonyabb dózisokat (pl. 1%, 5%, 10%) is be kell állítani. A vizsgált anyagot és keverékeit a kontroll talajjal együtt kezelésenként 4 db 200 cm^3-es műanyag (esetleg üveg vagy porcelán) edénybe helyezzük a megfelelő térfogatarányban. (A tömegarány szerinti beállítás nemcsak bonyolultabb, de a célnak jóval kevésbé felel meg a közegek eltérő sűrűsége miatt.) Az edények átmérője és magassága is legalább 6 cm legyen. A beöntözött tápközegek tetejére edényenként 25 fehér mustár magot helyezünk, majd ezt követően átlátszó fóliával az egészet betakarjuk a párolgás megakadályozása érdekében, és természetes vagy mesterséges megvilágítás mellett 16 napig tartjuk 22-27 °C hőmérsékleten.

A teljes értékű csírázott (kikelt) növények számát 24 óra elteltével , vagyis az első napon, valamint a 2., 3.,4. napon és még három alkalommal az 5. vagy 6., a 10. vagy 12. és a 15. vagy 16. napokon följegyezzük. (A fóliát akkor távolíthatjuk el, amikor a növények azt elérik, vagyis kb. a 3.- 4. napon.) A mérések időpontja 1-2 napot eltér-het a megadottól, de a kísérlet elején mindenképpen naponta kell növényt számolni. Az utolsó napon megmérjük a növények magasságát edényenként 5 jellemző növény alapján, és feljegyezzük az esetleges fitotoxikus tüneteket. A 7 mérési adat eredményeit edényenként átlagoljuk, és ebből egytényezős varianciaanalízissel hasonlítjuk össze a kezeléseket. Az átlagos növényszám és a növénymagasság eredményeit a konfidenciaha-tárokkal oszlopdiagramon, a növényszám időbeli alakulását (csírázásdinamika) vonaldiagramon ábrázoljuk.

Jelentésminta: ld. a mellékletben

Gyomosító hatás vizsgálata

Kezelésszám: 3.
*Ismétlésszám:*4.
Talajtérfogat: 200 cm^3/edény.
Hőmérséklet: 22-27 °C.
Időtartam: 15 nap.

Kezelések

1. Kontroll talaj (pl. Terra, Biovital virágföld) (= 0% minta)
2. Minta : kontroll talaj 1 : 3 térfogatarány (= 25% minta)
3. Minta önmagában (= 100% minta)

A megfelelő arányokban bekevert termesztőközeg edényeit 15 napon át inkubáljuk természetes vagy mesterséges megvilágítás mellett 22-27 °C hőmérsékleten. A kikelt gyomok számát edényenként följegyezzük, átlagoljuk és 1 dm^3 talajra átszámoljuk. A gyomok fajonkénti meghatározására csak különleges esetekben van szükség.

A gyomosító hatás kategorizálása:

0 db/dm^3	nincs
1-10 db/dm^3	enyhe
11-50 db/dm^3	mérsékelt
50 fölött	erős

Jelentésminta: ld. a mellékletben

4. SZABADFÖLDI KIS- ÉS NAGYPARCELLÁS VALAMINT ÜZEMI KÍSÉRLETEK

4. SZABADFÖLDI KIS- ÉS NAGYPARCELLÁS VALAMINT ÜZEMI KÍSÉRLETEK

A laboratóriumi és tenyészedényes módszerekkel kipróbált készítmény gyakorlati alkalmazásához szabadföldi körülmények között először kisparcellás vizsgálatokat kell végezni. Az alkalmazásig vezető úton ez jelenti a legnagyobb ugrást, és a legdöntőbb szakaszt. Az ellenőrzött körülmények között kipróbált készítmény hatása ugyanis a szabadföldi kísérletben könnyen elmarad, vagy más jellegű lesz, amikor nem tudjuk szabályozni a hőmérsékleti, csapadék, szél- és talajviszonyokat. Kritikus tényezőt szokott jelenteni a megfelelő elhelyezés elrendezés és a pontos technikai kivitelezés. A szabadföldi kísérletek hibája nagyobb, reprodukálhatósága rosszabb, mint az első két lépcsőé, de egy jól végrehajtott kisparcellás kísérlet megbízható és döntő információkat adhat az alkalmazhatóságról.
Ha a kisparcellás vizsgálatok ezt egyértelműen bizonyították, nagyparcellás és üzemi méretű kísérletekkel győződünk meg arról, hogy a szer kiállja-e a gyakorlat próbáját, illeszthető-e az üzemi technológiába.

A készítmény akkor kerülhet engedélyezésre, ha a vizsgálati lépcsők során egyértelműen kiderül, hogy a kívánt hatást biztosítja, és alkalmazásának nincsenek lényeges technológiai akadályai.

4.1. Eszközök

A szabadföldi kísérletek végzéséhez az egyszerű eszközökön kívül speciális, sokszor nehezen beszerezhető és drága műszerek ill. gépek is szükségesek. Ezeket az alábbiakban csak vázlatosan érintjük, mivel nemcsak a regulátor és tápanyag kísérletek, de valamennyi szabadföldi kísérlet hasonló eszközöket, gépeket igényel, kevés a kifejezetten termésnövelő anyagokhoz használatos eszköz. Az eszközök típusait e csoportosításban azért sem részletezzük, mert ezek gyorsabban változhatnak, mint a módszerek.

A kísérletekhez szükséges eszközöket a tevékenység fázisai szerint lehet csoportosítani:

Kijelölés, kitűzés: mérőszalag, kitűzőkarók és zsinórok, távolság és magasságmérő műszerek.

Kezelés: csávázó készülék, mérleg, főzőpoharak és kalibrált mérőedények, pipetták, permetező gép.

Talaj- és növénymintavétel: mintazacskók, zsákok, mintavevő eszközök (a minta jellegétől függően).

Adatfelvételezés: számológép, füzet, számláló készülék, fényképezőgép, esetleg hordozható számítógép, hosszmérő eszközök.

Betakarítás: zsákok, mérleg, parellakombájn, vagy kézi betakarító eszközök.

A kísérletek technikai kivitelezésének részleteivel külön módszertan foglalkozik.

4.2. A szabadföldi kísérletek beállításának általános végrehajtási módszerei

4.2.1. A kísérleti terület kiválasztása

Ha kísérleti telepen dolgozunk akkor is, de különösen ha üzemi táblára tervezzük a kísérletet, a kezelések megkezdése előtt fontos a kijelölt terület (táblarész) alapos megismerése, bejárása azért, hogy az elhelyezésből adódó káros hatásokat a minimumra csökkentsük.

Figyelembe kell venni a következőket:

- a genetikus talajtérképet és a legutolsó talajvizsgálati adatokat,
- a talaj homogenitását, mert talajfoltokra kísérlet nem kerülhet,
- a kísérleti terület a dűlőúttól legalább 20 m, országúttól 100 m távolságra legyen, a por, füst és egyéb szennyeződés elkerülése érdekében,
- a kísérleti terület ne legyen erdő, épület vagy más, a kísérlet objektivitását befolyásoló természetes és mesterséges tereptárgy közelében, azoktól legalább 100 m-re célszerű elhelyezni,
- ne rakjuk olyan területre, ahol előző évben is kísérlet volt, trágyázási kísérletnél 5-10 évet ki kell hagyni,

- a területen legalább 2 évre visszamenően egyformán műveljék a talajt erélyesebb agrotechnikai beavatkozás után (pl. istállótrágyázás, feltöltő jellegű P, K trágyázás) több időt (5-10 év) kell hagyni, hogy a különbségek kiegyenlítődjenek,
- speciális témájú kísérletet speciális adottságú területre kell elhelyezni, (pl. magnéziumtartalmú szerrel hatás-kísérletet magnéziumban gazdag talajon ne állítsunk be, mésztartalmú anyagot savanyú talajú területre kell vinni stb.),
- a kísérleti területen ne legyenek szintbeli egyenetlenségek, vegyük figyelembe a várható esőzésekből adódó belvízfoltokat, az ilyen mélyedéses, összefolyásos helyeket nem szabad kísérletre kijelölni,
- a légi permetezésnél arra is figyelni kell, hogy fasor vagy villanyvezeték lehetőleg ne határolja a táblát, amennyiben a közelben repülőtérnek alkalmas lucerna tábla vagy legelő van, akkor a vizsgálat költségeit jelentősen csökkenthetjük,
- a talaj növényi és vegyszer maradványoktól mentes legyen, ezért kell kerülni a forgókat, ahol az előző vegyszerezésből vagy műtrágyaszórásból túldozírozás történhetett, melyek a kísérleti eredményeket irreálissá teszik,
- legyünk tekintettel arra, hogy a témalapon előírt későbbi műveleteket (felülkezelés, mintavétel, termésmérés) az időjárástól függetlenül el tudjuk végezni, és a kísérleti területet a szükséges eszközökkel bármikor meg tudják közelíteni.

Mindez rendkívüli körültekintést igénylő munka. Ha szükséges, kérjük ki a táblát jól ismerő üzemi szakember véleményét.

4.2.2. Térképvázlat készítése

Az elhelyezési vázlatnak rendelkeznie kell a térkép fontos jellegzetességeivel, melyek a következők:

- égtájak megjelölése,
- megközelítő méretarányosság,
- olyan jellegzetes tereptárgyak, helység- vagy útmegjelölések szerepeljenek rajta, melyek azonosítása után a kísérletet bárki térkép után is megtalálhatja és eligazodhat rajta,
- helység, üzem és tábla neve (jele),
- parcellák mérete (szélesség, hossz, terület),
- távolsági adatok a visszaméréshez (m-ben),
- kezelések sorszámmal (arab) ellátva,
- ismétléseket azonosító jelölések (római számmal) az egyes ismétlések elé.

A mértékarányos helyszínvázlat elkészítése nagyparcellás kísérletek esetében megoldható. Kisparcellás kísérleteknél a terület 1:10000 léptékű térképén a területazonosítás szempontjai szerinti vázlatot egy elrendezési vázrajzon, a kezelésekkel és az ismétlésekkel ábrázoljuk.

Kombinált jelöléseket is lehet alkalmazni, amikor minden parcellába beírjuk, hogy hányadik kezelésről van szó.

A gyümölcsösben vagy szőlőben végzett kísérletekben az elhelyezési vázlaton mind a kis- mind a nagyparcellás kísérletek esetében valamennyi fát, tőkét egyedileg be kell jelölni, hogy mely sorban, hányadik fa vagy tőke mely kezeléshez tartozik. (Az egyedi bejelölésre azért is szükség van, mert a gyümölcsfák és szőlő esetében gyakran a regulátoros kezelést követő évben is megnyilvánuló kezelés hatásokat is fel kell mérni, de előfordulhat, hogy a lehetséges utóhatások vizsgálata érdekében 2-4 évvel később is azonosítanunk kell a kezelt fákat, tőkéket. Ugyancsak különösen fontos az egyedi bejelölés a hiánytünetek megszüntetésére irányuló kísérletekben.) Az ültetvényekben beállított kisparcellás vizsgálatokban a kísérleti terület legtöbbször nem egy ültetvényrészt, hanem a vizsgálatba vont fák, tőkék összességét jelenti. Az ültetvény általános adottságai a kísérlet célkitűzései szerint kijelölt parcellák között több-kevesebb kezeletlen, a kísérletnek nem részét képező terület marad ki.

4.2.3. A kísérlet kitűzése

A parcellák kijelölését, elhelyezését a 20. ábrán mutatjuk be.

Alappont kitűzése

A kísérleti tervrajz alapján végezzük a terület helyszíni kitűzését és kijelölését. Először a tábla szélén egy alappontot tűzünk ki (A), melynek helyét a térképen berajzoljuk. Az alappontból a tábla felé egyenesen (irányegyenes) és a tábla mentén jobb vagy baloldali irányával (alapvonal) bezárólag derékszöget kell kitűzni. Az alapvonalon lesz később kitűzve a másik alappont (B), amely a parcellák későbbi, újbóli kitűzéséhez nyújt kiindulási pontot.

Pontok megjelölése

A két alappontot többéves kísérlet esetén tartósan meg kell jelölni. A megjelölésre legalkalmasabb egy 10 x 10 cm-es oldalélű vagy 10 cm átmérőjű hengeres fémoszlop, melyet 30-40 cm-re leásunk a talajba. A felszín fölé nyúló 10-20 cm-es részt a környezettől eltérő színre (piros-fehér) lehet festeni, ez a későbbiek folyamán az oszlop megtalálását könnyíti meg. Az alapponttól (A) a tábla közepe felé kijelölt irányegyenest a tábla túlsó végén szintén tartósan jelöljük meg (D). Amennyiben a tábla méretei ezt nem teszik lehetővé, a kimérés időtartamára ideiglenes, de jól látható megjelölés is végezhető.

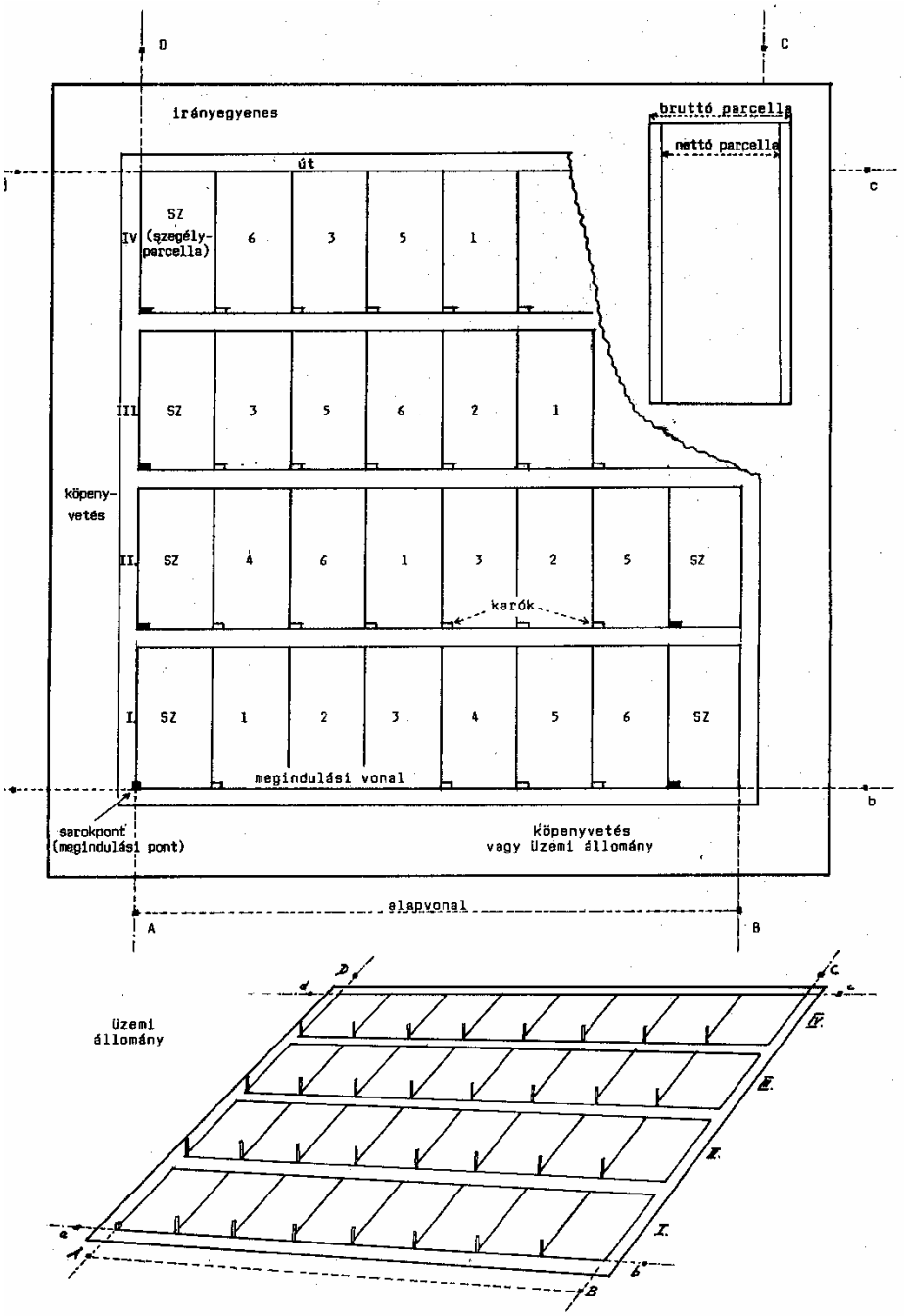
Parcellák kimérése

Az alappontok kitűzése után történhet a parcellák kimérése. Legelőször ki kell jelölni az első ismétlés parcelláinak az első szélét, a megindulási vonalat. Ehhez a "D" pont felé tartó irányegyenesen addig haladjunk a tábla közepe felé, míg a szegélyhatást, árnyékhatást és egyéb kedvezőtlen körülményeket ki nem zárjuk. Megfelelő ponton az irányegyenesre szögprizmával merőlegest mérünk, ez lesz a megindulási vonal, vagyis a kísérlet első ismétlésében lévő parcellák első karósorának a helye. A derékszög csúcsa lesz a megindulási pont, innen kiindulva kell mérni a parcellák első karósorát.

A kísérlet (ismétlések, blokkok) szélén ki kell mérni a szegélyparcellákat, melyek mérete a többi parcelláéval azonos. Tehát ismétlésenként két parcellával mindig több lesz, mint a kezelések száma.

A trágyázási kísérleteknél a parcellákat általában többször is ki kell tűzni. Ugyanis a kisparcellás kísérletnél a karók zavarják a gépi munkákat, ezért a műtrágyák kiszórása után fel kell szedni, majd a gépi munkák (vetés, növényvédelem stb.) után újból kitűzni. A parcellák újbóli kitűzéséhez fix karók szükségesek, melyek alapján a "visszaparcellázás" megoldható.

A fix karókat rendszerint a kísérlet oldalainak meghosszabbításában a tábla szélén helyezzük el.



20.ábra 6 kezeléses, 4 ismétléses kísérlet beállítása és elhelyezése véletlen blokk elrendezésében

Kezelések, ismétlések kimérése

Az ismétléseket azok számának megfelelően egymás mögött vagy egymás mellett (blokk elrendezésben) helyezzük el. Az ismétlések között és azokat övezően különböző széles közlekedő utakat jelölünk ki, ezek megkönnyítik a karbantartási, megfigyelési és betakarítási munkákat. Közlekedő útnak 3 méter szélesség nem mindig elegendő, ez a növényektől függően változik. Búza esetén pl. a kiskombájn fordulásához a két végén legalább 10 m kell. A belső sorozatokban az 1-3 m elég, de itt meg attól függ az út szélessége, hogy milyen vetőgéppel vetünk. Kukoricánál a puskával történő vetés miatt a sorozatok között az 1 m széles út bőven elegendő, de kombájnos betakarításhoz már kevés.

Parcellák kitűzése

A parcellákat 60 cm hosszú, 5 cm széles, 1-1,5 cm vastagságú, fekete számokkal előre sorszámozott és fehérre festett karókkal célszerű megjelölni. A számozott jelzőkarókat a nemzetközileg elfogadott szokás szerint mindig a parcella út felőli oldalának bal alsó sarkába helyezzük el úgy, hogy felírása az út felé nézzen. A szegélyvetés parcella karói hasonló méretűek legyenek, alapszínük piros, számozást nem kapnak. Ültetvények esetében a parcellák kikarózását a kezelt fa, vagy tőke tövéhez leszúrt szabványméretű (50x5x1,5 cm) karóval végezzük. A karón legfelül tüntessük fel az ismétlések sorszámát római számmal, alatta a kezelés sorszámát arab számmal. A két számot eltérő színű festékkel is lehet festeni, így leolvasásuk és értelmezésük könnyebb.

Adatok és karók végleges rögzítése

A 20. ábra B és C pontjait a kísérlet parcelláinak széléhez pontosítjuk és ezeket a pontokat is véglegesítjük. Még egyszer ellenőrizzük szögprizmával, hogy az egyenesek derékszögben vannak-e egymással. Szükséges a térkép adatainak végleges ellenőrzése is, ne maradjon ki egyetlen lényeges adat sem, amely a parcellák esetleges későbbi visszaméréséhez szükséges. A parcellák teljes kimérése után a kezeléseket az előírt módon el kell végezni, ha szükséges a talajba dolgozni. A művelet után a kísérlet négy sarkát (20.ábra) "a-b-c-d" ponton kisméretű karók talajba verésével jelöljük meg.

4.2.4. A kísérletek végrehajtása

4.2.4.1. Talajkezelés

Szervestrágyák, biotrágyák, istállótrágyák és komposztok vizsgálata

Kisparcellára a trágyaadagok kimérését előre el kell végezni. Minden egyes parcellához készítsük oda a kiszórandó mennyiséget műanyag zacskókban. A szórást a parcella szélén kezdjük, és kb. 0,5 m sávban haladjunk körbe. Az így behatárolt területet - három fogással - már beszórhatjuk. Kézi szórás esetén ajánlatos a kimért trágyát két részben - a parcellán hosszában és keresztben végig haladva - kiszórni. Különösen kevés anyag esetén a szórást először mindig óvatosan, kis mennyiséggel kezdjük, hogy a kimért mennyiség elég legyen a parcellára. Ha szórás után még marad vissza anyag, azt egyenletesen szórjuk ki újra, vagy az előzőleg szóratlanul maradt kisebb foltokat korrigáljuk vele.

Bedolgozásra a legalkalmasabb a kerti kistraktorra szerelt eke vagy tárcsa, mivel a bedolgozás egyenletessége, mélysége jól szabályozható.

A növényápolás a tesztnövényeknek megfelelő mindenkori technológia szerint történjen.

Nagyparcellán a parcella szélességét a rendelkezésre álló munkagép szórószélessége (vagy annak egészszámú többszöröse) határozza meg. Kezelésenként változó mennyiségű dózisok esetében minden egyes kezelés adagjának kiszórása előtt szóráspróbát kell végezni a kísérleti területtől távolabb eső táblarészen, s csak beállítás után kezelhető a kísérleti parcella. A parcellánként kiszórandó mennyiséget előzetesen szintén mérjük ki. Törekedni kell, hogy a felhasznált szervestrágya megfelelő homogén állapotú legyen. A kijuttatást követően az előírt mennyiségben kell bedolgozni a talajba.

Szilárd és folyékony műtrágyák vizsgálata

Kisparcellás kísérletben a szilárd műtrágyát betonon vagy más sima, tiszta helyen átlapátolással, a folyékony műtrágyát tartályban intenzív keveréssel homogenizáljuk, majd ebből az anyagból mérjük ki a hatóanyag % ismeretében a parcellánként kiszórandó mennyiségeket a következő képlet szerint:

$$M = \frac{D \cdot A}{10000} \frac{100}{c}$$

ahol M= a parcellára kiszórandó műtrágya (kg)
D = a készítmény dózisa (kg/ha)
A = a parcella bruttó területe (m^2)
c = a vizsgált készítmény hatóanyagtartalma (%)

A kimérést rögtön azokba a műanyag zacskókba vagy edényekbe végezzük, amelyekben a műtrágyát a kiszórásig tárolni fogjuk. A mérést dkg pontossággal végezzük. A műtrágya kijuttatásának időpontját, illetve az azt megelőző munkákat úgy kell tervezni, hogy azt egy kísérletben egy napon belül elvégezhessük. Ehhez nemcsak a szükséges munkaerőt, az időjárást, hanem még a szélviszonyok előrejelzését is figyelembe kell venni. Felázott talajon, ahol a kiszórt műtrágya a talpakra ragad, vagy szélben, mely különösen a por alakú műtrágyákat a szomszédos parcellára fújja, nem szabad műtrágyát kiszórni. Ha előre nem látható időjárási vagy egyéb körülmények miatt a műtrágyázást mégis abba kell hagyni, úgy törekedjünk arra, hogy a megkezdett blokk kezelésein a kiszórást mindenképpen fejezzük be.

Egy kísérletben mindennemű munka csak blokkonként történhet, vagyis előbb egy blokk, vagy ismétlés minden kezelésében el kell végezni a soronlevő munkát, és csak ezután kezdhető meg az azonos munka a következő blokkban. Ez a főszabály ugyanúgy vonatkozik a műtrágyák kiszórására, mint a növényápolási munkákra vagy a betakarításra.

A műtrágyák bemunkálását a kiszórás befejezése és a parcellakarók felszedése után haladéktalanul el kell végezni. Ez egyrészt azért nagyon sürgős, mert a nitrogén műtrágyák esetében veszteségek állhatnak elő, másrészt egy hirtelen eső után az összefutó víz a műtrágyákat a mélyebb helyekre összemoshatja.

Ültetvények műtrágyázása esetén - mindkét oldalon - a csurgó vonalában, (a feltételezett gyökérzónában) a parcella teljes hosszában az ültetvény és a talaj jellegének megfelelő helyen, 30-40 cm széles sávban kell a műtrágyát kiszórni és talajmaróval bedolgozni.

Folyékony műtrágyázás esetén 10 literes, csappal ellátott edényből egyenletes sebességgel kell a barázdába juttatni a szükséges adagot. A műtrágyák kijuttatása után a barázdákat be kell temetni.

A mélyműtrágyázás speciális formája esetében (növények egyedi kezelése) pl. a vaskelát készítmények talajba juttatása hidrofúróval történhet. Haflingerre szerelt permetezőgép esetén szórókeretére csatlakozó tömlőre kell kötni a hidrofúrót. Egy növényegyed kezeléséhez átlagosan 6-10 liter víz szükséges. A pontos és azonos mennyiségű folyadék kijuttatása úgy biztosítható, hogy a nyomótömlőbe a hidrofúró elé folyadékmérő órát csatlakoztatunk. A parcellákon lévő növényegyedek számától függően kell a vízmennyiséget meghatározni, amelyhez 10 litert még hozzá kell adni az egyenletes kijuttathatóság érdekében.

Nagyparcellás kísérletben a szilárd műtrágyáknál a kezeléseket a célnak megfelelő legjobb minőségű munkát végző munkagéppel végezzük. A szórásegyenletességet és a szórógépet beállítás után folyamatosan ellenőrizzük.

A folyékony műtrágyák kijuttatása két módszer alkalmazásával valósítható meg, felszínre történő terítéssel, illetve talajfelszín alá történő injektálással.

A fúvókák méretét az alkalmazott folyékony műtrágyák fizikokémiai tulajdonságai (oldat, szuszpenzió, stb.) határozzák meg. Ha a felszínre juttatunk ki folyékony műtrágyát, törekedjünk annak mihamarabbi bedolgozására.

4.2.4.2. Vetőmagkezelés, csávázás

A magkezelő anyagok vizsgálata minden esetben vetőmagcsávázás formájában történik. Az egész kísérleti területhez szükséges vetőmagmennyiséget annyi részre kell egyenletesen elosztani, ahány kezelés szerepel a kísérletben. Az így elosztott vetőmagmennyiséget egy rész kivételével - mely a kezeletlen mag marad - a kezelésnek megfelelő anyaggal kell csávázni a kísérleti szer előírása szerint.

A vizsgálandó szert a vetőmaggal igen alaposan és minél egyenletesebben el kell keverni és biztosítani kell a vetőmagon a tökéletes tapadást. Kis tétel csávázását lombikban, nagyobb tételét csávázó berendezésben 10-15 perces keveréssel kell végrehajtani.

A vetést mindig a csávázatlan vetőmaggal kell kezdeni, majd az azonos hatóanyaggal csávázott kezelések vetése következzen. Az azonos kezelések elvetése után a vetőmagládát a megmaradt magoktól és csávázóanyagtól meg kell tisztítani.

4.2.4.3. Állománykezelés

Kisparcellás kísérletekben a szilárd halmazállapotú anyagokat előre mérjük ki, a folyékony készítményeket a helyszínen is kimérhetjük.

A kimért mennyiségek egy parcellára az alábbi képlet segítségével számolhatók ki:

$$M = \frac{D \cdot A}{10}$$

ahol M = a bemérendő mennyiség ml-ben vagy g-ban
D = dózis, kg, l/ha-ban
A = effektív parcellaterület m^2-ben

A szükséges mennyiséget az erre a célra megfelelő edényben, az ismétlések számánál mindig eggyel több számban mérjük ki egyszerre, és 5 l vízben alapos keveréssel oldjuk fel (pl. 4 ismétléses kísérletben 1 literes tartály használata esetén a permetezőszert 5 ismétlésben mérjük ki és azt 5 liter vízben oldjuk fel). Ezzel a mennyiséggel az ismétlések biztonságosan kezelhetők. Permetezés előtt győződjünk meg a permetlétartály épségéről, ügyeljünk arra, hogy a gáz- és permetlé csövek épek legyenek, a csatlakozásuk biztos legyen, a tömítések jól zárjanak. A gázpalack nyomásmérője üzemképes legyen és a valóságnak megfelelő értéket mutasson. Meg kell győződnünk a gázpalackban lévő gáz mennyiségéről, hogy az előírt nyomásértéket tudja-e biztosítani. A szórókereten azonos értékű, kifogástalan szórófejek legyenek.

A permetezés végrehajtása

Mivel a permetezést végző személynek egyidejűleg több tényezőre kell koncentrálnia, ajánlatos a kísérlet beállítása előtt a permetezés végrehajtását alaposan begyakorolni. Először töltsük fel a tartályt tiszta vízzel és álló helyzetben állítsuk be a nyomást 3-4 atm. nyomásra. A gáz útját megnyitva a nyomásmérő mutatója a kívánt nyomásra áll be, és ezt az értéket a permetezés végéig tartani kell. Ha permetezés közben a nyomásmérő mutatója állását változtatja, mindaddig kell a nyomást állítani, amíg az egész permetezés idején változatlan nyomást tudunk biztosítani.

A kis térfogatú palackkal történő permetezésnél, különösen hűvös időben nem tudjuk biztosítani a permetezés során az állandó 3-4 atm. nyomást. Propán-bután gáz esetén a permetezés közben a dohányzás és nyílt láng használata tilos! Munkavédelmi szempontból a sűrített levegő vagy nitrogén használata előnyösebb.

A megfelelő nyomás beállítása után, amelyet a nyomásmérőn lévő beállító csavarral biztosítunk, meghatározzuk az egy parcellára szükséges permetlé kijuttatásához szükséges időt másodpercben. A szórásidőt stopperórával, állóhelyzetben mérjük. A tartályokat feltöltjük vízzel, és állandó nyomáson lemérjük a permetezés idejét. Ez a nyomástól függően 7-12 sec. Az állandó nyomás és a megfigyelt idő két kritikus tényező, amely meghatározza a permetezésnél a menetsebességet.

A módszerrel csak akkor érjük el a célunkat, ha a permetezés végrehajtásánál egyenletes sebességgel haladunk a parcellán és minimálisra csökkentjük a permetezés során a hibalehetőségeket.

A tartályokat minden ismétlésnél újra kell tölteni, de az újratöltések előtt a permetlevet minden esetben alaposan keverjük fel. A megmaradó permetlevet a kezelés befejezése után meg kell semmisíteni.

Permetezések végrehajtása ültetvényekben

A parcella méretétől, a készítménytől és a kísérleti növény magasságától függően kell megválasztani a permetezőgép típusát. Nagyon lényeges a pontos permetlémennyiség kijuttatása, mert egy hektárra vetítve már jelentős eltérések adódhatnak a szükséges permetlé mennyiségének a meghatározásánál.

Haflingeres kezeléseknél ügyelni kell arra, hogy a tartályban lévő permetlé kb. 10 liter alatt már nem juttatható ki egyenletesen. A motoros háti permetezőgép használata esetén a parcellára kiszámított vízmennyiséggel a parcellákkal megegyező területen próbapermetezéseket kell végezni a haladási sebesség begyakorlásához. Az előzőleg bemért és ellenőrzött háti vagy földi gépbe töltjük az egy fára kiszórandó permetlevet és egyenletesen, azonos sebességgel körbe haladva az egész fát bepermetezzük. A permetezésnél felülről lefelé haladjunk és ügyeljünk arra, hogy a kimért mennyiség a lehetőségekhez képest teljes egészében a fára kerüljön. Kerüljük az elsodródást, szeles időben permetezni nem szabad. Ha mód van rá minden fára külön végezzük a bekeverést és egyszerre csak egy fára elegendő permetlé mennyiséget mérjünk be, így biztosítani tudjuk, hogy az előírt dózis kerüljön a növényre.

Abban az esetben, ha a fák vagy tőkék habitusa közel megegyezik egymással, egyszerre egy parcella területére (3-5 fa) mérjük ki a permetlevet, vagyis ismétlésenként külön-külön végezzük el a kezelést.

Nagyparcellás kísérletekben a készítményeket a kezelés előtti napokban mérjük ki parcellánként külön-külön, ha egy parcellát többszöri tankolással tudunk permetezni, akkor tankolásonként végezzük el a kimérést.

A szántóföldi permetező gépek beállítása

A növényvédő gépeket táblázatban vagy diagramban megadott szórófejekkel szereljük fel, a választott vízmennyiségnek, adott nyomásnak és sebességi fokozatnak megfelelően. A beállítás után el kell végezni a permetezőgép bemérését. A tartályt vízzel feltöltjük és 100 m-es útszakaszon, a kívánt sebességfokozatban, üzemközbeni gázzal üzemeltetve a permetezőgépet, stopperórával mérjük meg az út megtételéhez szükséges időt.

A kapott eredményt a $v = \frac{360}{t}$ képletbe helyettesítjük be.

ahol v = a gép haladási sebessége km/óra
t = 100 m út megtételéhez szükséges idő, sec.

Ezután elvégezzük a húzási próbát 1/4 hektáron. A gép húzási hosszát megkapjuk, ha a 2500 m^2-t elosztjuk a gép munkaszélességével. A tartályt teljesen feltöltjük és elvégezzük a 2500 m^2 permetezését. A tartályból elfogyott vízmennyiséget úgy állapítjuk meg, hogy a tartályt addig töltjük vízzel 10 l-es kalibrált mérőedénnyel, míg a tartály teljesen megtelik. Néggyel szorozva az 1 ha-ra kijuttatandó vízmennyiséget (Q) kapjuk meg.

A v és Q értéket behelyettesítve a $q = \frac{Q \cdot b \cdot v}{600}$ képletbe, megkapjuk a szórókereten található összes szórófej által kijuttatott permetlé mennyiségét, 1/percben, amit q-val jelölünk,

ahol Q = 1 ha permetezéséhez szükséges permetlé mennyisége, 1/ha
b = a munkagép munkaszélessége m-ben
600 = állandó szám

Ezt követően mérőlap vagy kalibrált edény - ha ez nem áll rendelkezésre - nylon zacskó segítségével elvégezzük a keresztirányú beállítást. Megmérjük, hogy külön-külön minden szórófej 1 perces üzemeltetés alatt mennyi permetlét szór ki. Amikor ez az érték a számított értéktől ± 5%-kal eltér, akkor a szórófejet ki kell cserélni újra. A szórásegyenletességet műszeresen is ellenőrizhetjük.

A készítmény bekeverése az üzemben szokásos módon (pl. Pemix keverőkocsi) vagy tankkeverék formájában végezhető el. Két különböző készítmény kijuttatása között a permetezőgépet 80-100 l vízzel át kell mosni, a szűrőkből a képződött üledéket el kell távolítani.

A permetezés munkamenete

Mivel a parcellák a munkaszélesség többszörösei, ezért a permetezési csatlakozásoknak pontosan illeszkedni kell. A permetezőgépet a parcella széléhez állítjuk úgy, hogy a szórókeret a parcella szélét jelző karóhoz kerüljön. A szórókeret először a parcellán kívül helyezkedjen, ebben az állapotban működtetjük a permetezőgépet, amíg minden szórófej egyenletesen nem kezd szórni, csak ezután indulhat a permetezés.

A tartályba 40-50 l vízzel többet kell tenni - ennek megfelelően több készítményre van szükség -, mert mindig marad vissza permetlé, amit a szivattyú nem tud a tartályból kiszívni.

Légi permetezés fontosabb szempontjai

A kezelések megkezdése előtt 48 órával a területileg illetékes Önkormányzatnál a légi permetezésnél a szükséges bejelentéseket tegyük meg - különösen fontos ez, ha virágzó kultúrát permetezünk (pl. napraforgó) - még akkor is, ha csak levéltrágyázunk. Ha a kezelés elmarad, a bejelentést az előírásoknak megfelelően ismételjük meg az új időpont előtt is. Ismétlésenként 2 jelzőember beállítása szükséges. A jelzőknek készíttessünk 1 x 1 m-es piros-fehér-piros sávozású zászlót, amit 2 db 2 m-es rúdra szerelünk.

Magasnövésű kultúráknál (kukorica, napraforgó) az ismétlések kezdetét a 2 m-es karóhoz erősített további 1,5 m-es karóval jelöljük meg, így a jelzőknek kezeléskor az ismétlések megtalálása nem okoz gondot.

Az ismétlések és a karósor könnyebb megtalálását teszi lehetővé, hogy a karósor mellett 2 m-es utat alakítunk ki, természetesen erre nincs mindenütt lehetőség.

Nagy lombkoronájú gyümölcsültetvényekben a légi kijuttatás nem javasolt. Támberendezéses ültetvényekben (szőlő, málna) a jelzés a támberendezés tetejére erősített, jól olvasható nagyméretű - legalább 60 x 60 cm-es - jelzőtáblákkal oldható meg.

A repülőgépek beállítását, ellenőrzését az RSZ által kiadott "Repülőgépes technológia 1982" alapján kell végezni. A cseppméret nagyságát és a fedettséget a kombinációban alkalmazott peszticidek határozzák meg, illetve az önmagában kijuttatott levéltrágyák esetében olyan szórófejet kell alkalmazni, amelyek biztosítják a levélfelület borítottságát, a permetlé megfolyása nélkül.

A kezelés megkezdése előtt próbakezelést kell végezni vízzel. Amennyiben a kimért területre pontosan elfogy a víz, akkor a beállítást megfelelőnek kell tekinteni. Ha a permetlé tartályban több marad, akkor a szórófejek cseréjével vagy a hektáronkénti vízmennyiség csökkentésével, de az eredetileg megadott szermennyiséggel végezzük a permetezést.

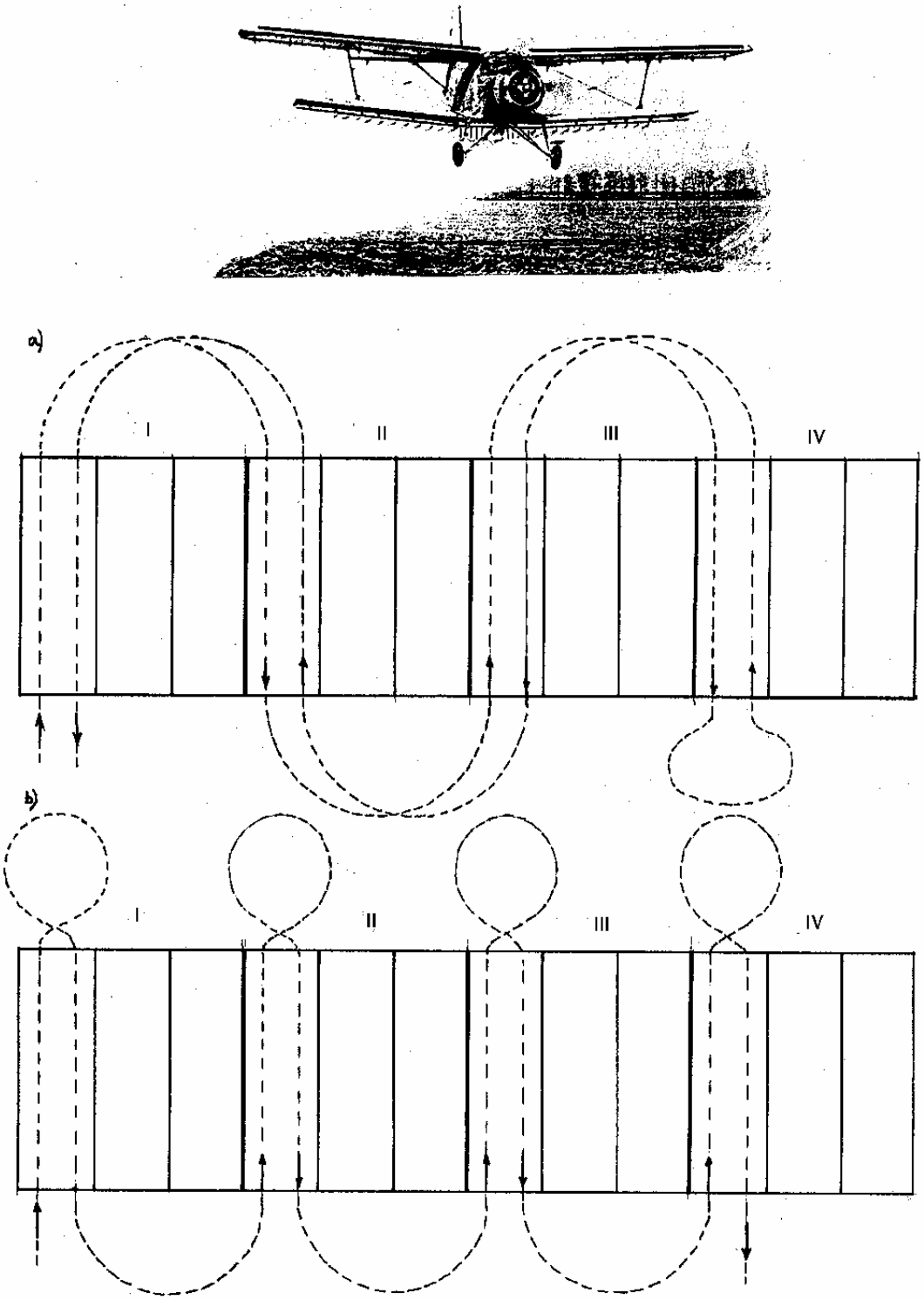
Abban az esetben, ha előbb fogy ki a víz a tartályból, még a kezelések befejezése előtt, akkor a szórófejek cseréjével kell a kiszórandó permetlé mennyiségét befolyásolni. A sebesség lényeges változtatására repülésbiztonsági okokból nincs lehetőség.

A készítmények bekeverését az üzemben szokásos módon (pl. Pemix permetlé-keverő kocsi) végezzük. A permetlé bemérését a szivattyú nyomóvezetékbe épített vízórával végezhetjük. Két vagy több különböző készítménnyel végzett kezelés között a permetlétartályt, a szűrőt, a vezetékeket, a szivattyút, a szórókeretet stb. 150-200 l trisós vízzel öblítsük át (nyomassuk át a rendszeren), a tartály alján maradt vizet - amit a szivattyú már nem tud kivinni - az ürítő csapon keresztül engedjük le és öblítsük át tiszta vízzel.

A repülés vonala a parcellák felett

Permetezéskor több ismétléses vizsgálatnál alapjában véve kétféle lehet a repülés vonala (21.ábra).

A 21/a. ábrán a forduláshoz felhasznált idő (ami holt idő) lényegesen kevesebb, amivel a kísérlet költségeit tovább csökkenthetjük. A 3-4 munkaszélességű parcellákon hasonlóan alakul a repülés vonala, azzal a különb-séggel, hogy a repülés iránya további fordulókkal szaporodik. Célszerű egy parcellát több rárepüléssel permetezni (bruttó parcella). Az értékelésbe viszont csak a középső és jobbról-balról a fél munkaszélességű területet vonjuk be (nettó parcella).



21.ábra A repülés vonala a parcellák fölött (3 kezeléses, 4 ismétléses nagyparcellás kísérlet)

A kezelés elvégzésének igazolása

A légi kezelés elvégzése után munkalapon kell igazolni a munka elvégzését. Az igazolás a munkára fordított légi időt, az átrepülési időt, területteljesítményt, kiszolgáló személyzet díját, várakozási időt, szakirányító és keverőkocsi díját tartalmazza. Több kísérlet egy napon történő kezelésénél külön munkalapot vagy munkalapokat kell kiállítani vizsgálatonként. Ha ez nem lehetséges, meg kell jelölni, hogy milyen költség terheli a kísérletet. A munkalapra rá kell írni a vizsgálati téma kódszámát, majd aláírással (bélyegzéssel) kell igazolni az elvégzett munkát.

4.3. Általános adatgyűjtési és megfigyelési módszerek

4.3.1. Talajmintavétel

- *ideje*: általában a kísérlet beállítása előtt és betakarításkor, illetve a kísérlet célkitűzéseinek megfelelő időpontokban, de mindenképpen műtrágyázás, szervestrágyázás előtt
- *eszköze*: standard vagy rétegfúró, műanyag zacskó
- *mélysége*: a növénykultúrától, illetve a vizsgálat céljától függ (19. táblázat)

19. táblázat A talajmintavétel mélysége

Normál vizsgálat cm	Ültetvények cm	Bogyósok cm	N_{min} cm	EUF cm
0-30	0-30	0-20	0-30	0-30
	30-60	20-40	30-60	30-60

- *módja*: a terület homogenitásának megítélésére blokkonként, a kezeléseknek a talaj tulajdonságaira gyakorolt hatásának megítélésére kezelésenként és ismétlésenként (valamennyi parcelláról) 1 minta

- *mennyisége*: szántóföldi és zöldség növényeknél 2 átló mentén, ültetvényeknél a sorközökben átlósan haladva 20 leszúrásból származó részminta összekeveréséből kb 1kg-os átlagminta

A talajmintaazonosító jegyen az alábbi adatokat kell feltüntetni:

- Vizsgáló laboratórium
- A kísérlet kódszáma
- A kísérlet helye
- A kísérlet éve
- A minta száma (kezelés és ismétlés száma)
- A mintavétel mélysége
- A mintavétel ideje (év, hó, nap)
- A mintavevő neve

A mintából a kísérleti célkitűzésnek megfelelő paramétereket szükséges vizsgálni, melyeket írásban kell a vizsgáló laboratóriummal közölni.

4.3.2. A szántóföldi kelés megfigyelése

A kikelt növényeket akkor számoljuk meg, amikor a növények többsége szemmel láthatóan kihajtott és a helyi talajviszonyokból adódó kelési különbségek valamelyest kiegyenlítődtek. Ennek időpontja a növények többségénél a legalább 5-10 cm-es magasság elérésekor van. A túl korán végzett növényszámlálás hamis eredményekre vezet! Az egyenetlenségekből adódó eltérések miatt a növényszámlálást az első időpont után kb. 2 héttel meg kell ismételni.

Sűrű állományú növényeknél (pl. gabonafélék) kisparcellán parcellánként 5x2 m-en, nagyparcellán 10x5 m-en számoljuk meg a kikelt növényeket.
Ritka állományban kisparcellán 5x5 m-en, nagyparcellán 10x10 m-en végezzünk növényszámlálást.

4.3.3. Fenológiai megfigyelés

Minden olyan körülményt, amely feltehetőleg az alkalmazott készítmény hatására következett be a tenyészidő folyamán, szövegesen fel kell jegyezni.

Számszerű értékelést úgy végezhetünk, ha megbecsüljük, hogy egy időpontban a parcellák növényeinek hány%-a volt az adott fenofázisban, és hány%-a tartott ehhez képest előbbre vagy hátrább. (Pl. virágzásban lévő, bimbós állapotú és elvirágzott növények aránya.) A becslést végezhetjük a teljes parcella szemrevételezésével és bizonyos számú növény egyenkénti értékelésével. Sűrűbb állományú kultúráknál 5x20-10x20, ritkább állományban 5x10-10x10 növény fenofázisát állapítsuk meg parcellánként.
Szükség lehet a fejlődésben okozott lemaradás vagy előrébb járás mértékének megállapítására is, ilyenkor az eltérést napokban adjuk meg. **Egy fenofázis kezdetének** általában azt az időpontot tekintjük, amikor a **növényállomány 10%-a** a kérdéses fenofázisba lépett, **az állomány beállása** pedig az **50%-os** érték elérésekor van.

A fenológiai stádiumok megjelölését az egyes növényeknél mellékelt fenofázis ismertetők szerint végezzük.

4.3.4. Fitotoxicitás vizsgálata

A fitotoxikus hatás (fitotoxicitás) valamely vegyületnek (pl. növényvédő szernek) az a képessége, amely a növények időleges vagy tartós károsodását idézi elő.

A fitotoxikus hatás értékelése

A vizsgálandó készítmény kultúrnövényre gyakorolt fitotoxikus hatásának értékelése lényeges eleme a biológiai értékelésnek. Az értékelés alapelve megegyezik a gyomirtó, gombaölő rovarölő szerek és termésnövelő anyagok, regulátorok esetében. Az eltérés nem az értékelési módszerben, hanem a kísérlet megtervezésében rejlik. A gyomirtó szerekre kidolgozott útmutatók — a fitotoxikusnak vélt vegyületek okozta nagyobb veszély következtében — "szelektivitási kísérletet" is magukba foglalnak, amelyet elsődlegesen a gyomnövények hiányakor a növényre gyakorolt lehetséges fitotoxikus hatás értékelésére dolgoztak ki (több gyomirtó szer dózis esetén). Ekkor a termésre gyakorolt hatást és a tüneteket is értékelik.

A fitotoxikus hatás tünetei

A fitotoxikus hatás tünetei megfigyelhetők a kelő vagy fejlődő kultúrnövényen vagy be-takarításkor. Ezek a hatások időlegesek vagy tartósak lehetnek. A tünetek megjelenhetnek az egész növényen vagy a növény valamely részén, pl. gyökereken, hajtásokon, leveleken, virágokon, terméseken és ezeket pontosan le kell írni (lehetőség szerint fényképekkel illusztrálva). A vizsgálandó készítmények hatékonysági kísérleteiben nem valószínű, hogy az alábbiakban leírt tünetek gyakran előfordulnak a gyakorlatban, ugyanis a fitotoxicitást előidéző anyagok nem is nagyon juthatnak el a szabadföldi kísérlet stádiumába. Ennek megfelelően a fitotoxikus hatás tünetei nem szembetűnőek és a kísérletet végző személynek így az alábbiakban körvonalazott tünetek enyhébb kifejeződését kell keresnie.

Fejlődési stádium megváltoztatása

A növények kelésének vagy fejlődésének gátlását vagy késleltetését, továbbá a fenoló-giai változásokat, különösképpen a virágzás, termőre fordulás és érés késését vagy bizonyos szervek (levelek, virágok, termés) meg nem jelenését kell figyelni.

Kiritkulás

Az egész növény pusztulása a nem megfelelő kelés vagy kiültetés utáni rendellenes fejlődés következtében, vagy a növény pusztulása kelés után.

Színváltozás (a növényszövet nem pusztul el)

Az egész növény vagy növényi szervek elszíneződése: klorózis, kivilágosodás, a szín-intenzitás (világos vagy sötét) változása, barnulás, vörösödés. Az elszíneződés helyi jellegű is lehet.

Nekrózis

A nekrózis szövetek vagy szervek lokális elhalása, első jele rendszerint elszíneződés. A levélen lévő nekrotikus foltok kieshetnek a levéllemzből, lyukakat hagyva maguk után.

Deformálódás

Ez a kifejezés a növény vagy a növényi szervek morfológiai elváltozását, a normálistól való eltérését jelenti. Magába foglalja a levélfodrosodást/levélsodródást, a satnyulást vagy megnyúlást, a méret vagy terjedelem változását , és a levél hervadását is.
A termés mennyiségére és minőségére gyakorolt hatás

A fitotoxikus hatás értékelhető a betakarított termény vagy a terméshozam mennyiségi vagy minőségi vizsgálatakor: mint a termésre és összetevőire (pl. ezermagsúlyra) gyakorolt mennyiségi hatás; a betakarított termés technikai minőségére; az ízre; a termény minősítésére (osztályozására) gyakorolt hatás.

A fitotoxikus hatás értékelésének kritériumai

Általános osztályozás

A fitotoxikus hatás egyes kritériumai abszolút értékek, pl. gyakoriság (a növények száma bizonyos fejlődési stádiumban vagy a vizuális tüneteket mutatóké) vagy mérések (a mintanövény vagy szerv magassága, hossza, átmérője, súlya).
A fitotoxikus hatás más kritériumai a tünetek intenzitásának vizuális becsléséből származnak; pl. deformáltság vagy elszíneződés. Ebben az esetben a hatást az itt eírt skálaszerint adjuk meg. Végül a fenti hatások a gyakorlatban a kezelt parcellának a kezeletlen vagy referencia parcellával történő vizuális összehasonlítása révén értékelhetők és százalékos eredményt adnak (pl. termésmennyiség, borítottság, magasság stb.).

Az egyes tünetek értékelésére használt módszere*k*

A kelés késése: a kezeletlen vagy referencia parcellához viszonyítva a termesztett növény fejlődése napokban vagy relatív százalékban kifejezve.

Ritkulás: a tőszám/parcella vagy tőszám/egységnyi terület vagy tőszám/egységnyi sor-hossz a kelés után.

Az egyes fenológiai stádiumok kialakulásának késése vagy gyorsabb elérése: napokban kifejezve bizonyos fenológiai stádium elérése (a növények 50 %-a) vagy azon növények százaléka, amelyek egy adott napon egy fenológiai stádiumot elérnek.

Gátlás vagy stimulálás: az egyes szervek számában, magasságban, hajtáshosszban, át-mérőben, stb. (abszolút vagy relatív értékek) kifejezve.

Hozam: a hozam mennyiségi és minőségi adatainak az értékelésére használt kritériumok növényspecifikusak és az egyes növényeknél találhatók meg.

Színváltozás, nekrózis, deformáció: nehezen mérhető parméterek esetében a skála használata célravezető
Használható a herbicid vizsgálatoknál elterjedt 1-9 számozású skála, a %-ban történő értékelés, és az alábbi, 5 fokozatú skála. Minden esetben meg kell adni, hogy melyik módszerrel történt az értékelés.

5 fokozatú skála a fototoxikus hatás értékeléséhez

Csávázó és talajkezelő szerek esetében:

0 - nincs fitotoxikus tünet;
1 - enyhe fitotoxikus tünet (fejlődési lemaradás nincs, de egyéb tünet látható);
2 - mérsékelt fitotoxikus tünet (fejlődésbeli lemaradás nincs, de egyéb kifejezett tünetek láthatók);
3 - közepes tünet (a fejlődésben kisebb lemaradás látható);
4 - kifejezett tünet (jelentős fejlődésbeli lemaradás);
5 - állományritkulás, állománypusztulás.

Állománykezelésnél:

károsodás	*%*
0 - nincs	0
1 - elhanyagolható	nyom. - 5
2 - gyenge	5,0 - 10,0
3 - mérsékelt	10,0 - 25,0
4 - súlyos	25,0 - 50,0
5 - nagyon súlyos	50,0 felett

4.3.5. Peszticid vizsgálat

Előfordul, hogy a levéltrágyázásokkal vagy egyéb anyagokkal a kísérletben együtt alkalmazunk peszticideket is annak megállapítására, hogy az új szer nem gátolja-e a peszticidek hatását. Ilyen esetben a peszticid hatás értékelésére is szükség van. A peszticideket és az egyéb állománykezelő anyagokat előírás szerint az ajánlott dózisokban keverjük össze és a szokásos vízmennyiséggel juttatjuk ki. Az értékelést minden esetben a megfelelő módszertan (fungicid, inszekticid, herbicid) szerint végezzük el.

4.3.6. Növényanalízis

- *ideje:*általában az állománykezelések előtt és után 2 héttel, vetőmag- és talajkezelés esetében a 20. táblázat szerint, illetve a kísérlet célkitűzése szerinti időpont(ok)-ban

- *eszköze*: vágóeszköz, papír zacskó

- *mennyisége*: ültetvényeknél kisparcellán minden fáról/tőkéről, nagyparcellán minden fáról/tőkéről, de legalább 50-ről 20-100 teljes levél vagy levéllemez, szántóföldi és zöldség növényeknél legalább 10-50 földfeletti teljes növény vagy 100 növényi rész (levél, levél), gabonaféléknél 8 x 0,5 fm földfeletti teljes növény

- *módja*: kezelésenként az ismétlésekből átlagmintát képezve 1 minta, ügyelni kell arra, hogy ültetvényeknél a sorok mindkét oldaláról szedjünk mintát

A mintához növényazonosító jegyet szükséges csatolni, melyen az alábbi adatokat kell feltüntetni:

-Vizsgáló laboratórium
-A kísérlet kódszáma
-A kísérleti helye
-A kísérlet éve
-A minta száma (kezelés és ismétlés száma)
-Mintázott növény (fajtakód)
-Mintázott növényrész
-Fenofázis
-M-intavétel ideje (év, hó, nap)
-A mintavevő neve

A mintából a kísérleti célkitűzésnek megfelelő paramétereket szükséges vizsgálni, melyeket írásban kell a vizsgáló laboratóriummal közölni.

20. táblázat A növénymintavétel módja, időpontja

Kultúra	Minta-vétel	Fenofázis	Mintavétel helye
Kalászosok	I.	bokrosodás végén,szárbaszökkenés kezdetén	földfeletti teljes növény
Kukorica	I.	6 leveles korban	földfeletti teljes növény
	II.	címerhányás (pollenszóródás előtt)	alsó csővel szembeni vagy cső alatti levél
Cukorrépa	I.	sorok záródásakor	legfelső, éppen kifejlett levéllemez
	II.	kelés után 50-80 nappal	éppen kifejlett levélnyél vizsgálata NO_3-N-re
Gyökér és gumós növények	I.	virágzás kezdetén	a legfelső, éppen kifejlett levél
Hüvelyesek	I.	virágzás kezdetén	legfelső kifejlett levél vagy a földfeletti teljes növény
Olajnövények	I.	4-6 leveles növény	földfeletti teljes növény
	II.	virágzás kezdetén	legfelső, éppen kifejlett levél
Évelő pillangós takarmányok	I.	zöldbimbós állapotban, lucernánál az augusztusi növedék	földfeletti teljes növény
Egyéves, nem pillangós szálas takarmányok	I.	intenzív növekedés megindulása előtt	földfeletti teljes növény
Paradicsom	I.	4 leveles korban	földfeletti teljes növény
	II.	az első virágok megjelenésekor	virágfürt alatti levél
Paprika	I.	4-6 leveles korban	földfeletti teljes növény
	II.	az első termések kötődésekor	az első virág alatti levél
Gyökérzöldségek	I.	4-6 lombleveles korban	földfeletti teljes növény
	II.	tenyészidőszak közepén (répatest kb. 1 cm átmérőjű)	földfeletti teljes növény
Hagymafélék	I.	a hagyma kb. 2 cm átmérőjű	kifejlett levél
		magról vetés esetén 2 leveles korban	földfeletti teljes növény
Kabakosok	I.	az első nővirág virágzásakor	virág alatti levél
Káposztafélék	I.	fejesedés kezdetén	fiatal takarólevél
Karfiol	I.	rózsaképződés kezdetén	éppen kifejlett levél
Spenót, sóska	I.	4-6 leveles állapotban	földfeletti teljes növény
Bab	I.	5-7 leveles korban	földfeletti teljes levél
	II.	virágzás kezdetén	legfelső, kifejlett levél
Borsó	I.	4-6 leveles korban	földfeletti teljes növény
	II.	virágzás kezdetén	földfeletti teljes növény
Spárga	I.	50-60 cm-es hajtáshossszúságnál	földfeletti teljes hajtás
Szőlő	I.	teljes virágzásban (termőhajtásról)	a fürttel szembeni, ép, fajtára jellemző levél
	II.	éréskor (lombszineződés kezdete előtt)	a fürttel szembeni, ép, fajtára jellemző levél
Alma, körte	I.	hajtásnövekedés befejezése után	a földről még kézzel elérhető csúcshajtás közepéről származó teljes levél
Őszibarack,	I.	éréskor	a földről még kézzel elérhető csúcshajtás közepéről származó teljes levél
Szilva,kajszi, meggy, cseresznye	I.	a hajtásnövekedés befejezése után	a földről még kézzel elérhető csúcshajtás közepéről származó teljes levél
Dió	I.	a csonthéj kialakulása után	az összetett levél csúcsi levéllemeze
Szamóca	I.	éréskor	kifejlett levéllemez
Málna	I.	éréskor	a hajtás középső részéről kifejlett összetett levéllemez
Piros és fekete ribiszke, köszméte	I.	éréskor	a hajtás középső kifejlett levele

4.3.7. A megdőlés megfigyelése

Ez a vizsgálat elsősorban gabonafélékre és repcére vonatkozik, de néha előfordulhat más hosszúszárú növényen is. Ha a növények szára valamely okból a betakarítás előtt megtörik, meghajlik, és ez a kísérleti táblán foltokban vagy összefüggő területen jelentkezik, akkor beszélünk megdőlésről. Kisparcellán mindig az egész parcellát kell értékelni, nagyparcellán ez meglehetősen nehéz, ezért a parcellák látható részén, de legalább 100 méterig végezzünk megfigyelést. **A megdőlés mértékét a terület szerint %-osan értékeljük.**

Ha **különböző mértékben megdőlt** növénycsoportok vannak, akkor **0-l közötti faktorral** megbecsülhetjük dőlésük mértékét és az aktuális területet ezzel súlyozzuk.

a) Pl. 30 m^2 10% -os, 20 m^2 20%-os, 10 m^2 50% -os és 40 m^2 0%-os dőlés esetén 100 m^2 -es parcellán
(30 m^2 x 0,1 + 20 m^2 x 0,2 + 10 m^2 0,5 + 40 m^2 x 0) /100 m^2 = 0,12 = 12% a parcella súlyozott dőlése.

Munkaigényes, de még precízebb számítást tesz lehetővé az a módszer, amelyben a **megdőlés szöge szerint** súlyozzuk a dőlt területet. Ilyenkor nemcsak az összterülettel, de 90°-kal is vissza kell osztani, hogy súlyozott dőlést kapjunk.

b) Pl: 50 m^2 -en 90°, 25 m^2 -en 60°, 25 m^2 -en 30° , 100 m^2-en 0° dőlés esetén /200m^2-es parcellánál/:
(50 m^2 x 90° + 25 m^2 x 60° + 25 m^2 x 30° +100 m^2 x 0°) / (90° x 200 m^2) = 0,375 = 37,5% a súlyozott dőlés.

E módszer **egyszerűsített változata** alapján 0°-os (0) , 0-45 ° közötti (1) és 45-90° (2) közötti dőlést különböztethetünk meg, melyeket **0,1,2 ponttal értékelünk.**
A súlyozott számítás ekkor a következő lehet 20 m^2 erős (2p) 80 m^2 gyenge (1p) megdőlés és 100 m^2 álló gabona (0p) esetén: /A= 200m^2/

c) (20 m^2x 2p + 80 m^2 x 1p + 100m^2 x 0p) / (200 m^2 x 2p) = 0,3 = 30% súlyozott dőlés

Példa a dőlés meghatározására 1000 m^2 -es parcellán az a) módszer szerinti értékeléssel:

I. 100 %-ban dőlt terület 10m^2 + 8m^2 + 6m^2 + 6 m^2 = **30 m^2**
D_1 = 30m^2/1000 m^2 * 100% = **3%**

II. Vegyesen dőlt terület: A parcella 40%-án (400 m^2) a kalászok 1/3-a dőlt meg kb.30 %-os mértékben.
D_2 = 400m^2 / 1000m^2 *1/3 * 30% = **4%**

III. Vegyesen dőlt terület: A parcella 20%-án (200 m^2) a kalászok 1/2-e dőlt meg kb.30 %-os mértékben.
D_3 = 200m^2 / 1000m^2 *1/2 * 30% = **3%**

D = D_1 + D_2 + D_3 = 3% + 4% + 3% = 10% a parcella átlagos dőlésének mértéke.

4.3.8. A hiánybetegség-tünetek megfigyelése

Ennek a megfigyelésnek elsőrendű segédeszköze W.Bergmann "Termesztett növényeink táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése" című könyv. Az "Egyszerű határozókulcs..." c. fejezetet jól használhatjuk az ismeretlen tünetek meghatározásához.

Az észlelt elváltozásokat, hiánytüneteket - miután meggyőződtünk róla, hogy nem kórkép, kárkép, időjárási vagy fizikai behatás következménye, stb. - színes fényképen kell rögzíteni. A fényképen legyen rajta a növény mellé helyezett feliratozott kartonon vagy táblán az észlelés helye, időpontja. Nagyüzemi területen észlelt hiánytünetet mutató növényből növényanalízist is kell készíteni a tábla egészséges részéből származó növényekkel együtt.

4.3.9. Termésmérés, termésbecslés

Általános szempontok

A kisparcellás és nagyparcellás kísérletek termésmérési módszerei az egyes termesztett növénykultúráktól, a rendelkezésre álló betakarító eszközöktől, valamint az adott üzemi munkaszervezéstől függnek, ezért a termésmérési módok közül ennek figyelembevételével lehet választani. Általános szabály, hogy minden esetben kg/ha-ban kell megadni az eredményt.

A termésmérés előtt egy-két nappal elvégezzük a tőszámlálást, magasságméréseket, sok esetben a mintavételt is (a nettó parcellákon), továbbá eltávolítjuk a növényeket a parcella azon részeiről, melynek terméseit nem mérjük le, pl. puffer sorok, kisparcellánál kezdhetjük a nettó parcellák betakarításával is.

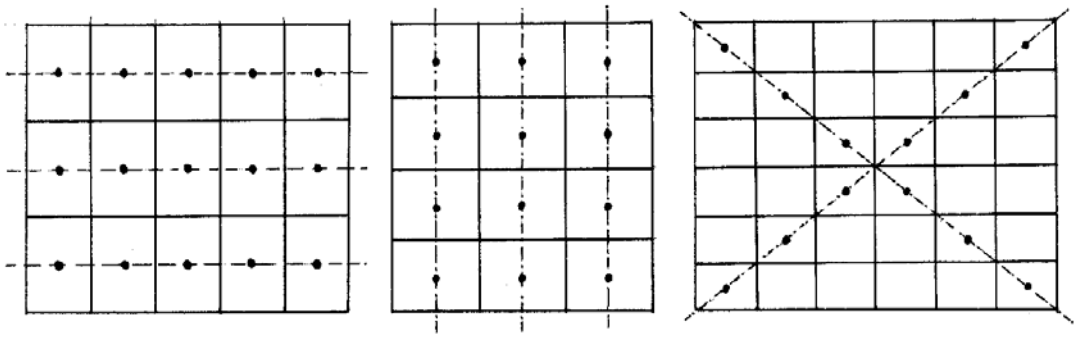
Teljes parcella termésmérés

Tekintettel arra, hogy ez az értékelés legmegbízhatóbb, legpontosabb módszere, használata rendkívül fontos. A kisparcellás kísérletek értékelésénél parcellakombájnnal legtöbbször teljes parcella termés mérést végzünk a puffer sávok elhagyásával. Amennyiben betakarítógép nem áll rendelkezésre, úgy a parcellákat kézzel arassuk. Nagy figyelmet kell fordítani az azonos tarlómagasságra. A betakarítás után a nettó parcellák összes termését (szalmát is) lemérjük, majd cséplés után parcellánként megmérjük a szemtermést. Ha a parcellák 100 m^2-nél nagyobbak, úgy a szemtermést a kézi aratás után kombájnnal is kicsépelhetjük.

A betakarított termés víztartalmának ismeretében kiszámítható a parcella hektáronkénti nettó termésátlaga egy adott nedvességtartalomra vagy szárazanyagra számolva. Egyes kultúráknál a beltartalom ismeretében tudjuk a termék hektáronkénti mennyiségét kiszámítani, pl. olajtartalomból olajtermést, cukortartalomból cukortermést számolunk.

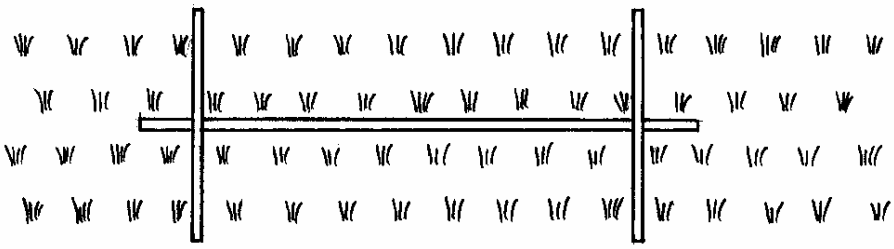
Mintatér alapján történő termésbecslés

Amikor nincs mód a parcella teljes termésének betakarítására, kisebb mintaterekkel reprezentáljuk a területet. A mintaterekkel kapott értékeknek a képviselt terület átlagát kell közelítenie. Ezt egyrészt a mintaterek elhelyezésével, másrészt számuk növelésével érhetjük el. Az elhelyezés történhet a sorokkal párhuzamos vagy azokra merőleges **nyomvonalak mentén**. A nyomvonalak közötti távolság kétszer akkora legyen, mint a szélső nyomvonal és a parcella széle közötti távolság. A mintatereket kijelölhetjük a **parcellák átlói mentén** is, lényeg az, hogy minden esetben egyenletesen osszuk el azokat. A reprezentált területek egyenlő nagyságúak legyenek és a mintatereket ezek közepén helyezzük el.

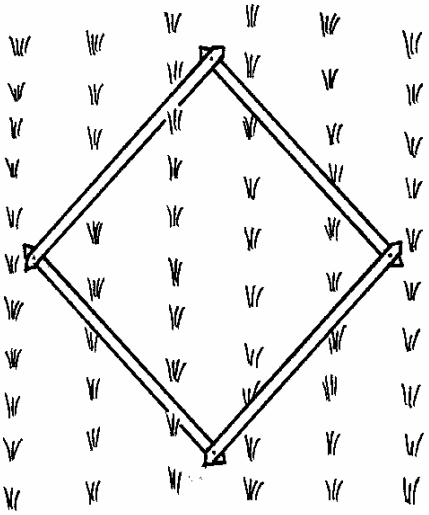


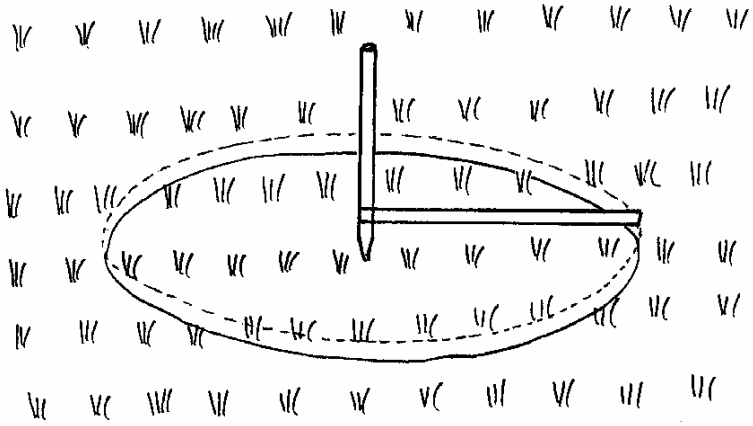
22. ábra Mintavételi pontok vagy területek kijelölése a sorokkal párhuzamosan, merőlegesen vagy átlós irányban

A mintatereket kijelölhetjük egy állandó területet jelentő, háromszög, négyszög vagy kör alakú mérőkeret segítségével, vagy adott hosszúságú (l,2,3 m-es) mérőléccel. A keret által közrefogott terület 0,5 vagy 1 m^2. Helyette mintavételi körzőt is használhatunk, amellyel ugyancsak állandó nagyságú területeket határozhatunk meg. A mintaterekről betakarított termésmennyiséget a parcella területére, illetve 1 ha-ra számoljuk át. H vagy U alakú mérőléccel több sor egy szakaszát jelölhetjük ki bizonyos hosszúságon. Az átszámoláshoz ekkor ismerni kell a sorok közötti távolságot, amit legegyszerűbben 11 sor távolságának 10-zel való osztásával kaphatunk meg. Ha az esedékes mintatér helyén nyilvánvaló külső ok miatt (pl. víznyom) nincs termés, az adott mintateret figyelmen kívül hagyhatjuk, a középpontra tükrözve azonban hagyjuk ki a szimmetrikus mintateret is. Amennyiben ez a parcella területének több mint 1/3-át érinti, az egész parcellát figyelmen kívül hagyjuk és az 1. fejezetben a hiányzó adatok pótlásáról mondottak szerint járunk el a számításkor.



23. ábra Mintatér kijelölése H alakú mérőléccel





24. ábra Négyszög alakú mérőkeret elhelyezése Mintavételi körző

Az egyszerű folyóméteres mintavételkor sűrű sorú kultúráknál 1 vagy 2 m-es, ritka sorúaknál 5 m-es szakaszokat jelölünk ki, és e szakaszok termését mérjük le. A sortávolságot itt is figyelembe kell venni a termésátlag kiszámításakor. A mintaterek száma a parcella méretétől és az állomány egyenletességétől is függ. Kisparcellán általában 8-12, nagyparcellán 20-50 mintateret érdemes kijelölni.

Nagyparcellás kísérleteknél becsülhetünk kombájncsík mintatér alapján. Ilyenkor egy vágóasztal szélességét takarítjuk be és a kombájncsík szélessége és hosszúsága ismeretében számoljuk ki a termésátlagot. Több vágóasztal betakarítása esetén pontosabb eredményt kapunk, de ügyelni kell, hogy a learatott csíkok ne érjenek össze, köztük mindenképpen maradjon növényállomány.

Terméselemekből történő becslésnél ne felejtsük el, hogy a kapott eredmény több tényező hibáját is tartalmazza. A megbízható termésered ményhez ezért az egyes kultúrák paramétereinél megjelölt mintavételszám helyett azok kétszeresével vagy háromszorosával kell dolgozni.

Ha módunkban áll, egymástól függetlenül megadhatjuk a terméselemekből számolt és az egyéb módszerekkel (mintateres vagy parcellabetakarítással) kapott termésered ményeket is.

A témáról a fentinél részletesebb leírások találhatók a *"Termésbecslés módszerei"* c. könyvben.

4.3.10. Magvizsgálatok

A minta mennyisége a betakarított termés mennyiségétől függ. Általában úgy vegyük a mintákat, hogy minél jobban tükrözze a teljes tételt. Lehetőség szerint a parcellánkénti magtermésből legalább 4-8 részmintát vegyünk. Minél nagyobb számban és minél több helyről vesszük a részmintát, annál biztosabb, hogy az összekeverésükkor kapott alapminta a tétel átlagát képviseli. Az alapminta csökkentésével kapjuk a laboratóriumi, majd ennek további csökkentésével a vizsgálati mintát. A csökkentésre többféle módszer használatos. A felezéses és a sakktáblás osztásnál a kiterített mintát 4 vagy ennél több négyzetre osztjuk és az egymással szemben átlósan elhelyezkedő négyzeteket kiválasztva addig csökkentjük a minta mennyiségét, amíg a laboratóriumi, illetve a vizsgálati mintát meg nem kapjuk. Ennél gyorsabban dolgozhatunk a kúpos mintaosztó segítségével, amelyre a magokat rászórva rögtön osztott mintákat kapunk.

21. táblázat A magvizsgálathoz szükséges minták nagysága :

	alap (kg)	laboratóriumi (g)	vizsgálati (g)
gabonafélék	10	1000	100
kukorica	10	1000	1000
napraforgó	20	1000	200
repce	5	100	10
borsó	10	1000	1000
bab	10	1000	800
szója	10	1000	500
lucerna, vöröshere	10	100	5
répa	5	500	50
mák	2	50	1

Ha a parcella termése kevesebb, mint az itt feltüntetett alapminta, akkor értelemszerűen az egy parcelláról betakarított termés lesz az alap.

Tisztaság- és idegenmagvizsgálat

Az előírt mennyiségű mintát 3 részre bontjuk:

- *fajtaazonos tiszta mag*: ugyanazon fajhoz tartozó érett és sértetlen magvak, valamint az éretlen és a sérült, de eredeti nagyságuk felénél nagyobb magvak,
- *idegen magvak*: minden más növényfaj ép vagy sérült magja, ha eredeti mérete felénél nagyobb,
- *hulladék*: az előző két kategóriába nem tartozó magrészek, növényi részek, törmelékek, föld, kavics,

Az eredményt tömeg %-ban fejezzük ki.

Csírázóképesség és életképesség meghatározása: a 2.2.2.1. fejezetben leírtak szerint.

Egészségi állapot vizsgálata: különböző állati kártevők és kórokozók által előidézett fertőzöttség meghatározása a vonatkozó módszertanok, illetve vizsgálati leírások szerint.

Ezermagtömeg meghatározása: a fajtaazonos, tiszta magvakból 4x5oo mag tömegét mérjük le és 3 számjegy pontossággal átlagoljuk. Ha valamelyik 500-as csoport eltérése az átlagtól 5%-nál nagyobb, újra kell mintázni és mérni.

Hektolitertömeg: kb. 1 kg-os minták térfogatát és pontos tömegét határozzuk meg az e célra kialakított hektolitertömeg mérő edény és mérleg segítségével. Parcellánként 4 párhuzamos mérést kell elvégezni.

Osztályozottság: a vizsgálathoz kézi vagy gépi rostasort használhatunk, amelyeken különböző méretű nyílások vannak, egymás alatt nagyság szerint csökkenően. A rosták nyílásnagyságát az szabja meg, hogy milyen mérettartományokra vizsgáljuk az osztályozottságot. A mintát a legfelső rostára kell önteni, és néhány percnyi rázás után határozzuk meg az egyes frakciók tömegét. Az osztályozottságot tömeg%-ban adjuk meg.

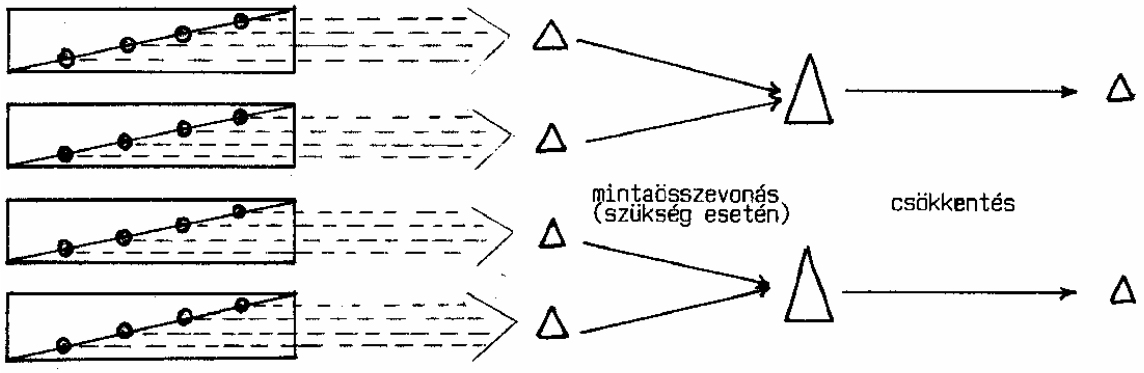
4.3.11. Beltartalmi vizsgálatok

A beltartalmi mutatókat mindig a céltermésből határozzuk meg (pl. cukorrépa: gyökér, kalászosok: szemtermés). Gondoskodni kell a minták gyors, romlásmentes szállításáról. Azt, hogy hány mintát tudunk vizsgáltatni, az esedékes díjszabás is behatárolja. Érdemes minél több mintát vizsgáltatni, mert ekkor mód van a statisztikai értékelésre is, amit kezelésenként 1 minta esetén nem tehetünk meg. Különösen ilyenkor hasznos, ha ismerjük és közöljük a mérés átlagos hibájának mértékét, ami az alkalmazott eljárástól és a műszer pontosságától függ.

Legelőnyösebb, ha minden ismétlésből vizsgáltathatunk. Ilyenkor parcellánként 4-8 részminta összesítésével kapjuk a parcellánkénti átlagmintát. Betakarítás előtti mintavételkor a parcellán átlós irányban haladva kb. egyenlő távolságokra vesszük a részmintákat.

Ha a vizsgálatot az ismétlésszám felére vagy harmadára végeztetjük, pl. 6 ismétlésnél csak 3 parcella részmintáit vonjuk össze az átlagminta kialakításakor. Parcellánként ilyenkor is legalább 4 részmintát vegyünk. Amikor kezelésenként csak 1 minta vizsgálatára van mód, az összes ismétlő parcella részmintáit egyesítjük, de ilyenkor is legalább 4 részmintát gyűjtsünk egy parcelláról.

A laboratóriumba kerülő minták mennyisége szemesterménynél a magvizsgálatra megadott laboratórium minta mennyiségével egyezik (legtöbbször 1 kg), burgonya és gyökérzöldség esetében kb. 2 kg, cukorrépánál 25-30 kg.



25. ábra A beltartalmi vizsgálat céljára történő mintaösszevonásos mintavétel

A mintákat szedhetjük a betakarítás előtt a parcellán vagy a betakarítás után az összegyűjtött, de parcellánként elkülönített termésből. Az érésgyorsítás megfigyelése szemesterményeknél a nedvességtartalom alapján történik, ilyenkor a betakarítás előtt teljes érés kezdetén és a betakarítással egyidőben kell mintát venni. A mérést a helyszínen vagy közvetlenül a laborba szállítás után végezzük el.

A minták csomagolása, számozása

A mintákat - ha lédús termésről van szó - nylon zacskóba csomagoljuk, gondoskodni kell a megfelelő szellőzésről (lyukasztógéppel lyukasztani több helyen), hogy a minta a laboratóriumi vizsgálat megkezdéséig megőrizze állagát. Szemes termények csomagolásához a többrétegű papírtasak a megfelelő.

A mintákat **azonosítási számmal** kell ellátni, fel kell tüntetni a beküldő intézmény nevét és pontos címét. A kísérőlevélben hivatkozni kell az előzőekben már megkötött vizsgálati szerződésre, hogy a vizsgálatot milyen beltartalmi értékek meghatározására, milyen mértékegységben (%, g/kg) kéri, és milyen határidőre.

A minták tárolása, szállítása

A termésmintákat lehetőség szerint azonnal a már előre biztosított vizsgáló laboratóriumba kell küldeni. Várakozás esetén feltétlenül szellős, hűvös helyen vagy hűtőszekrényben kell tárolni.

4.3.12. Fényképezés

A dísznövényeken, de sok más növényen a kezelések hatására bekövetkező változások fényképen dokumentálva rögzíthetők a legjobban. Ha fényképet készítünk, mindig szerepeljen a téma mellé helyezett feliraton a kísérlet helye, ideje, a felhasznált szer neve és dózisa. Lehetőleg a kezeletlen vagy standard kontroll együtt legyen látható a kezelt növényekkel.

4.4. Az adatok nyilvántartása, feldolgozása és értékelése

A vizsgálat során szerzett adatokat a **kísérleti naplóban** rögzítjük. A napló tartalmazza a kísérlet helyét, a helyszínrajzot, a vizsgált kultúra adatait, a vizsgált készítményeket és dózisait, a beállítás időpontját, módját, a kijuttatás üzemi adatait, a beállítás előtt és a vizsgálat alatt végzett növényvédelmi, agrokémiai és agrotechnikai munkákat, meteorológiai adatokat. Pontosan fel kell tüntetni az egyes mérések során kapott összes részadatot, amik a későbbi értékelés alapját képezik. A naplóból ki kell derülnie annak, hogy milyen mintavételi számmal és módszerrel történt az adott paraméter mérése. A részadatokból parcellánkénti átlagokat kell számolni. Az eredmények közlésénél általában csak ezeket kell feltüntetni, a részadatokat pedig nem. Előfordulhat, hogy a részadatokat, a parcellánkénti legkisebb és legnagyobb értéket, vagy a mérési adatok szórását meg kell jelölni, de csak akkor, ha ez a témalapon vagy külön kérésként szerepel.

Minden olyan mutatóra, amelyre parcellánként összesített adataink vannak, statisztikai értékelést kell végezni. Ez a legtöbb esetben **varianciaanalizis**, amit **a parcellánkénti átlagadatokból** számolunk.

A vizsgálat végső eredménye a **kísérleti jelentés.** Ez mind formájában, mind tartalmában meg kell, hogy feleljen a legmagasabb szintű elvárásoknak. A jelentés részei:

Borítólap: Megjelöli a vizsgáló intézményt, a kísérlet kódszámát, évét, célját, és a vizsgált készítményt.

Tételes rész: Pontról pontra ismerteti a kísérlettel kapcsolatos körülményeket, így a készítmény fontosabb adatait, a növényállomány jellemzőit, a helyszín sajátosságait, az elrendezést, a parcellaméretet, ismétlésszámot, a kezeléseket és az azokat befolyásoló körülményeket, a növényvédelmi és agrotechnikai munkákat.

Szöveges ismertetés: Röviden leírja az időjárás alakulását a tenyészidő alatt, mellékelve a konkrét havonkénti, dekádonkénti, esetleg naponkénti csapadék és hőmérséklet adatokkal. Felsorolja a vizsgált paramétereket, és összefoglalja az eredményeket, leírva, hogy mely esetben léptek fel szignifikáns, tendenciaszerű, vagy szemmel látható változások a kezelések hatására, illetve hol nem volt értékelhető eltérés. A kezeléseket többnyire a kontrollhoz viszonyítjuk, de szükség lehet a különböző kezelések összehasonlítására, a legjobb, legrosszabb kezelések megjelölésére. A tapasztalatok alapján rövid javaslatot kell adni az alkalmazandó technológiára, a kísérlet folytatására, vagy lezárására.

Táblázatok és grafikonok: Minden paraméter illetve vizsgálati időpont esetében táblázatban fel kell tüntetni az alábbiakat:

-Parcellaadatok: A parcellán belüli mérések összesítése vagy átlagolása során kapott adatok és ezek kezelésenkénti átlaga.

-Varianciatáblázat: A varianciaanalízis részeredményeit bemutató táblázat, ami a számítások hitelességét igazolja. Feltüntetésétől esetenként el lehet tekinteni, amennyiben külön lapot foglalna el, és ezáltal nagymértékben növelné a jelentés terjedelmét (Az esetek többségében ez nem így van.)

-Eredménytáblázat: Tartalmazza a kezelések megnevezését, dózisát, fenofázisát vagy időpontját, átlagát és kontrollhoz viszonyított százalékát. Feltünteti a varianciaanalízis legfontosabb eredményét, az SZD (szignifikáns differencia) mértékét 10, 5 és 1 %-os szinten. abszolút és százalékos értékben, a "Varianciaanalizis" című részben leírtak szerint az F, t és CV értékekkel együtt, valamint az értékelés időpontját és módját (mintaszámát) . A szignifikánsnak (=jelentősnek) bizonyuló eltéréseket a 10, 5, 1%-os szintek esetében egy, kettő vagy három csillaggal jelöljük meg. Regulátor kísérleteknél az ilyen szinteken jelentkező különbségeket szignifikánsnak tekintjük, ha az F-próba is pozitív. Ha a kísérletben több gyártótól származó készítményeket együtt vizsgáltunk, a számításokat és az eredményközlést gyártónként külön, de a kontrollal és a standard kezeléssel együtt végezzük.

-Oszlopdiagram: Az eredménytáblázatban feltüntetett kezelésátlagok ábrázolása a P=10% -os SZD sáv feltüntetésével. Ez megkönnyíti az adott paraméter értékelését, mivel megmutatja, hogy mely kezelések esnek ki abból a sávból, amelyen belül 90%-os valószínűséggel nem tekinthetők egymástól eltérőnek a kezeléshatások. A sáv alatti és feletti oszlopok a szignifikánsan eltérő kezeléseket mutatják. (Az értékelésnél azt is figyelembe kell venni, hogy az F próba pozitív volt-e)

-Kiegészítő diagramok és táblázatok: Egyes esetekben - pl. ha egy paramétert több időpontban is mértünk - az értékelés szempontjából szükséges, hogy az adatokat közös diagramon is ábrázoljuk. Ilyenkor már eltekinthetünk a statisztikai sáv feltüntetésétől. Kivételes esetben a statisztikai táblázatoktól eltérő összefoglaló táblázatra is szükség lehet. E kiegészítő diagramok és táblázatok nem helyettesítik a felsorolt táblázatokat.

4.5. A beállítás, végrehajtás, adatgyűjtés, értékelés módja szántóföldi és zöldség kultúrákban

4.5. A beállítás, végrehajtás, adatgyűjtés, értékelés módja szántóföldi és zöldség kultúrákban

Az egyes növényeknél illetve növénycsoportoknál röviden ismertetjük a kísérlet beállításával és végrehajtásával kapcsolatos olyan tudnivalókat, amelyeket az általános részek (l.2. és 4.1., 4.2., 4.3.,4.4.) előírásain kívül figyelembe kell venni.

Alapvetően fontos a kísérleti terület **növényállományának egyenletessége**, ami elsősorban a nagy tenyészterületű növényeknél (kukorica, napraforgó, paradicsom) nem mindig adott. Ha a kísérlethez semmiképpen sem találunk egybefüggő homogén állományt, akkor a kisebb homogén részeken egymástól elkülönülő blokkok kijelölése is inkább ajánlott, mint az egyenetlen növényállományban egy tömbben beállított kísérlet, amely teljesen hamis következtetésekre vezethet. Egyes parcellák kiemelése a blokkokból már nem szabályos, félrevezető lehet.

Általában kerülni kell minden egyenetlenséget, ami az eredményeket befolyásolhatja (szintbeli, tápanyag- és vízellátottsági vagy egyéb környezeti hatásokban mutatkozó eltérések).

Az adatgyűjtéssel és értékeléssel kapcsolatban megadtuk azokat a **paramétereket**, amiket az egyes növényeknél az esetek többségében mérni lehet. Egy kísérletnél természetesen nem szükséges az összes itt felsorolt tényező mérése, az adott esetben vizsgálandó paramétereket a kísérlet témalapja tartalmazza. A legtöbb vizsgálható tényezőre segítségül megadtuk az egy parcelláról szedendő szükséges **mintaszámot** jelezve, hogy a parcellán belül hány mintavételi helyről, milyen mennyiségű mintát kell gyűjteni. A mintaszámokat úgy igyekeztünk meghatározni, hogy azok reálisan elvégezhető gyűjtési és számolási munka mellett is megbízható eredményt adjanak a parcella egészéről.

Egyes kísérleteknél, ha még pontosabb értékelésre törekszünk, vagy egyenetlen az állomány, a leírtaknál nagyobb számú minta szedésére is szükség lehet. Ugyancsak több (kétszer vagy háromszor annyi) mintát kell venni a terméselemekből, ha a termésmennyiséget is ezekből becsüljük.

Az adatgyűjtés, értékelés során a 4.3. fejezetben leírtakat, a magvizsgálatnál ezenkívül a 2.2.2.l. fejezetet vegyük alapul.

4.5.l. Kalászosok: búza, árpa, zab, rozs

***Beállítás, végrehajtás*:** az előző oldalon, valamint az l.2. és 4.2. fejezetben leírtakat tekintsük mérvadónak, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kelésszám* (vetőmag vagy talajkezelés esetén): kisparcellán 5x2 m/parc. nagyparcellán l0x5 m/parc. 2 időpontban, 2-3 hetes időkülönbséggel,

- *NM = növénymagasság (cm)* : a növényeket a talajtól a kalászcsúcsig kell mérni (toklász nem számít), 2 időpontban: kezelés után 2-3 héttel, valamint betakarítás előtt, kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *szárátmérő (mm)*: a növények azonos helyén (pl. a bokrosodási csomó és az 1. nódusz közötti felezőpontban) mérve, a növénymagassággal azonos időkben és mintaszámmal,

- *bokrosodás mértéke (hajtás/növény)*: kisparcellán 5x10 növény, illetve nagyparcellán 10x10 növény alapján, (csak tőszámvizsgálattal együtt értékelhető),

- *összes levélszám*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *élő (aktív) levélszám:*kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *elhalt (inaktív) levélszám:* kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *legfejlettebb levél, illetve kalászolás után a zászlóslevél felülete parcellánként*: kisparcellán 5x5, nagypar-cellán 10x5 növényen, (a Montgomery-képlet szerint F = 0,75xHxSZ ahol F = felület, H= hosszúság, SZ= legnagyobb szélesség),

- *fenológiai eltérések megfigyelése:* értékelés becsléssel, vagy parcellánként 5x20 - 10x20 növény alapján, általában a leggyorsabban fejlődő parcellák kalászhányásakor vagy virágzásakor megbecsüljük az összes parcella adott fenofázisban levő növényeinek arányát,

- *D = dőlési (%)* : kisparcellán teljes terület értékelése a megdőlt m^2-ek számának és a parcellaterületnek összevetésével egyszerűsített súlyozást alkalmazva (0,1,2), nagyparcellán a megdőlt és álló területek becslésével (ld.4.3.7.), betakarítás előtt, de korai dőlés esetén egy néhány héttel korábbi időpontban is.

Terméselemek:

- *KS = kalászsűrűség (db/m^2):* (m^2-enkénti kalászszám) kisparcellán 5x1 fm/parc. nagyparcellán 10x1fm/parc. (db/m^2 = db/fm x 1/sortáv),

- *TKH = teljes kalászhossz (mm):* kisparcellán 5x10 kalász/parcella nagyparcellán 10x10 kalász/parc. (toklász nélkül),

- *SZBKH= szemmel borított kalászhossz (mm)* kisparcellán 5x10 kalász/parc., nagyparcellán 10x10 kalász/parc. (toklász nélkül),

- *KKSZ = kalászonkénti kalászkaszám (db/kalász):*kisparcellán 5x10 kalász/parc., nagyparcellán 10x10 kalász/parc.,

- *KSZSZ= kalászonkénti szemszám (db/kalász)*: kisparcellán 5x10 kalász/parc., nagyparcellán 10x10 kalász/parc,

- *ET= ezerszemtömeg (g):* 4x500 szem/parcella,

- *HLT = hektolitertömeg (kg/hl):* kisparcellán 4 x l/4 liter/parc., nagyparcellán 4 x l liter/parc.,

- *T = termés (kg/ha):* lehetőség szerint teljes terület betakarítással, ha ez nem megoldható, akkor kombájn-csík, vagy négyzetméteres mintatér alapján, vagy terméselemekből számolva:
  - T (kg/ha) = KS (kal/m^2) x KSZSZ (db/kal) x ET (g/1000db) / 100.

Beltartalmi vizsgálatok (általános tudnivalók a 4.3.9. fejezetben)

A növényanalízis céljából történő mintavételek javasolt időpontjai: bokrosodás, szárbaindulás, kalászhányás, viaszérés, teljesérés.

A termésből végzendő beltartalmi vizsgálatok

- *nedvességtartalom (%) (érésgyorsítás megfigyelése során betakarítás előtt is)*
- *szárazanyag (%)*
- *nyersfehérje (g/kg)*
- *emészthető fehérje (g/kg)*
- *nyerszsír (g/kg)*
- *nyersrost (g/kg)*
- *nyershamu (g/kg)*
- *keményítőtartalom (g/kg)*
- *keményítő érték (g/kg)*
- *N-mentes extrakt (g/kg)*

Búza

Őszi búzából sütőipari mutatók

sütőipari értékszám	minősítés
100 - 85	A1
84,9-70	A2
69,9-55	B1
54,9-45	B2
44,9-30	C1
29,9-0	C2

- *nedves és száraz sikér mennyiség (%)*
- *sikér terülékenység (mm)*
- *vízfelvétel (g/100 g)*
- *acélosság (20 mag/parcella)(%)*

Sörárpából a fentieken kívül

- *tisztaság (%)*
- *osztályozottság (%)*
- *csírázóképesség (%):* 0,75 %-os H_2O_2-ben 3 napos áztatással 20 ^oC-on, közben egyszeri oldatcsere,
  (csírázott mag: ahol a csíra megjelenik)
- *malátaextrakt-tartalom (%) ME=C-0,75 P + 0,1 ET*

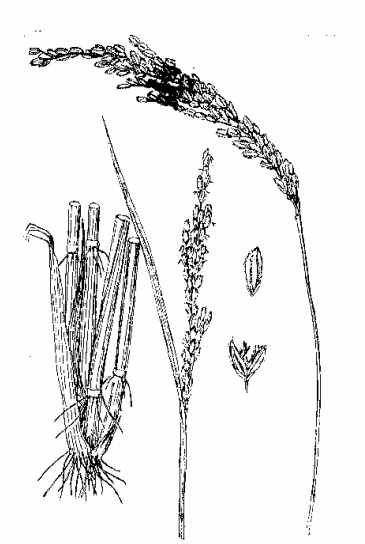
ME = várható malátaextrakt tartalom (%)
C = fajtafüggő konstans, kétsoros fajtáknál értéke 84,5 , hatsorosnál 80,0
P = nyersfehérje (%) (szárazanyagra vonatkoztatva)
ET = ezerszemtömeg (g) (szárazanyagra vonatkoztatva)

A kalászosok fenofázisai

Keller-Baggiolini KB	Feekes-Schrimpf Fe	(Feekes-Large)# Fe-La	Zadoks-Chang-Konzak és BBCH DC	
A	1		10	kelés
B	1.1		11	1 leveles állapot
C	1.2		12	2 leveles állapot
D	1.3		13	3 leveles állapot
E	2		21	bokrosodás kezdete
F	3*		25	bokrosodás*
G	4		29	bokrosodás vége
H	5		30	szárbaindulás
I	6*		31	1 szárcsomós állapot*
J	7*		32	2 szárcsomós állapot*
K	8		37	zászlóslevél megjelenése
L	9*		45	nyelvecske állapot*
M	10		47	levélhüvely felnyílása
N	11	(10.1)	51	kalászhányás kezdete
O	12	(10.5)	59	kalászhányás vége
P	15	(10.51)	61	virágzás kezdete
Q	16	(10.53)	69	virágzás vége
R		(10.54)	71	magképződés
S	17	(11.1)	75	tejesérés
T		(11.2)	81	viaszérés
U	18	(11.3)	87	sárgaérés
V	19	(11.4)	91	teljesérés
W	20	(11.5)	95	túlérés

* A *kezeléseknél leggyakrabban előforduló fenofázisok*

\# A Feekes - Large skála (zárójelben) számozása és értelmezése Fe 10-től különbözik a Feekes számozáson alapuló, Schrimpf féle skálától. A hazai gyakorlatban a csak egész számokat alkalmazó Feekes - Schrimpf skálát használjuk.



Rizs

4.5.2. Rizs

Beállítás, végrehajtás

A rizs kísérleteknek az árasztóvíz jelenléte ad speciális jelleget. Kisparcellás kísérletben a parcellánkénti külön árasztótér létesítése nehézségbe ütközik, de a beállítás közös árasztóvízzel is lehetséges. A talaj felületére szórt, majd bedolgozott kálium és foszfor műtrágyákkal, valamint az ammóniumszulfáttal beállított kezelések dózisonként, időpontonként és külön-külön értékelhetők a közös árasztóvíz ellenére, mert az árasztóvízbe kerülésük alig kimutatható. Nitrogén fejtrágyázásra az árasztóvíz lecsapolása után szintén $(NH_4)_2SO_4$ alkalmazható. A műtrágya kiszórása és bedolgozása után 2-3 nappal áraszthető újra a terület. Nagyparcellás kísérletben a parcella egy elárasztott terület egységet képez, mérete általában 3-5 ha. A kezelést lehetséges az árasztóvízzel adni, lehet árasztás előtti talajkezelés, vagy állománypermetezés. Árasztás után az állományt csak repülőgépről vagy helikopterről kezelhetjük.

Adatgyűjtés, értékelés : ld. mint kalászosok 4.5.1. ,

ezen kívül:

- hántolási nyesedék,
- színes és tört szemek aránya,
- vízfelvétel, duzzadóképesség főzéspróba alapján.

4.5.3. Kukorica

Beállítás, végrehajtás: ügyeljünk az egyenletes tőszámra.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kelésszám (vetőmag- vagy talajkezelés esetén):* 2 időpontban, kéthetes időkülönbséggel. kisparcellán 5x5 m/parc., nagyparcellán 10x10 m/parc.,

- *növénymagasság (cm):* 2 időpontban, kezelés után 2-3 héttel, valamint címerhányáskor, kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *mellékhajtások gyakorisága (%) és növényenkénti száma*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *összes levélszám*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *aktív levélszám*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *inaktív levélszám*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *felszáradás mértéke = inaktív levélszám/összes levélszám (%),*

- *levelességi fok L = összes levélszám/növénymagasság,*

- *fenológiai eltérések: (ld. 4.3.3.), címerhányás, nővirágzás százaléka,*

- *megdőlt növények %-os aránya,*

- *szárátmérő címerhányáskor (mm)*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc..

Terméselemek:

- *növényenkénti csőszám*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 5x20 növény/parc.,

- *csövenkénti szemsorok száma:* kisparcellán 20 cső/parc., nagyparcellán 50 cső/parc.,

- *soronkénti szemszám*: kisparcellán 20 cső/parc., nagyparcellán 50 cső/parc.,

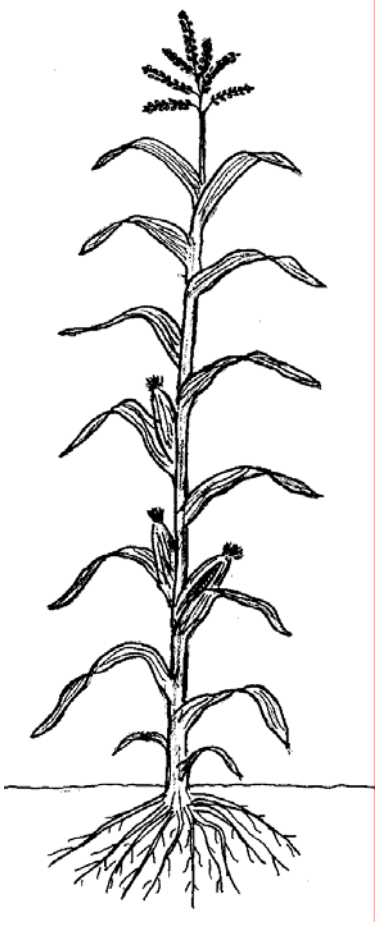
- *csővégberakódottság (%):* kisparcellán 20 cső/parc., nagyparcellán 50 cső/parc.,

- *szem/csutka arány*: kisparcellán 20 cső/parc., nagyparcellán 50 cső/parc.,

- *ezerszemtömeg*: 4x500 szem/parc.,

- *szemtermés (kg/ha):* kisparcellán a nettó parcellák teljes termését betakarítjuk, nagyparcellán lehetőleg a teljes területet betakarítjuk, ha nagyon késői időpontra esik a betakarítás, akkor folyóméteres mintavétel vagy közvetett adatok alapján számolunk.

- *betakarításkori nedvességtartalom (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *nyersfehérje (g/kg)*
- *emészthető fehérje (g/kg)*
- *olajtartalom (g/kg)*
- *nyersrost (g/kg)*
- *nyershamu (g/kg)*
- *keményítőtartalom (g/kg)*
- *keményítőérték (g/kg)*
- *N-mentes extrakt (g/kg)*



Kukorica

A kukorica fenofázisai

EPPO (Gavadour-Cargill)	BBCH	
	00	- száraz mag
A	01-08	- csírázás
B	09	- kelés
C	11-12	- 1-2 leveles állapot
D	13-14	- 3-4 leveles állapot
E	15-16	- 5-6 leveles állapot
F	17-18	- 7-8 leveles állapot
	19-20	- 9-10 leveles állapot
G	51	- címerhányás kezdete
H	55	- címerhányás közepe
	59	- címerhányás vége
	61	- virágzás kezdete
	63	- bibeszálak megjelenése
I	65	- teljes virágzás (50%)
J	69	- virágzás vége, hajbarnulás
K	71-75	- tejesérés (65-90 % nedvesség)
L	81-85	- tésztaérés (45-65 % magnedvesség)
M	87	- sárgaérés (40 % magnedvesség)
N	89	- teljesérés (25-35% magnedvesség)
	99	- betakarított termény

4.5.4. Cirok

Beállítás, végrehajtás: ügyeljünk a tőszám egyenletességére.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés: ld. kukorica, 4.5.3.

Termés:

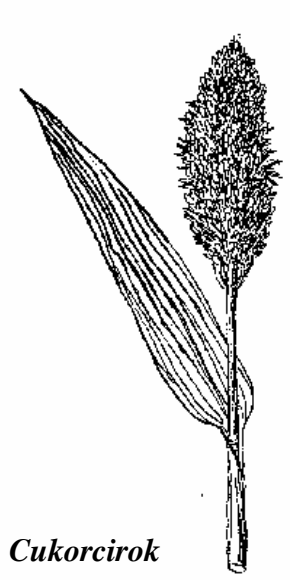
- szudánifű és cukorcirok esetében zöldtömeg és száraztömeg (kg/ha),
- szemesciroknál szemtermés (kg/ha), ezerszemtömeg 4x500 szem/parcella.

Beltartalom

- nedvesség, illetve szárazanyag (%)
- nyers- és emészthető fehérje (g/kg)
- nyersrost (g/kg)
- nyershamu (g/kg)
- keményítő, illetve cukortartalom (g/kg)
- keményítő érték (g/kg)

A cirok fenofázisai

ABC	BBCH	
A	01-08	- csírázás
B	09	- kelés
C	11-12	- 1-2 leveles állapot
D	13-14	- 3-4 leveles állapot
E	21	- bokrosodás kezdete
F	25	- bokrosodás
G	30	- szárbaszökés kezdete
H	31-39	- szárnövekedés
I	51	- bugahányás kezdete
J	55	- teljes bugahányás
K	71-75	- tejesérés
L	81-83	- korai viaszérés
M	85	- viaszérés
N	89	- teljesérés



Cukorcirok

4.5.5. Burgonya

Beállítás, végrehajtás: ld. 1.2. és 4.2. fejezet, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kikelt növények száma (tőszám*): kisparcellán 5x5 m/parc., nagyparcellán 10x10 m/parc.,

- *gumónkénti hajtások száma,*

- *fenológiai eltérések (ld. 4.3.3.).*

Termés:

- *termésmennyiség (kg/ha)*: teljes terület betakarítást végezzünk a gumók felszedésével és lemérésével, ha közvetlen termésmérésre nincs lehetőség, akkor 5 növényből álló mintaterek kijelölésével, a tő- és sortávolság figyelembe vételével becsüljük meg a termést,

- *gumóméret, egyöntetűség:* parcellánként 20-100 véletlenszerűen kiválasztott gumó tömegét (g), hosszát és keresztátmérőjét (mm) mérjük meg, adjuk meg az átlagot és a szórást parcellánként,

- *keresztátmérőnkénti osztályozás:*

gömbölyű és ovális típus:	<30 mm	30-50 mm	50-60 mm<
hosszúkás típus:	<25 mm	25-40 mm	40-55 mm<

(a középső két kategória felel meg a vetőgumó méretelőírásainak),

- *gumóminőség:* határozzuk meg a gombás vagy baktériumos nedvesrothadás, szárazkorhadásos, varas, rizoktóniás fertőzések miatt csökkent értékű gumók arányát, valamint a fizikailag sérült gumók arányát az összeshez viszonyítva,

- *nyersszínesődés (szürkefoltosság*): megállapítása a gumó kettévágása után 1 órával, 1-től 5-ig terjedő skálán (parcellánként 20-50 gumó),

- *hajtásképesség*: a nyugalmi időszak letelte után a 20 ^{o}C-on kihajtani képes gumók aránya és a keletkező hajtások száma (parcellánként 50-100 gumó).

Kihajtást befolyásoló készítmények vizsgálata:

A tárolás során 5 időpontban (pl. 0.,14.,30.,60.,90. napon) határozzuk meg:
- parcellánként egy 5-10 kg-os kiindulási tömegű minta pontos *tömegét,*
- *a kihajtott gumók arányát* 100 gumó/parcella értékelésével,
- az *egy gumón lévő hajtások számát* 100 gumó/parcella értékelésével,
- a *burgonya keményítőtartalmát sűrűségméréssel a Märker-táblázat segítségével,*
- *szobahőfokon két hét alatt kihajtani képes gumók számát* 20 gumó/parcella értékelésével,
- *az egy gumón lévő hajtások számát* a *szobahőfokon 2 hétig* tárolt burgonyákból 20 gumó/parcella értékelésével,
- kiültetés után a *kelésszámot , növénymagasságot és növényhabitust.*

Beltartalom

- *szárazanyagtartalom (%)*
- *redukálócukor-tartalom (%):* (sziromalapanyagnál max. 0,25%, hasábburgonyánál max. 1% lehet)

- *keményítőtartalom*	<15%	15-20%	20%<
	kis	közepes	nagy

- *keményítőérték (g/kg)*
- *nyershamu (g/kg)*
- *kálium (g/kg)*
- *C-vitamin(mg/kg)*

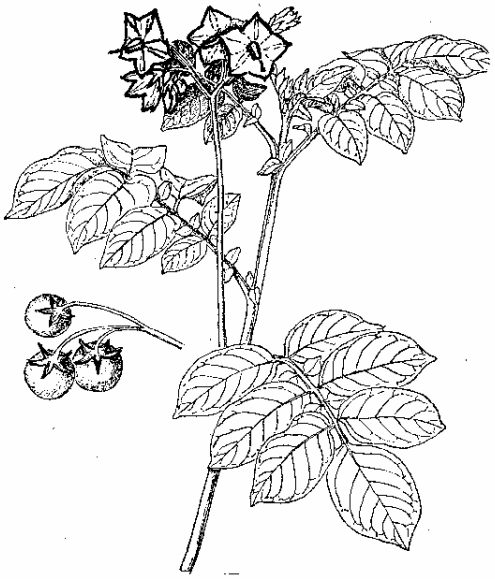
A gyakorlatban elterjedt a sűrűség alapján történő keményítő meghatározás. Ehhez 5 kg válogatott, mosott burgonya 17 ^{o}C-os vízben mérhető súlyát kell ismerni, ennek alapján a Märker -táblázatból leolvasható a burgonya sűrűsége, szárazanyag- és keményítőtartalma.

22. táblázat Märker-táblázat

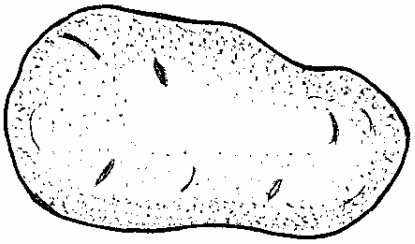
5 kg burgonya víz alatti tömege (g)	Sűrűség (kg/dm^3)	Száraz-anyag (%)	Keményítő (%)	5 kg burgonya víz alatti tömege (g)	Sűrűség (kg/dm^3)	Száraz-anyag (%)	Keményítő (%)
290	1,06l6	15,748	9,996	495	1,1099	26,085	20,333
295	1,0627	15,984	10,232	500	1,1111	26,341	20,589
300	1,0638	16,2l9	10,467	505	1,1123	26,598	20,846
305	1,0650	16,476	10,724	510	1,1136	26,876	21,124
310	1,0661	16,711	10,959	515	1,1148	27,133	21381
315	1,0672	16,947	11,195	520	1,1161	27,411	21,659
320	1,0684	17,204	11,452	525	1,1173	27,668	21,916
325	1,0695	17,439	11,687	530	1,1186	27,946	22,194
330	1,0707	17,696	11,944	535	1,1198	28,203	22,451
335	1,0718	17,931	12,179	540	1,1211	28,481	22,720
340	1,0730	18,188	12,436	545	1,1224	28,760	23,008
345	1,0741	18,423	12,671	550	1,1236	29,016	23,264
350	1,0753	18,680	12,928	555	1,1249	29,295	23,543
355	1,0764	18,916	13,164	560	1,1261	29,551	23,799
360	1,0776	19,172	13,420	565	1,1274	29,830	24,078
365	1,0787	19,408	13,656	570	1,1286	30,086	24,334
370	1,0799	19,665	13,913	575	1,1299	30,365	24,613
375	1,0811	19,921	14,169	580	1,1312	30,643	24,891
380	1,0822	20,157	14,405	585	1,1325	30,921	25,169
385	1,0834	20,414	14,672	590	1,1338	31,199	25,447
390	1,0846	20,670	14,918	595	1,1351	31,477	25,725
395	1,0858	20,927	15,175	600	1,1364	31,756	26,004
400	1,0870	21,184	15,432	605	1,1377	32,034	26,282
405	1,0881	21,419	15,667	610	1,1390	32,312	26,560
410	1,0893	21,676	15,924	615	1,1403	32,590	26,838
415	1,0905	21,933	16,181	620	1,1416	32,868	27,116
420	1,0917	22,190	16,438	625	1,1429	33,147	27,395
425	1,0929	22,447	16,695	630	1,1442	33,425	27,673
430	1,0941	22,703	16,951	635	1,1455	33,703	27,951
435	1,0953	22,960	17,208	640	1,1468	33,981	28,229
440	1,0965	23,217	17,465	645	1,1481	34,259	28,507
445	1,0977	23,474	17,722	650	1,1494	34,538	28,786
450	1,0989	23,731	17,979	655	1,1507	34,816	29,064
455	1,1001	23,987	18,235	660	1,1521	35,115	29,363
460	1,1013	24,244	18,492	665	1,1534	35,394	29,642
465	1,1025	24,501	18,746	670	1,1547	35,672	29,920
470	1,1038	24,779	19,027	675	1,1561	35,971	30,219
475	1,1050	25,036	19,284	680	1,1574	36,249	30,498
480	1,1062	25,293	19,541	685	1,1587	36,528	30,776
485	1,1074	25,549	19,797	690	1,1601	36,827	31,075
490	1,1086	25,806	20,054				

A burgonya fenofázisai

ABC	E P P O (német sk.)		*BBCH*	
			00	*- gumó állapot*
A	0	(01-09)	*01-08*	- csírázás
B	10	(11-15)	*09*	- kelés
C	20	(21-25)	*11-19*	- levél- és szárfejlődés (10-12 cm-ig)
			21-29	*- alapi oldalhajtások képződése*
D	30	(31-39)		- intenzív növekedés
E	40	(41-49)	*31-39*	- sorzáródás
			41-49	*- gumófejlődés* *(átnyúlik a későbbi szakaszokra!)*
F	50	(51-59)	*51-59*	- bimbók megjelenése
G	60	(61-69)	*61-69*	- virágzás
H	70	(71-79)	*71-79*	- bogyófejlődés, gumónövekedés
I	80	(81-89)	*81-89*	- növénysárgulás, gumóérés, *bogyóérés*
J	90	(91-99)	*91-99*	- növénylombozat elhalása



Burgonya virágos hajtás bogyóterméssel



Burgonya gumó

4.5.6. Cukorrépa

Beállítás, végrehajtás: ld. 1.2. és 4.2. fejezet, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *szántóföldi kelés:* kisparcellán 5x5 m/parc., nagyparcellán 10x10 m/parc.
- *fenológiai eltérések:* a tenyészidő folyamán.

Termés:

- *termésmennyiség (kg/ha):* kisparcellán a nettó parcellák teljes betakarítása során a gyökértermés tömegét és db számát és a leveles répafej tömegét mérjük, nagyparcellán lehetőség szerint teljes betakarítást végezzünk, ha erre nincs mód, mintaterek kijelölésével becsüljük meg a termést a sor- és tőtávolság figyelembevételével,

- *cukorhozam (kg/ha): a gyökértermésből és annak cukortartalmából számoljuk:*

$$cukorhozam = \frac{cukor\% - 1,61 hamu\% - 2,35\%}{100\%} gyökértermés(kg/ha)$$

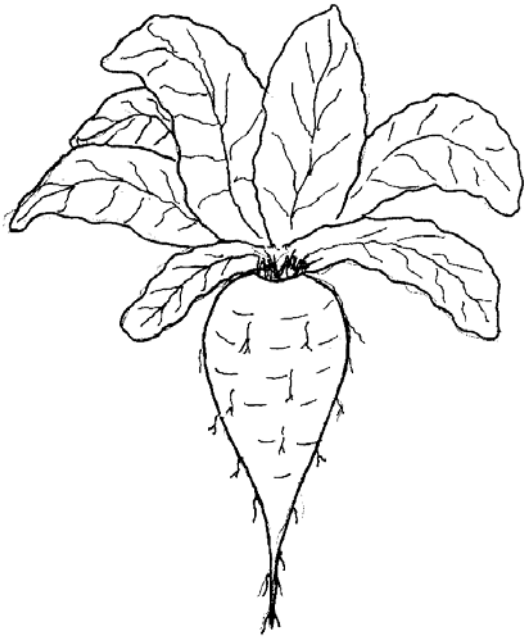
- *az ágas, fonnyadt, rothadt vagy más ok miatt feldolgozásra nem alkalmas répák db számának, illetve tömegének aránya az összeshez képest (selejt %).*

Beltartalom (kisparcellán 2x25, nagyparcellán 4x25 kg labormintából parcellánként)

- *szárazanyag (%)*
- *cukortartalom (%)*
- *káros nitrogén (mg/kg)*
- *hamu (g/kg)*
- *kálium (mg/kg)*
- *nátrium (mg/kg)*
- *összes nem cukoranyag (%)*

A cukorrépa fenofázisai

ABC	EPPO (Heathcote)	BBCH	
	0	00	mag
A		01-08	csírázás
B		09	kelés
	1	10	sziklevél kiterülés
C	2	12	2 leveles állapot
	3	14	4 leveles állapot
		18	8 leveles állapot
D	4		rozettás állapot
E	5	31-39	10-90%-os sorzáródás
F	6	41-49	gyökérfejlődés, betakarítás
következő évben (magtermés):			
F	6		rozettás állapot (2.év)
G	7	51-52	szárbaindulás
H	8	53-54	oldalhajtások képződése
		55-59	virágbimbós állapot
I	9	60-69	virágzás
J	10	71-75	gyümölcsképződés
K		81-89	magérés



Cukorrépa

4.5.7. Len, kender

Beállítás, végrehajtás : ld. 1.2. és 4.2. fejezet, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *szántóföldi kelés* megfigyelése a 4.3.2. szerint.

Termés:

- ***termésmérés*** *(kg/ha)*: kisparcellán teljes parcella betakarítása, nagyparcellán teljes parcella betakarítása, ha ez nem lehetséges, termésbecslés, vagy folyóméteres mintavétellel a tőszám figyelembe vételével,
  olajlen: magtömeg növényre, illetve területre számítva (g/növény, illetve kg/ha)
  rostlen, kender: *rostmennyiség* mérése (kg/ha)

Rostlen ***Olajlen***

- ***minőségmérés*:**

***olajlen*:**
- *olajtartalom (%),*
- *szárazanyag (%),*
- *tisztaság (%),*

***rostlen*:**
- *kóróhosszúság* mérése a gyökérnyaktól az elágazásig, kisparcellán 5 x 10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,
- *nedvességtartalom (%),*
- *feldolgozás utáni hosszúság eloszlás* - hosszúszálú rost mértéke %-ban, minimum 5 kg-os mintákból,
- *szakítószilárdság* a feldolgozáskor kapott hosszúszárú rozsból,
- *áztatási veszteség,*

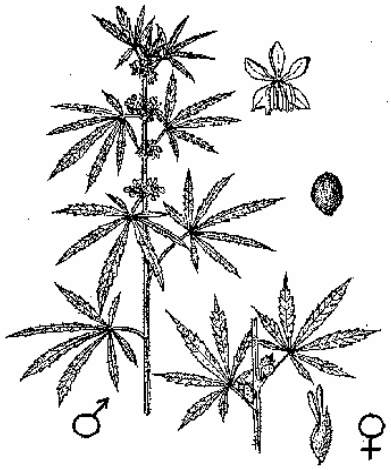
***rostkender*:**
- *kóróhosszúság* mérése a tarlómagasságtól számítva kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán: 10x10 növény/parc.,
- *kóróvastagság (mm)* kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán: 10x10 növény/parc.,
- *szín*: sárga, világoszöld, világosbarna és sötét színű,
- *kórók %-os megoszlása,*
- *nedvességtartalom (%),*
- *szennyeződés (%)* (lomb, aljkender, korhadt kender),
- *szakítószilárdság* a feldolgozás után kapott hosszúszálú rostból.

23 táblázat A rostkenderkóró minőségi előírásai

	I. osztály	II. osztály	III. osztály
hosszúság (cm)	140	100	60, a kórók min 85%-ánál
vastagság (cm)	1,0	1,2	1,4 a kórók min 85%-ánál
szín	sárga, világoszöld,világos barna min. 80%	sárga, világoszöld, világosbarna min. 60% illetve 140 cm felett bármilyen	bármilyen
max. sérülés db %	12	25	35
max. nedvesség %	16	16	16
max. szennyeződés %	3	4	5

A len és a kender fenofázisai

ABC	BBCH	
	00	- mag
A	01-08	- csírázás
B	09	- kelés
	10	- sziklevél kiterülés
C	12	- 2 leveles állapot
	14	- 4 leveles állapot
	18	- 8 leveles állapot
D	31-39	- erős növekedés
E	51-58	- virágkezdemények megjelenése
F	59	- virágzat kialakulása, az első virágok nyílása
G	61-63	- virágzás (a növények felső harmadán lévő virágok lehullásáig)
H	71-79	- terméskép zés
I	81-89	- termésérés
J	91-99	- öregedés



Kender

4.5.8. Repce, mustár

Beállítás, végrehajtás: ld. 1.2. és 4.2. fejezet, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kelésszám:* kisparcellán 5x2 m/parc., nagyparcellán 10x5 m/parc., 2 időpontban, 2 hetes időkülönbséggel,

- *fagykár*: kelésszám összehasonlítása ősszel és tavasszal, előre kijelölt azonos szakaszokon, kifagyási % meghatározása, kisparcellán 10 x 5 m , nagyparcellán 10 x 10 m,

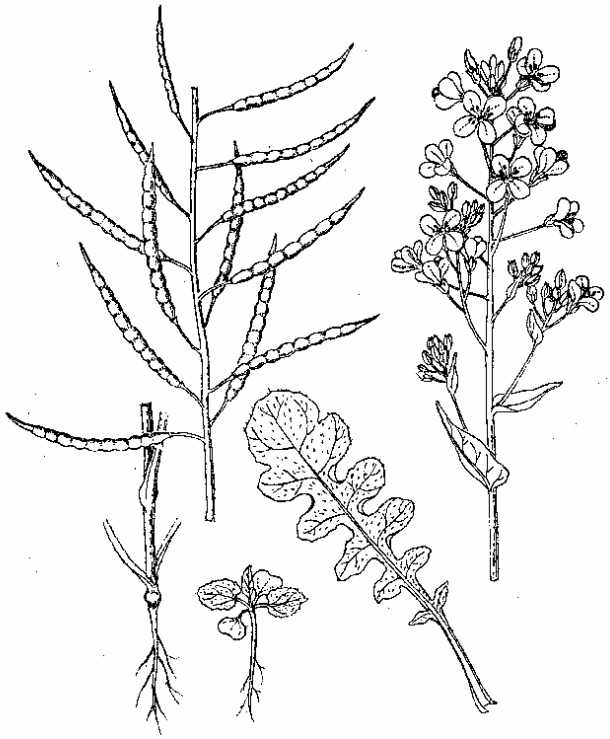
- *fenológiai megfigyelések*: virágzás kezdete, vége, elágazódások képződése (becslés, illetve 5x20 növény/parc. alapján),

- *növénymagasság (cm):* 2 időpontban, kezelés után 2-3 héttel és betakarítás előtt kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *megdőlés (%)*: kisparcellán teljes terület értékelése a megdőlt m^2-ek számának és a parcellaterületnek összevetésével, nagyparcellán a megdőlt és álló területek becslésével mindkét esetben egyszerűsített súlyozást alkalmazva (ld.4.3.7.), betakarítás előtt, de korai dőlés esetén egy néhány héttel korábbi időpontban is.

Termés:

- *növényenkénti becőszám*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 5x10 növény/parc.,
- *becőnkénti magszám*: a mintaként levágott növények becőinek 5-10 %-át nagyságuk szerint három csoportba osztjuk parcellánként, és az e csoportokra jellemző 10-10 db átlagos becő magszámát súlyozzuk az egyes csoportokban lévő becők %-os megoszlása szerint - így kapjuk a parcellánkénti értéket,
- *növénysűrűség (db/m^2)*: kisparcellán 5x0,5 m^2/parc., nagyparcellán 5-10x0,5 m^2/parc.,
- *ezermagtömeg*: 4x500 mag/parc.,
- *termésmennyiség (kg/ha):* teljes terület-betakarítás terméselemekből számolva, illetve mintateres becsléssel,
- *olajhozam (olajtartalomból) (kg/ha),*
- *teljes zöldtömeg (kg/ha)*



Repce
(csíranövény, gyökér, levél, virág, becő)

Beltartalom

- *nedvességtartalom (%)*
- *olajtartalom (%)*

- olajösszetétel
- erukasav (%)
- fehérje (%)
- rost (%)
- hamu (%)
- N-mentes maradék (%)

A repce fenofázisai

ABC	EPPO (brit skála)	BBCH	
		00	- mag
A		01-08	- csírázás
B	0	09	- kelés
C	1.0	10	- szikleveles állapot
	1.2	12	- 2 leveles állapot
	1.3	13	- 3 leveles állapot
	1.4	14	- 4 leveles állapot
D	1.6-1.8	16-18	- 6-8 leveles (rozettás) állapot
E	2.0	30	- szárbaindulás
	2.1-2.9	31-39	- sármegnyúlás, 1.-9. szárköz
F	3.3	51	- bimbók megjelenése (zöldbimbós állapot), *a virágzat felülről látható*
	3.5	53	- bimbók kiemelkedése
G	3.7	59	- a virágszirmok láthatóvá válnak (sárgabimbós állapot)
H	4.1	61	- virágzás kezdete (10%)
I	4.5	65	- virágzás (50%)
J	5.0	69	- virágzás vége, becőképződés kezdete
K	5.2	72	- a becők 20%-a elérte a végleges nagyságot
L	5.7	77	- a becők 70%-a elérte a végleges nagyságot
M	6.2	80	- magképzés, színtelen magvak a becőben
		81-87	*- a magok 10-70%-a érett (fekete és kemény)*
N	6.3	-	- zöld magvak becőben, teljes becőfejlettség
O	6.9	89	- teljes magérettség
P		91-98	- öregedés, növényelhalás

4.5.9. Napraforgó

Beállítás, végrehajtás: a kísérleti terület tőszámának egyenletességére ügyelni kell.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kelésszám*: kisparcellán 5x5 m/parc., nagyparcellán 10x10 m/parc., 2 időpontban, 2 hetes időkülönbséggel,

- *növénymagasság (cm)*: 2 időpontban, kezelés után 2-3 héttel, valamint virágzáskor, kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán:10x10 növény/parc.,

- *szárátmérő (mm) virágzáskor*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *fenológiai megfigyelések*: a növényállomány fejlettségi állapotának meghatározása a kontrollhoz viszonyítva 4-5 pár leveles állapotban és virágzáskor, a mintatereken különböző állapotban (pl. virágzás előtt, közben, után) lévő növényeket számoljuk meg és %-osan értékeljük, az állomány egyöntetűségének értékelése, növénymagasság relatív szórása,

- *összes levélszám, valamint aktív és inaktív levelek száma:* kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *felszáradás mértéke*: inaktív/összes levélszám (%),
- *mellékhajtások gyakorisága* (%): növényenkénti száma kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 120x10 növény/parc.,

- *növényenkénti virágszám:* kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *megdőlt növények (%)-os aránya.*

Terméselemek:

- *berakódás mértéke (%):* a belső körgyűrű alapján kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *tányérátmérő (cm):* kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *tányéronkénti kaszattömeg*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *kaszatok száma a tányérban*: kisparcellán 5x3 növény/parc., nagyparcellán 5x6 növény/parc.,

- *ezermagtömeg*: 4x500 mag/parc.,

- *termés:* teljes terület betakarítással, ha ez nem lehetséges, a terméselemekből számolva, illetve mintateres becsléssel,

- *olajtermés, olajtartalomból számolva.*

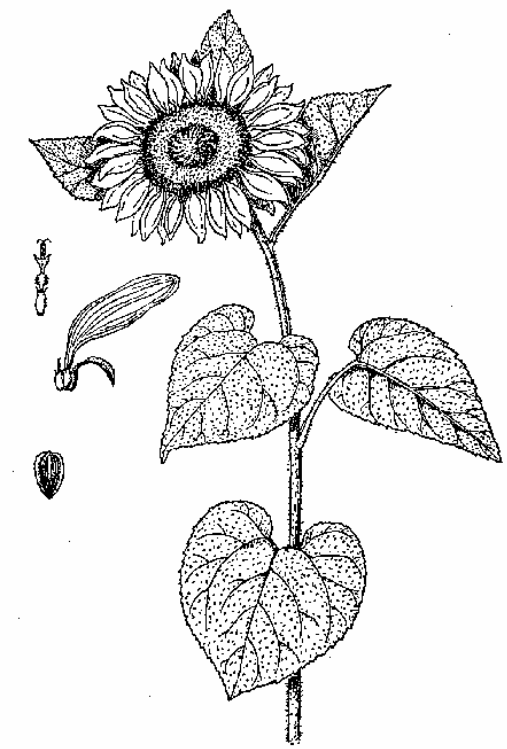
Beltartalom

- *nedvességtartalom (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *olajtartalom (%)*
- *olajösszetétel*
- *savszám*
- *fehérjetartalom (g/kg)*
- *keményítő (g/kg)*
- *hamu (g/kg)*
- *mag-héj arány*
- *tisztaság (%)*

A napraforgó fenofázisai:

ABC	EPPO Francia skála	Schneiter-Miller	BBCH

			00	- mag
A	(AO)	VE1	01-08	- csírázás
B	(A1)	VE2	09	- kelés kezdete
C	(A2)	VE3	10	- szikleveles állapot
D	(B2)	V2-V4	12-14	- 2-4 leveles állapot
E	(B4)	V6-V8	16-18	- 6-8 leveles állapot
F	(B6)	V10-V12		- 10-12 leveles állapot
G	(B8)	V14-V16-Vn-		- 14-16. és további levelek megjelenése
			31-39	*- csírmegnyúlás, 1-9 szárköz*
H	(E1)	R1	51	- csillagállapot (a levelecskékkel körülvett virágrügy megjelenése)
I	(E2)	R2	55	- virágzat kiemelkedése (a murvalevelek megkülönböztethetők a többi levéltől)
J	(E3)	R3	57	- 3-5 cm-es, elkülönülő virágzat
K	(E4)		58	- 5-8 cm-es, teljesen elkülönülő virágzat
L	(F1)	R4	59	- virágzat elhajlása, virágnyílás kezdete, sziromlevelek nyílása
M	(F2)	R5 (R5.1-R5.3)	61-63	- virágzás eleje (a csöves virágocskák külső harmada nyílik)
N	(F3)	(R5.4-R5.6)	64-66	- virágzás közepe (a csöves virágocskák második harmada nyílik)
O	(F4)	R6	69	- virágzás vége (az összes virágocska kinyílt, a sziromlevelek elszáradnak)
			71-79	- a magok 10-90%-a elérte a végleges nagyságot
P	(M1)	R7	83	- sziromlevelek lehullása, zöldérés, (a tányér háta zöld)
Q	(M2)	R8	86	- citromérés (a tányér háta sárgul, a murvalevelek barnulni kezdenek)
R	(M3)	R9	89	- barnaérés, növényszáradás



Napraforgó

4.5.10. Mák

Beállítás, végrehajtás: ld. 1.2. és 4.2. fejezet, egyéb különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *fenológiai negfigyelések*: virágzás kezdete, vége,

- *növénymagasság*: 2 időpontban kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *megdőlés (%).*

Termés:

- *gubók száma m^2-ként*: kisparcellán 5x0,5 m^2/parc., nagyparcellán 5-10x0,5 m^2/parc.,

- *gubók átmérője (mm):* kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *gubók tömege maggal együtt (g/gubó és kg/ha),*

- *gubók tömege mag nélkül g/gubó és kg/ha),*

- *magtermés (g/gubó és(kg/ha),*

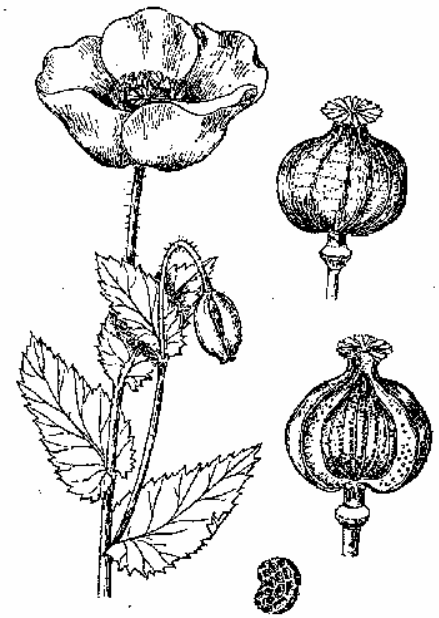
- *ezermagtömeg.*

Beltartalom

- *nedvesség (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *fehérje (g/kg)*
- *keményítő (g/kg)*
- *zsír (g/kg)*
- *alkaloidtartalom (mg/kg)*

A mák fenofázisai:

ABC	BBCH	
	00	- mag
A	01-08	- csírázás
B	09	- kelés, szikleveles állapot
C	12-14	- 2-4 elsődleges levél megjelenése
D	16-18	- 6-8 elsődleges levél megjelenése
E	30	- tőleveles állapot
F	31	- szárbaindulás
G	32-39	- szárnövekedés szakasza(20-90%)
H	51-59	- virágbimbók kialakulása
I	61-62	- virágzás kezdete (10-20%)
J	65	- virágzás (50%)
K	71-79	- toknövekedés
L	85	- ópiumérettség állapota
M	91-98	- tokszáradás, magleválás, levélbarnulás



Mák

4.5.11. Dohány

Beállítás, végrehajtás

Parcellanagyság (100x40 cm tenyészterület esetén):

- kisparcella: 20-40 m^2,
- nagyparcella: 160-400 m^2,
- üzemi: 0,5-1,0 ha,
- palántakezeléseknél 0,5-1,0 m^2/parcella szükséges.

Nagyparcellás és üzemi vizsgálatok esetében a parcellák nagysága, illetve a parcellák palánta igénye határozza meg a palántakezelés területét.

Kisparcellás kísérleteknél követelmény, hogy a parcellánkénti minimális tőszám annyi legyen, hogy a minőségi és beltartalmi vizsgálatokhoz levélszintenként legalább 0,5 kg szárazdohány kinyerését biztosítsa.

A talajkezeléseket kisparcellás kísérletekben kézi eszközökkel vagy kisgépekkel kell végrehajtani. Állomány-kezelésekre legalkalmasabb a Balthes dohányművelő gép, 25-50 tő/parcella esetében háti permetezőgép is használható.

Kacsgátlási kísérletek

Szisztemikus szer (pl. MH) kijuttatása: a bimbós állapotban történő tetejezés után 7-10 nappal állo-mánypermetezés. Előtte 6 napig fungicid és inszekticid használat kerülendő.

Kontakt szer (pl. olaj) kijuttatása: a tetejezéssel egymenetben a dohánytő csonkjára kell kijuttatni, hogy a dohánytövön a hónaljhajtásokkal érintkezve végigfolyjon . Levelekre ne kerüljön. Meleg időben a hatékonyság növekszik.

Adatgyűjtés, értékelés

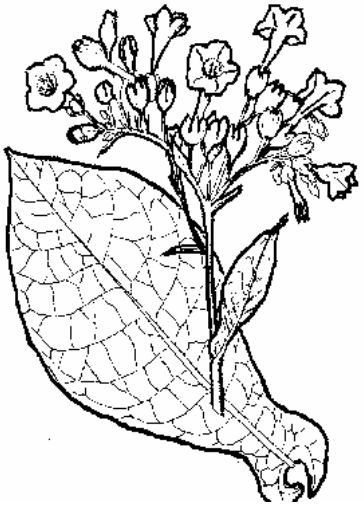
Termés:

- hasznosítható levélszám (db/növény),
- törési övezetenkénti zöld és szárazlevél súly (g),
- minőségi osztályok aránya (MÉM SZ. 1682/1-6 szerint).

Beltartalom

- hamu (g/kg)
- kátrány (g/kg)
- összes fehérje N (g/kg)
- nikotin (mg/kg)
- redukálóanyag (g/kg)
- füst kémhatása
- citromsavtartalom (%)
- összes szénhidrát (g/kg)
- cukor (g/kg)

Kacsgátlás esetében kisparcellás kísérletben az összes növényen, nagyparcellás és üzemi kísérletben parcellánként 5x20 növényen bonitálni kell:
- a kacsok számát,
- a kacsok hosszát,
- a kacsok eredési helyét, valamint a fent említett mutatókat.
A vizsgálatokat 8-10 naponként, legalább 3 alkalommal kell megismételni.



Dohány
(levél és virág)

Egységes fogalmi meghatározások

Tőlevél: a főhajtáson fejlődött levél.
Sarjulevél: a főhajtás visszavágása után, az oldalhajtásokon fejlődött levél.
Kacslevél: az oldalhajtásokon fejlődött levél.
Törési övezet: a főhajtáson fejlődött levelek levélemeletenkénti csoportosítása.
Hegylevél: a virágzat alatt elhelyezkedő 4-5 levél, melyek az anyaleveleknél keskenyebbek, vastagabbak, tömörebb szerkezetűek.
Anyalevél, (deréklevél): a főhajtás középső szakaszán elhelyezkedő levelek,
melyeknek alapja a levéllemez vastagsága, erezete a fajtára legjobban jellemző.
Aljlevél: alakja az anyalevelekhez képest széles, a levéllemez vékonyabb, lazább szerkezetű.

Minőségi osztályok:

A világos
B világos
Zöld dohány
Barna dohány
C (selejt) dohány

Dohánynövény

4.5.12. Lucerna és egyéb aprómagvú pillangósok, valamint rét és legelő

Beállítás, végrehajtás

Rhizobium oltóanyaggal végzendő kísérleteknél:
- a kísérleti táblán visszamenőleg 8-10 évig lucerna vagy az éppen vetésre szánt pillangós lehetőleg ne legyen,
- a kísérlet évében N-trágyát a terület ne kapjon, de N-trágyázott kezelés legyen,
- ha a talaj pH-ja alacsonyabb 6,0-nál, feltétlenül meszezni kell.

Az oltás kivitelezése:
Az oltást az oltóanyaghoz mellékelt használati utasítás szerint végezzük. A beoltott magot még az oltás napján el kell vetni. A vetőgépbe kerülő kezelt magokat meg kell mintázni, a magratapadás vizsgálata céljából 100-100 g mintát kell venni. A mintát műanyagtasakban, azonosítóval ellátva kell a laboratóriumba szállítani.
Több oltóanyagos kísérlet esetén a keverő, illetve vetőgépet az oltóanyagváltás előtt vízzel alaposan ki kell tisztítani. Azonos tőszám biztosítása érdekében a kezeletlen magot inert hordozóval - melynek mennyisége megfelel az oltóanyag mennyiségének - kell összekeverni.

A kísérlet vetését mindig a kezeletlen parcellákkal (kezeletlen vetőmaggal) kell kezdeni.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *szántóföldi kelés*: 2 időpontban, 2 hetes időkülönbséggel (frissen vetett lucernánál) kisparcellán 5x2 m/parc., nagyparcellán 10x5 m/parc.,

- *télállóság* - az ősszel kijelölt mintatereken megszámoljuk a növényeket, majd a tél elmúltával az életképes növényeket összeszámoljuk és viszonyítjuk az előző adathoz, kisparcellán 5x0,5 m^2, nagyparcellán 10x0,5 m^2 mintatér,

- *sarjadzóképesség:* kaszálás utáni egy héttel növénymagasság mérés.

Termés:

- *termésmérés (kg/ha):* kisparcellán teljes terület betakarítás, nagyparcellán teljes terület betakarítás, ha nem lehetséges, mintatér alapján becslés,

- *zöldtakarmánynál*: zöldtömeg, szénatömeg (egységes nedvességtartalomra számolva), levél-szár arány,
- *maglucernánál*: magtermés (ezermagtömeg, csírázóképesség).

Beltartalom

- *szárazanyag (%)*
- *nedvesség (%)*
- *emészthető fehérje (g/kg)*
- *nyersfehérje (g/kg)*
- *nyerszsír (g/kg)*
- *nyersrost (g/kg)*
- *nyershamu (g/kg)*
- *keményítőtartalom (g/kg)*
- *keményítőérték (g/kg)*
- *N-mentes extrakt (g/kg)*
- *$N0_2^-$, $N0_3^-$ (mg/kg)*
- *karotin (mg/kg)*
- *szaponin (mg/kg)*
- *kálium (mg/kg)*
- *E-vitamin (mg/kg)*
- *B-vitamin (mg/kg)*

Lucerna ***Komlóslucerna***

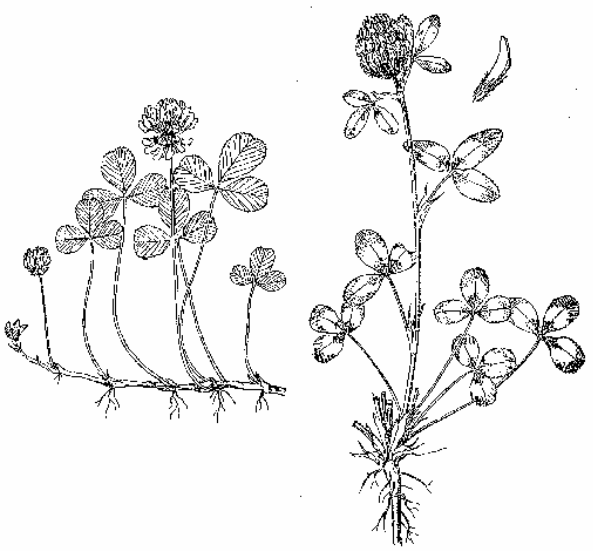
Gümőszámláláshoz és nitrogenáz aktivitás mérésére külön 4x10 db teljes növényt (gyökeres) kell kiásni parcellánként. A kiásott töveket szérumpalackban kell a laboratóriumba szállítani. A mintázás napján feltétlenül el kell végezni a gümőszámlálást, a gümőtömeg mérését.

A nitrogenáz aktivitás mérését a mintázás napján kell elvégezni. A mérés gázkromatográfon acetilénredukciós módszerrel történik.

A lucerna fenológiai szakaszai

Újtelepítésű lucerna

ABC	BBCH	
A	01-09	- csírázás-kelés
B	16-18	- 6-8 leveles állapot
C	21-29	- bokrosodás
D	31-39	- szárnövekedés
E	51	- zöldbimbós állapot
F	59	- kékbimbós állapot
G	61	- virágzás kezdete
H	65	- virágzás (50%)
I	69	- virágzás vége
J	71-79	- hüvelyek érése



Fehérhere ***Vöröshere***

Álló lucerna

A	11	- tavaszi sarjadzás kezdete
B	15	- sarjadzás
C	31	- hosszanti szárnövekedés kezdete
D	32-39	- hosszanti szárnövekedés
E	51	- zöldbimbós állapot
F	59	- kékbimbós állapot
G	61	- virágzás kezdete
H	65	- virágzás (50%)
I	69	- virágzás vége
J	71-79	- hüvelyek érése

4.5.13. Hüvelyesek: szója, bab, lóbab, borsó, lencse, csillagfürt

Beállítás, végrehajtás: a regulátor és műtrágya kísérleteknél különleges előírás nincs. Rhizobiumos kísérletek beállításának feltételei és végrehajtása a lucernához hasonló. Nagyparcellás kísérletnél az oltást célszerű csávázógéppel elvégezni.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *kikelt növények száma:* 2 időpontban, 2 hetes időkülönbséggel (ld. 4.3.2.), kisparcellán 5x5 m/parc., nagyparcellán 10x5 m/parc.,

- *növénymagasság (cm)*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *fenológiai megfigyelések:* virágzás kezdete, tartama,

- *levélemeletek száma növényenként*: kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *zöldtömeg (kg/ha):* kisparcellán 5x2 m/parc., nagyparcellán 10x2 m/parc.

Termés:

- *növényenkénti hüvelyszám*: kisparcellán 5x10 növény/parc, nagyparcellán 10x10 növény/parc.,

- *hüvelyenkénti magszám:* kisparcellán 5x10 hüvely/parc., nagyparcellán 10x20 hüvely/parc.,

- *hüvelyhossz (cm)*: kisparcellán 5x10 hüvely/parc., nagyparcellán 10x20 hüvely/parc.,

- *dőlés (%),*

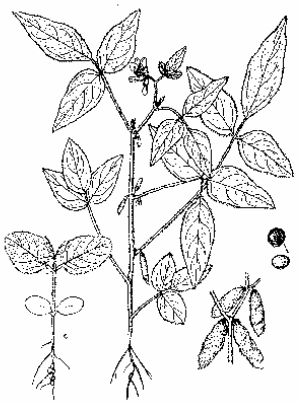
- *ezermagtömeg,*

- *termés (kg/ha):* teljes parcella betakarítással vagy terméselemekből számolva, illetve mintateres betakarítással.

Minőségi mutatók

- *magátmérő, illetve hosszúság(mm)*
- *zsengeség, finométer fok, F^O,*
- *minősítés (borsó)*
  - I.o. 45 F^O
  - II.o. 45-50 F^O
  - III.o. 55-60 F^O
  - IV.o. 54 F^O
- *szárazanyag (%)*
- *nedvesség (%)*
- *olajtartalom (%) (szója)*
- *nyerszsír (g/kg)*
- *nyersfehérje (g/kg)*
- *emészthető fehérje (g/kg)*
- *keményítő tartalom (g/kg)*
- *szénhidrát összes (g/kg)*
- *cukor (g/kg)*
- *lecitin (szója) (g/kg)*
- *N-mentes extrakt (g/kg)*
- *hamu (g/kg)*
- *B, C vitaminok (mg/kg)*
- *kalcium, vas, foszfor (mg/kg)*

Lóbab



Szója

Rhizobiumos kísérletnél a fentieken kívül

- *gümőszámlálás:* kisparcellán 5x10 növény/parc., nagyparcellán 5x20 növény/parc.

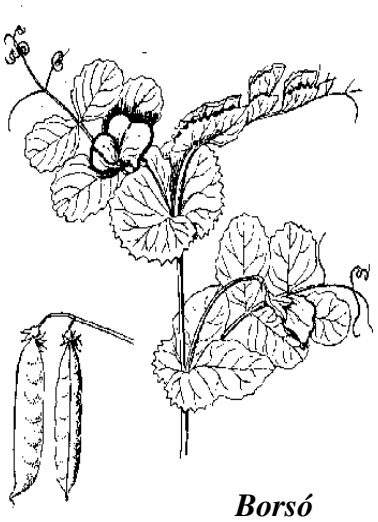
- *gümők "berakódásának" megfigyelése*
- *laboratóriumi vizsgálatok:*parcellánként 10 növényből acetilén redukció, gümőszámlálás, gümőtömeg mérése, gyökértömeg mérése

A hüvelyesek fenofázisai

Szója, bab

ABC	EPPO Amerikai skála		BBCH	
A	0	(Vs)	01-08	- csírázás
B	1	(V0)	09	- kelés
C	2	(V1)	10	- elsődleges levelek kifejlődés
D	3	(V2-V-4)	11-13	- 1-3 kifejlett hármas levél *(trifolium)*
E	4-5	(V5-V7)	14-16	- 4-6 kifejlett hármas levél
F		(V)	21-29	- levél és szárnövekedés, elágazódások képződése
G	6	(R0)	51	- első virágbimbók megjelenése
H		(R1)	60	- első virágok nyílása *(bimbós állapot)*
I	7	(R2)	65	- teljes virágzás *(a növények legalább 50 %-a virágzik)*
J	8	(R3)	73	- hüvelyképződés kezdete *(első hüvelyek hossza 5 -10 mm)*
K	9	(R4)	75	- hüvelyképződés főszakasza *(első hüvelyek hossza 5-20 cm)*
L		(R5)	80	- magképződés kezdete *(első hüvelyekben a magok nagysága legalább 3 mm)*
M	10	(R6)		- magvak teljes kifejlődése
N		(R7)	81	- érés kezdete *(első barna hüvelyek megjelenése)*
O	11	(R8)	89	- teljes érés *(hüvelyek barnulása)*

Borsó, lencse, lóbab, csillagfürt



Borsó

ABC	EPPO Brit skála (Knott)	BBCH	
A	001-003	01-08	- csírázás
B	004	09	- kelés
C	006	11	- 1 kibomlott levél
D		12-19	- 2-9 levélnyeles állapot
C'	101	31	- 1 látható szárcsomó
D'	102-109	32-39	- 2-9 (vagy több) látható szárcsomó
G	201	50	- első virágbimbók megjelenése
H	203	60	- első virágok nyílása
I		65	- teljes virágzás (a növények legalább 50%-a virágzik)
J	204	70	- hüvelyképződés kezdete (első hüvelyek hossza >2 cm),
K	205	71-79	- hüvelyképződés fő szakasza, a hüvelyek 10-90%-a elérte a végleges méretet
L	207	80	- magképződés kezdete, zöld magvak
N	301-309	81-89	- érés, 10-90 %-ban érett, sötét színű hüvelyek, kemény, fekete magvak
O	405	95	- teljes érés, hüvelyek és növényszár 50%-os száradása

4.5.14. Paradicsom, paprika

Beállítás, végrehajtás: a tenyészidő teljes ideje alatt szabadföldön nevelkedő, ún. helyrevetett növények esetében és a kiültetés utáni kezeléseknél különleges előírás nincs, de törekedni kell a növényállomány homogenitására.

Zárt termesztő berendezés (fóliasátor, fóliablokk, üvegház) alatt hajtatott kultúrákat fűtetlen vagy fűtött körülmények között lehet nevelni.

A termesztés közege talaj, perlit, kevert közeg, esetleg vízkultúra lehet.

Szabadföldön a kísérlet beállításánál a szélhatásokra külön figyelemmel kell lenni. A mikroparcellás vizsgálatoknál ügyeljünk arra, hogy a kezelések csak az adott parcellát érjék.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *növénymagasság (cm):* kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 5x10 növény/parc.,

- *szárátmérő (mm)*: kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 5x10 növény /parc.,

- *fenológiai megfigyelések*: virágzás kezdete, érés.

Termés:

- *koraiság:* az első szedés alkalmával leszedett bogyók száma, illetve tömege (a kontrollhoz viszonyítva),

- *termésmennyiség (kg/ha):* szedésenként és összesen, lehetőleg teljes parcella betakarítása alapján, ha ez nem lehetséges, mintaterek kijelölésével,

- *növényenkénti bogyószám:* kisparcellán 5x5 növény/parc., nagyparcellán 10x5 növény/parc.,

- *bogyósúly (g), nagyság (átmérő, hosszúság, mm):* kisparcellán 5x10 bogyó/parc., nagyparcellán 10x10 bogyó/parc.,

- *együntetűség:* a bogyósúly és nagyság szórása parcellánként,

- *színeződés értékelése* : legalább 3 kategória szerint, kisparcellán 5x10, nagyparcellán 10x10 bogyó/parcella alapján,

- *selejt vagy beteg bogyók aránya szedésenként,*

- *üregesedés (%) (paradicsom),*

- *belső elszíneződés (%) (paradicsom),*

- *húsvastagság (mm) (paprika).*

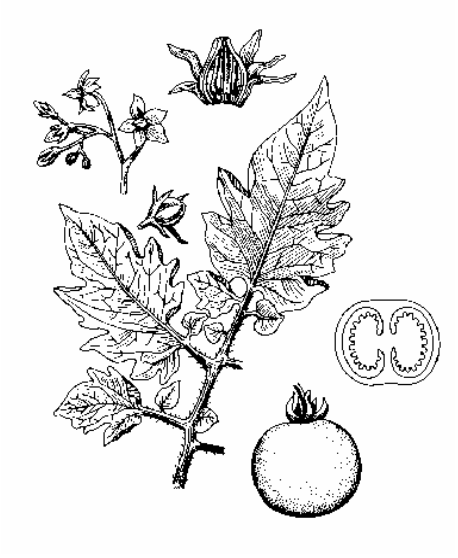
Beltartalom

- *refrakció (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *cukor (g/kg)*
- *sav (g/kg)*
- *pH*
- *cukor/sav arány*
- *húskeménység*

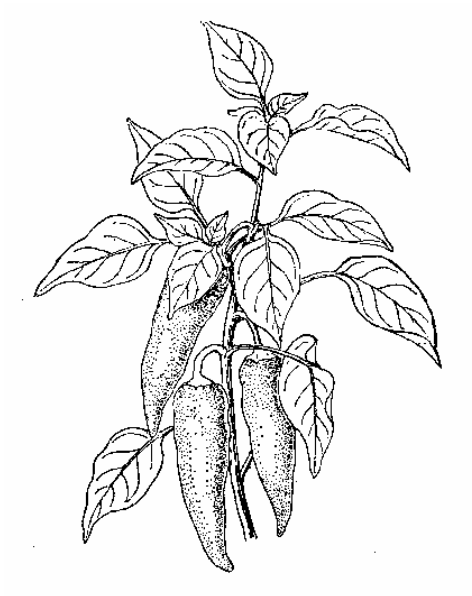
- *C vitamin (mg/kg)*
- *színmérőszám*
- *likopin (paradicsom) (mg/kg)*
- *festékanyag, vörös, sárga, (mg/kg)*
- *vörös és sárga festékanyag aránya (fűszerpaprika)*
- *kapszaicin (fűszerpaprika) (%)*

A festékanyag vizsgálatokat szedés után, 40 napos utóérlelés után, valamint a lebomlás követésével 3-6-9 hónap elmúltával is elvégezhetjük.

A színanyagképző termések (paradicsom, fűszerpaprika) érettségi állapotát P_{10}, P_{20}, P_{50},... P_n-nel jelöljük a 10%, 20%, 50%, ...n% pirosodási foknak megfelelően.



Paradicsom



Fűszerpaprika

4.5.15. Kabakosok: uborka, dinnye, tök

Beállítás, végrehajtás

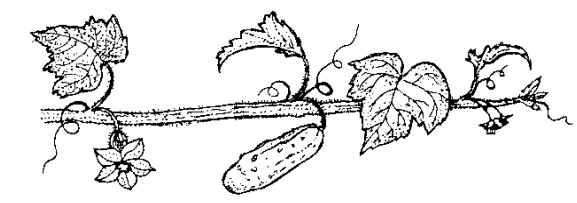
Uborkánál legalább 30-60 m^2-es, töknél és dinnyénél legalább 60-100 m^2-es parcellákat jelöljünk ki kisparcellás vizsgálat esetén. Nagyobb tenyészterületű növények (pl. sütőtök) esetén a parcella akkora legyen, hogy azon legalább 10 növény elférjen.

Vetésre a néhány éves mag alkalmasabb, mint a friss. A kelést a magok előzetes beáztatásával is elősegíthetjük.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *fenológiai megfigyelések:* levelek száma, felülete, indahosszúság, szárvastagság, virágok száma, nővirágok száma.



Uborka

Termés:

- *termésmérés (kg/ha)*: kisparcellán és nagyparcellán egyaránt teljes parcella betakarítás szükséges a kultúra heterogenitása miatt,

- *selejt, beteg termések aránya és mennyisége, osztályba sorolás ,*

- *a termések egyenkénti mérete (cm, g, kg) és szórása,*

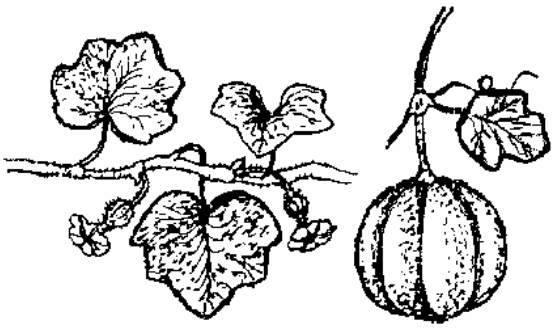
- *termésalak: hossz/átmérő arány,*

- *koraiság:* az első, vagy az első néhány szedés mennyisége az összterméshez képest,

- *minőségi mutatók*:
  - *magmennyiség növényenként (db, g),*
  - *mag : termés arány (%),*
  - *hússzín,*
  - *üregesedés,*
  - *keseredési hajlam (uborka).*

Beltartalom

- *víz (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *szénhidrát (g/kg)*
- *cukor (g/kg)*
- *fehérje g/kg*
- *sav*
- *hamu (g/kg)*
- *C vitamin (mg/kg)*
- *nikotinsav (mg/kg)*
- *B1 vitamin (mg/kg)*
- *B2 vitamin (mg/kg)*
- *karotin (mg/kg)*



Sárgadinnye

4.5.16. Káposztafélék: fejes- és kelkáposzta, karfiol, bimbóskel, karalábé

Beállítás, végrehajtás: különleges előírás nincs.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *fenológiai megfigyelések:* eltérések, palántafejlődés ideje, koraiság.

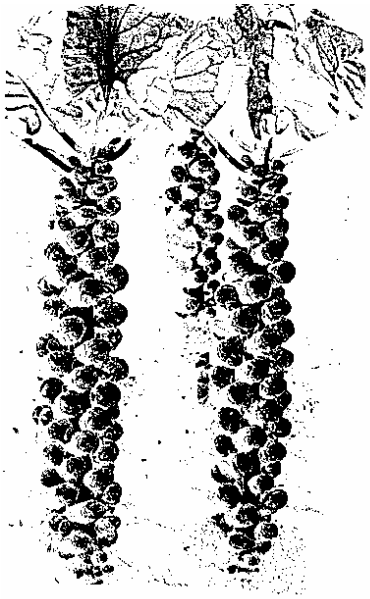
Termés:

- *levélmennyiség, fejtömöttség, levélvastagság (káposzta),*
- *virágkezdemények mennyisége és levélmennyiséghez viszonyított aránya, rózsabarnulás mértéke (%), rózsa-levelesedés (karfiol),*
- *bimbók tömege és növényenkénti száma (bimbóskel),*
- *torzsa tömege és mérete, lomb-torzsa arány, repedések mennyisége, fásodás mértéke (karalábé),*
- *termésmérés (kg/ha)*: kisparcellán és nagyparcellán teljes terület betakarítás,
- *tárolhatóság,*
- *osztályozás, piacosság.*

Beltartalom

- *víz (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *fehérje (g/kg)*
- *zsír (g/kg)*
- *keményítő (g/kg)*
- *cukor (g/kg)*
- *hamu (g/kg)*
- *A vitamin (mg/kg)*
- *B vitamin (mg/kg)*
- *C vitamin (mg/kg)*
- *nikotinsav (mg/kg)*
- *karotin (mg/kg)*
- *$N0_2^-$, NO_3^- (mg/kg)*

Káposzta



Bimbóskel

4.5.17. Salátafélék valamint gyökér- és gumós zöldségek: fejes saláta, spenót, sárgarépa, petrezselyem, zeller, retek, cékla

Beállítás, végrehajtás: elsősorban kisparcellás kísérleteket állítunk be, az ezekre vonatkozó előírások szerint.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *fenológiai megfigyelések:* virágzás, magképzési hajlam.

Termés:

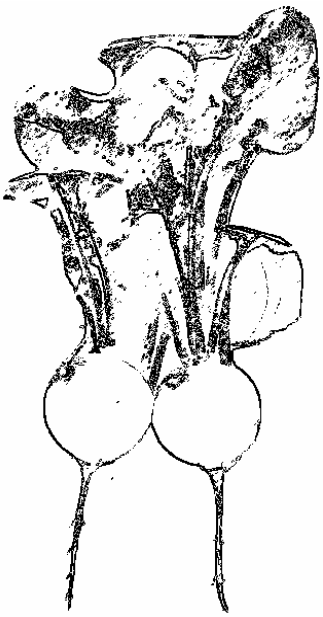
- *zöldtömeg (kg/ha),(spenót),*
- *fejtömöttség,(1-5p), (saláta):* kisparcellán 5x5 növény, nagyparcellán 10x5 növény/parc.,
- *levélbarnulás (%) (saláta):* kisparcellán 5x5 növény, nagyparcellán 10x5 növény/parc.,
- *gyökértömeg (g/db, kg/db)*:kisparcellán 5x10 növény, nagyparcellán 10x10 növény/parc.,
- *gyökérméret (legnagyobb átmérő, hosszúság, és ezek aránya),*
- *alak (elágazott és deformált gyökerek aránya):* kisparcellán 5x5 növény, nagyparcellán 10x5 növény/parc.,
- *piacosság, osztályozás,*
- *repedések előfordulása*: kisparcellán 5x10 növény, nagyparcellán 10x10 növény/parc.,
- *tárolhatóság,*
- *keménység,*
- *fásodás (%).*

Beltartalom

- *víz (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *fehérje (g/kg)*
- *keményítő (g/kg)*
- *cukor (g/kg)*
- *hamu (g/kg)*
- *A vitamin (mg/kg) (sárgarépa)*
- *karotin (mg/kg) (sárgarépa)*
- *B vitamin (mg/kg)*
- *C vitamin (mg/kg)*
- *nikotinsav (mg/kg)*
- $N0_2^-$, $N0_3^-$ *(mg/kg).*

(Gyökértermés vizsgálata esetén csak a gyökér azonos részéről vett minták beltartalmi mutatóit hasonlíthatjuk össze.)

Saláta



Retek

4.5.18. Hagymafélék: vöröshagyma, fokhagyma, metélőhagyma, póréhagyma

Beállítás, végrehajtás: a metélőhagymát cserépbe vagy tenyészedénybe szokták ültetni, a kísérleteket is ilyen körülmények között végezzük. A többi hagymával folytatott kísérletekre a szabadföldi előírások érvényesek.

Adatgyűjtés, értékelés

Növekedés:

- *fenológiai megfigyelések*: virágzás kezdete, vége,
- *levélszáradás, tokrepedés,*
- *levélpáncélozottság, nyakzártság:* kisparcellán 5x5 növény, nagyparcellán 10x5 növény/parc.

Termés:

- *teljes növénytömeg (póréhagyma),*
- *zöldtömeg (metélőhagyma),*
- *hagymatömeg, átmérő, magasság (vöröshagyma, fokhagyma),*
- *gerezdek száma (fokhagyma):* kisparcellán 5x5 növény, nagyparcellán 10x5 növény/parc.,
- *tárolhatóság,*
- *szín (vöröshagyma),*
- *piacosság.*

Kihajtásgátlási vizsgálatokra a burgonyánál leírtak (4.5.5.) érvényesek, a gumónkénti csíraszám kivételével.

Beltartalom

- *víz (%)*
- *szárazanyag (%)*
- *hamu (%)*
- *szénhidrát (%)*
- *fehérje (g/kg)*
- *C vitamin (mg/kg)*
- *$N0_2^-$, $N0_3^-$ (mg/kg)*

Fokhagyma ***Vöröshagyma***

4.5.19. Gyógynövények

Gyógynövények elnevezés alatt rendkívül sokféle, egymástól különböző fűszer-, drog-, gyógyszeripari növényt értünk. A legfontosabb termesztett gyógynövényeket a felhasználási cél szerint 4 fő csoportba sorolhatjuk. A csoportokban lévő növényekre hasonló értékelési metodikát alkalmazunk minden esetben a felhasználandó részre koncentrálva.

24. táblázat A gyógynövények felosztása

	Egyéves	Többéves
Gyökér-és illóolaj drogok		angelika lestyán macskagyökér
Levél-, hajtás-és illóolaj drogok	bazsalikom borsikafű gyapjas gyűszűvirág majoranna zöld kapor	borsosmenta izsóp kerti kakukkfű tárkony
Virág- és illóolaj drogok	kamilla körömvirág	levendula muskotály zsálya orvosi zsálya rovarporvirág római kamilla
Mag-, termés- és illóolaj drogok	ánizs kapor konyhakömény mák mustár	édeskömény konyhakömény
Gyógyszeripari és söripari segédanyagok		komló

Beállítás, végrehajtás

A gyógynövények kísérleti parcelláinak kijelölése megegyezik a hozzájuk hasonló igényű és habitusú szántóföldi és zöldségnövényeknél alkalmazottal. Speciális követelmény, hogy az évelő gyógynövények esetében a parcellákat több évre jelöljük ki. Kisparcellás kísérletekben a parcella méretét akkorára válasszuk, hogy a növények egyedi szórása kiküszöbölhető legyen - ez pedig legalább 40-50 tő. A parcellát azért célszerű növelni, hogy a beltartalmi vizsgálatokhoz kellő mennyiségű nyersanyagot tudjunk gyűjteni. Általában 4-20 m^2-es parcellák kialakítása szükséges 4-6 ismétlésben.

A végrehajtás során a szántóföldi növényeknél előírtakat vegyük figyelembe.

Komló esetében az ültetvényeknél (szőlő, gyümölcs) előírtak az irányadók. A Gyógyszerkutató Intézetben kidolgozott módszer szerint a növényeket 0,5 m^2 felületű, 360 dm^3 térfogatú, egyik oldalon zárt betongyűrűkbe, ismert összetételű talajba telepítik. Az ilyen módszerrel végzett vizsgálatok szabadföldi tenyészedényes kísérletnek tekinthetők.

Adatgyűjtés, értékelés

A növénycsoportok szerint meghatározandó jellemző mutatók az egy- és többéves gyógynövények esetében:

Gyökérdrogként felhasznált növényeknél (angelika, lestyán, macskagyökér) a betakarításkor meghatározandó mutatók:

- gyökérzet tömege (nyers és száraz) g/növény,
- zöldrészek nyers és száraz tömege (g/növény),
- területegységről betakarított gyökérzet (g/m^2),
- hatóanyagtartalom (g/100 g szárazanyag).

Levél- és hajtásdrogoknál (bazsalikom, borsikafű, majoránna, borsosmenta, citromfű, izsóp, kerti kakukkfű, tárkony) teljes virágzásban, vagy a szokásos betakarítási időben meghatározandó mutatók:

- növénymagasság (cm),
- zöldrészek nyers és száraztömege (g/növény),
- szár-levél arány (%),
- hatóanyagtartalom (g/100 g szárazanyag).

Virágdrogoknál (kamilla, körömvirág, levendula, muskotályzsálya, orvosi zsálya, rovarporvirág, római kamilla) teljes virágzásban meghatározandó mutatók:

- növénymagasság (cm)
- virágszár hossza (cm),
- elágazások száma (db),
- virágszám (db/növény),
- virágzat tömege (nyers és száraz) (g/növény),
- zöldrészek nyers- és száraztömege (g/növény),
- területegységről betakarított virágzat tömege (g/m^2),
- hatóanyagtartalom (g/100 g szárazanyag).

Mag- és termésdrogoknál (ánizs, kapor, konyhakömény, koriander, mák, mustár, édeskömény) a termésérés folyamán a jellemző fejlődési fázisokban (tejesérés, viaszérés stb.) meghatározandó mutatók:

- növénymagasság (cm),
- elágazások száma (db),
- zöldrészek nyers- és száraztömege (g/növény),
- tövenkénti mag- és termésszám (db),
- területegységről betakarított termés tömege (g/m^2),
- magvak ezermagtömege (g),
- hatóanyagtartalom (g/szárazanyag).

Komló (értékelés egyedenként történik):

- kihajtás (%),
- indahossz (cm),
- oldal elágazások száma (db/főhajtás),
- termő oldalhajtások helye (cm),
- termő oldalhajtások hossza (cm),
- termő oldalhajtások megjelenésének ideje,
- tobozok száma (db/növény).

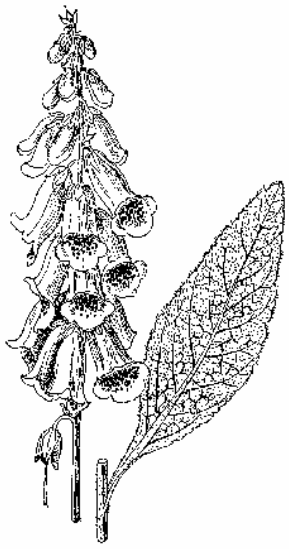
Komló

Beltartalom

Különös figyelmet kell fordítani a fűszer- és gyógynövényeknél a hatóanyag vizsgálatokra. Mind a műtrágyázási, mind a regulátoros kísérleteknél várható a hatóanyag felhalmozódás kontrolltól való eltérése. Külön szermaradék vizsgálat javasolt az illóolajos növényeknél az olajból, ahol a növény lepárlásakor a szermaradék nagyobb mértékben feldúsulhat, mint az egyéb növényi részekben

Hatóanyag vizsgálatoknál javasolt a többszöri mintavétel. Célszerű nyomonkövetni a hatóanyag felhalmozódás menetét és jellemző fenológiai fázisokban (szárbaindulás, elágazódás, virágzás kezdete stb.) meghatározni a hatóanyagtartalmat.

A hatóanyagtartalom vizsgálati módszerét valamennyi gyógynövénynél gyógyszerkönyv, illetve szabvány szerint kell elvégezni. Komló vizsgálatánál a gyógyszerkönyv, országos ipari szabványok és söripari szabványok előírásai alapján kell eljárni.



Piros gyűszűvirág

Borsosmenta

4.6. A beállítás, végrehajtás, adatgyűjtés, értékelés módja gyümölcs és szőlő kultúrákban

Az idevonatkozó elméleti ismeretanyagról a módszertan 1., 4.1., 4.2., 4.3. és 4.4. fejezetei nyújtanak áttekintést. Ebben a fejezetben csak néhány speciális szempontot emelünk ki.

Tekintettel arra, hogy az egyes gyümölcsféléknél és a szőlőnél gyakorlatilag ugyanazokat a tulajdonságokat, paramétereket értékeljük, ezért az előző fejezettől eltérően, nem az egyes növényenkénti, hanem paraméterenkénti bontásban adjuk meg az értékelési szempontokat.

4.6.1. Gyümölcstermő növényekkel tervezett szabadföldi kísérletek

Kisparcellás vizsgálatoknál a parcella nagyságát a rendelkezésre álló vegyszerek mennyisége, **nagyparcellás** vizsgálatoknál a térállás (sűrű térállásnál a felső határ, tág térállásnál az alsó határ) szabja meg. Az **üzemi** kísérletek célja az, hogy egy nagyobb ültetvény rész kezelésének hatása hitelesíti e az előzetes kis- és nagyparcellás kísérletek eredményeit. Fontos szempontok, hogy az ültetvény jól reprezentáljon egy termesztési körzetet, művelésmódot, illetve, hogy különösen alkalmas a várt kezeléshatás ellenőrzésére. Csak olyan helyen állítsunk be üzemi kísérletet, ahol gondosan elvégzik és igénylik a kezelést.

A terület kijelölése során az ültetvény vagy a tábla egészét jól jellemző talajon és fekvésben elhelyezkedő, a kísérleti célnak megfelelő azonos fajtájú és alanyú fákat válasszunk ki. Az egyes fák kijelölésénél törekedjünk arra, hogy mellőzzük a valamilyen ok (pl. sérülés, technológiai hiba stb.) miatt nem teljes értékű, valamint a szélsőséges eseteket jelentő fákat, koronarészeket. Ne jelöljünk ki pl. sérült törzsű, feltűnően túlmetszett vagy metszetlen, kiugróan erős vagy gyenge növekedésű, feltűnően túlterhelt vagy alulterhelt fákat, koronarészeket. A hiánytünetek gyógyításánál hasonló tüneterősségű fákat válasszunk ki.

A fák beazonosíthatósága érdekében tüntessük fel minden parcella szélső fáin az ismétlés és kezelésszámot (pl. III/2). Kisparcella esetén a parcellán belül szükséges a fákat egyenként is megszámozni.

A **növekedésszabályozó anyagokat** legtöbbször lombrapermetezéssel, ritkábban talajba vagy talajfelületre juttatjuk ki. A permetezés végrehajtásában az előzőekben leírtak az irányadók. Ha különálló ágakat, hajtásokat kezelünk, 0,5-2,0 liter űrtartalmú szobai (kézi) permetezőkészüléket használjunk. Gyümölcsösben végzett talajkezeléskor a készítményt (nem vegyszerrel) gyommentesített talajfelületre permetezzük, vagy a felszívó gyökérzet valószínűsített elhelyezkedési felületén barázdába, illetve a fiziológiailag különösen aktívnak ismert gyökérnyak körüli mélyedésbe juttassuk be.

A kezelési időpont meghatározásakor ne naptári dátumokat, hanem fenológiai fázisokat (pl. bimbós állapot), vagy fenológiai fázisokhoz viszonyított időpontot (pl. teljes virágzás után 2 hét) jelöljünk meg. Hosszabb idő-tartamú fenológiai fázisok egyes szakaszait általában pontosan célszerű meghatározni, pl. a sziromhullás kezdetéül megjelölhetjük (almánál) a virágzaton belüli csúcsi helyzetű - középsőnek látszó - virágok sziromhullásának nem elhúzódó, könnyen megfigyelhető időpontját. A kezelést követő 2 órán belül lehullott csapadék a hatást csökkenti, ennek ellenére a kezelés nem ismételhető meg.

Fasebkezelő anyagok vizsgálatakor a pontos és reprodukálható mérés érdekében a fák törzsén vagy nagyobb ágain 1-2 cm széles és 5-10 cm hosszú sebeket vágjunk éles késsel. A sebek felénél csak a kérget, másik felénél a kérget és a háncsot távolítsuk el, és az így kivágott sebeket kenjük be a készítménnyel. Minden kezelt fán a kezelt sebeken kívül legyen, egy sekély és mély kezeletlen seb is, amit nem kenünk be (relatív kontroll). A kísérletbe bevonunk olyan fákat is, amelyeken sebeket vágunk, de amelyeket nem kezelünk (abszolút kontroll).

Metszéssel nevelt kultúrák esetében a metszési felületeket kenjük be, ekkor is minden fán relatív kontrollt hagyva. A provokatív sebzések miatt a kísérlet elhelyezése nehézségekbe ütközhet, de természetes eredetű, bizonytalan nagyságú sebeken a készítményeket elbírálni nem lehet. A kísérletet olyan ültetvényen állítsuk be, ami nem túl fiatal, és ahol a sebzéssel nem okozunk észrevehető kárt. Fasebkezelő anyagoknál a szükséges fák száma kisebb, mint a talaj vagy lombkezelések esetében, 5 ismétlés mellett ismétlésenként 1-2 fa kezelésével megbízható eredményeket kapunk.

4.6.1.1. Növekedési tulajdonságok

4.6.1.1.1. A hajtásnövekedés dinamikája

Megfigyelési egység

Fánként 2-2 db, a művelésmódra (koronaformára) jellemző szögállású, illetve az adott fára jellemző erősségű, kézzel elérhető magasságban lévő vázágon végálló helyzetű vezérhajtás megjelölése pl. műanyag faiskolai címkével, megbízhatóan tartós felirattal.

Adatfelvétel gyakorisága

Az első (és ha több van, minden újabb) kezelés időpontjában, valamint a hajtásnövekedés első periódusának befejeződésekor és a vegetációs idő végén mérjük a hajtások hosszúságát és leszámoljuk a leveleket (ízközöket). A hajtás hosszúságát az alaptól a hajtáscsúcson elhelyezkedő ún. vitorláig mérjük, a levelek számlálásakor a csúcsi helyzetű, még kisebb méretű (de már kiterült) leveleket is figyelembe vesszük. Az adatfelvétel gyakorisága szükség szerint nagyobb is lehet.

Adatközlés (minden egyes adatfelvételi időpontra vonatkozóan):

HH - hajtáshosszúság (cm),
IKSZ - ízközszám (db),
IKH - ízközhosszúság (mm).

Az adatokat vonaldiagramon ábrázoljuk az idő függvényében, statisztikai értékelést egy vagy több, (de nem feltétlenül az összes) időpontban, a parcella adatokból végezzük.

4.6.1.1.2. Az évi összes növedék jellemzése

Viszonylag részletes és egyszerűen kivitelezhető adatfelvételből kaphatunk tájékoztatást, hogy mennyi:

- az átlagos hajtáshosszúság (cm),
- az összes növedék (hajtáshosszúság) fajlagos mennyisége,
- a potenciálisan termőrésznek számító rövid hajtásképletek mennyisége.

Megfigyelési egység

A vegetációs idő végén fánként 1-1, harmadik éves vázág kijelölése a 4.6.1.2.1. pont alatt megadott szempontok szerint.

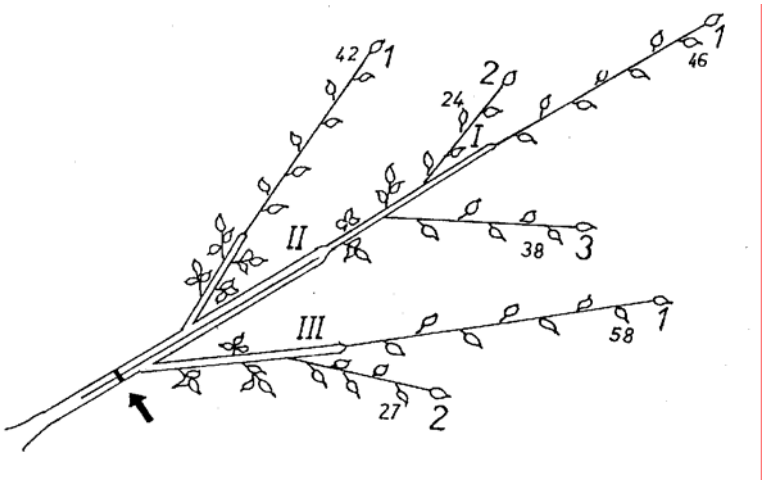
Adatfelvételezés

Az ezen az ágon végálló helyzetű második éves részen lemérjük az összes 10-15 cm-nél hosszabb hajtás hosszúságát úgy, hogy a méréseket a vezérhajtáson kezdjük és a második éves rész alapja felé haladva vesszük sorra a hajtásokat, majd leszámoljuk az ugyanitt található, 10-15 cm-nél rövidebb hajtásokat. Ezután a kijelölt vázág alapja felé soronkövetkező további második éves részeken is elvégezzük ugyanezt. Befejezésül lemérjük a vázág alapjához legközelebbi (utolsóként értékelt) második éves elágazás alatt a (harmadik éves) vázág körméretét. Mivel a leginkább alapi helyzetű második éves elágazás is lehet elég távol, a harmadik éves rész - ilyen esetben sokkal nagyobb körméretű - alapi részétől, hibaforrás lenne a (harmadik éves) vázág alapi részén meghatározni az ág körméretet.

Az adatfelvételre vonatkozóan egy vázlatot illetve adatlap mintát mellékelünk. Fajtától (fajtacsoportoktól) függ, hogy a termőrésznek tekintett rövid hajtások hosszúságánál milyen határértéket fogadunk el. A Delicious fajtakör nem - Spur típusú fajtáinál ez lehet kb. 15 cm, a Jonatán változatoknál (vagy azokhoz hasonló növekedési típusú fajtáknál) nem több mint 10 cm. A termőrészek leggyakrabban előforduló típusai (dárdák, termő-nyársak) mellett találunk ún. rozettákat is. A rozetta a dárdák csúcsrügyéhez hasonló fejlettségű rügy, de látszólag szárrész nélkül, a rügyalapot levélkoszorú veszi körül, ezek a levelek kisebbek, mint az átlagos méretű lomblevél. A rozettákat szintén a termőrészek közé számítjuk.

Az alapadatokból képezhető mutatószámok:

HH - átlagos hajtáshosszúság (cm),
HHK - az összes növedék (hajtáshosszúság) fajlagos mennyisége
= összes hajtáshosszúság cm /ágkörméret cm),
TRK - termőrész (db)/ágkörméret cm.



26. ábra I., II.,III., és l, 2, 3, =az adatfelvétel sorrendje
= az ágkörméret mérés helye

Célszerű a leírtak szerint értékelt vázág azonosító jelzése (megbízható címkével, élénk színű műanyag szigetelő szalaggal vagy egyébbel), mert ezzel jelentősen könnyebbé, gyorsabbá tesszük a virágzás értékelését tavasszal.

25. táblázat Az évi összes növedék jellemzésére szolgáló adatgyűjtés

Fa sor	helye sorszám	Kezelés jelzése	ismétlés j	Ágkörméret cm	Hajtáshossz cm	Termőrész db
3	5	XY	/1	14	46,24,38	3
					42	4
					58,27	3

Az adatokat parcellánként átlagolva végezzük el a statisztikai értékelést.

4.6.1.1.3. Az elágazódás mértéke

Megfigyelési egység

Ebben az esetben is 3. éves - az előzőeknek megfelelően kijelölt - vázágakkal dolgozunk. Eltérés az összes növedék jellemzésére végzett adatfelvételtől, hogy most lemérjük a 2. éves részek hosszúságát is.

Az alapadatokból képezhető mutatószámok:

HHK - összes hajtáshosszúság cm/ágkörméret cm,
HHH - összes hajtáshosszúság cm/ágfolyóméter,
HSZK - összes hajtás db/ágkörméret cm,
HSZH - összes hajtás db/ágfolyóméter,
TRK - termőrész db/ágkörméret cm,
TRH - termőrész db/ágfolyóméter.

Az "ágfolyóméter" megjelölés ez esetben nem egészen pontos, mert nem mértük a harmadik éves rész hosszúságát, de attól - több praktikus ok miatt - eltekinthetünk.

4.6.1.1.4. A lomblevelek egyes tulajdonságai

A lomblevelek felülete

A hajtásnövekedés dinamikájának megfigyelésével kapcsolatban leírt módon, de legalább 3 hajtást választunk ki minden fán. Leszedjük a hajtások ízközszám szerint középső három levelét, s ezek területét planiméterrel vagy milliméter papíron körberajzolás után a négyzetrácsok számlálásával, esetleg erre megfelelő műszerrel mérjük. Tapasztalataink szerint megközelítő pontosságú - de az egyes kezelések összehasonlítására jól megfelelő - módszer, amikor lemérjük a levelek hosszúságát, legnagyobb szélességét és az ellipszis területének kiszámításához használt képlettel dolgozunk. Adatfeldolgozásnál a fánkénti 3 (vagy több) hajtásról kapott adatok átlaga egy fa adata.

A lomblevelek vastagsága

E ritkábban használt mutató meghatározásához ugyanúgy szedünk levélmintát, mint a levélfelület méréshez. A levelek középső harmadából, a főér és a levélszél közötti részből kényelmesen kezelhető, de nem túl nagy (kb. 5x3 mm méretű) darabokat metszünk ki. A mintákból kézi - vagy fagyasztó mikrotommal készített metszetekből mikroszkópban, okulár mikrométerrel mérjük a levéllemez vastagságot. Metszeteket készíthetünk természetesen a mikrotechnika hagyományos módszereivel (paraffinba beágyazás után) is, de ez rendkívül időigényes.

A lomblevelek fajlagos tömege

Lényegében a levéllemez vastagságának (nem túl egyszerű) mérését helyettesítjük a lomblevelek fajlagos tömegének meghatározásával. A levélfelület méréshez szedett mintát (levélnyél nélküli) friss tömegét lemérjük, majd a levélfelület ismeretében számítjuk ki 1 cm^2 levélfelület tömegét. Pontosabb megoldás, ha a levelekből ismert területű mintákat metszünk ki (pl. nagyobb dugófúróval) és ezek tömegét mérjük. Fontos, hogy valamennyi minta esetében azonos, rövid idő teljen el a mintaszedés és a tömegmérés között.

A lomblevelek klorofill-tartalma

A levélmintákat az előzőekkel azonos módon gyűjtjük, ezekből fánként egy átlagmintát képezünk. A klorofill extrahálása és mérése spektrofotométeren a rendelkezésre álló laboratóriumban szokásos módszerrel történhet. (Ld. 2.3.3.2.) A klorofill-tartalmat legtöbbször mg/g egységben közöljük.

4.6.1.2. Terméstényezők vizsgálata

4.6.1.2.1. Virágzás vizsgálata

4.6.1.2.1.1. Virágrügyképződés, virágzás mértéke

Megfigyelési egység

A növekedésszabályozó anyagok virágrügyképződést befolyásoló hatását a kezelést követő évben mérjük. Az előre kijelölt vázágakon a virágzás erősségének jellemzéséhez leszámoljuk a virágzó és nem virágzó termőrészeket (termőnyársakat, dárdákat, rozettákat) valamint az évesvesszőkön megjelent virágzatokat.

Az alapadatokból (előző évi is) képezhető mutatószámok:

VT% - virágzó termőrészek aránya,%
VVH - virágzat db/évesvessző folyóméter,
VK - összes virágzat db/ágkörméret cm (ahol az összes virágzat a rövid termőrészeken és az évesvesszőkön számolt virágzatok összege)

Abban az esetben, ha a virágzást megelőző év végén az összes növedék felmérése nem történt meg (vagy ha a téli metszés csonkította a felmérésre kijelölt vázágakat), virágzáskor kell elvégeznünk a teljes felmérést.
Célszerű, ha az adatfelvételt a pirosbimbós állapot elején kezdjük, ekkor a virágzatok már jól láthatók, de könnyebben számolhatók, mint teljes virágzásban.

4.6.1.2.1.2. A virágzási idő vegyszeres szabályozása (csonthéjasok: őszibarack, kajszi, meggy, cseresznye, szilva)

A virágzási idő az egyes regulátor kezelések mellékhatásaként is módosulhat. A virágzási idő késleltetését a téli és a tavaszi fagykár mérséklése (kajszi, őszibarack) valamint a porzófajták jobb együttvirágzása (cseresznye, meggy, szilva) érdekében célszerű elvégezni.

Virágzásdinamikai megfigyeléseket fajtánként és kezelésenként végzünk. (Kisparcellán minden fán, nagyparcellán és üzemin 5-10 fán). A korona középmagassági zónájában olyan ágrészt jelölünk ki, amelyen megközelítőleg 200 bimbó van. A megfigyelés helye egységesen a délnyugati oldal. A különböző nyílási stádiumokat (bimbó, nyíláskezdet, kinyílás és elnyílás) a virágzás időtartama alatt naponta virágonként megszámoljuk. A kinyílás menetét a kezelt és kezeletlen fák (és fajták) adataiból fenogramokon ábrázoljuk.

A virágfagykár mértékét téli rügyvizsgálattal rügypattanáskor, a késő tavaszi lehűlések hatását kezelésenként, a virágfejlődés különböző (bimbó és kinyílt virág) szakaszaiban határozzuk meg. Időpontja a fagykár keletkezése után, lehetőleg 1-2 napon belül. A vizsgálatok során kezelésenként felvágunk 100-100 db bimbót, illetve kinyílt virágot. A termők elbarnulásából következtetünk a fagykárra. A bimbókat és a kinyílt virágokat 1-1 fáról, a korona különböző szintjeiből (alsó, középső, felső) szedjük.

Termésmennyiség mérése kezelésenként (kg/fa, t/ha): ld. kötődésvizsgálat.

Adatközlés

A virágzási adatokat fánként összesítve, a termésadatokat parcellánként összesítve végezzük a statisztikai értékelést.

4.6.1.2.2. Gyümölcskötődés vizsgálata

Megfigyelési egység

Alma, körte esetében a virágzás értékelésekor megjelölt vázágak.

Kajszi, cseresznye, meggy, szilva esetében a megporzódott virágok gyümöcskötődését kisparcellán úgy értékeljük, hogy fánként a korona középmagassági zónájában olyan ágrészeket jelölünk ki, amelyeken megközelítőleg 2x100, illetve 4x50 bimbó van (összesen kb 200) a fa 2-4 égtája szerint egyenletesen elosztva. Zártállományú, sövényfalat alkotó ültetvényekben két ágrészt választunk ki a fákon. Az ágak lehetőleg jól megvilágított helyen, a korona két ellentétes oldalán helyezkedjenek el, ezeken számlálunk le 100-100 db bimbót. Nagyparcellán 10 fát értékeljünk.

Adatfelvétel gyakorisága

Alma, körte esetében a teljes virágzás után 3-4 héttel (primer kötődés), júliusban és/vagy szedés előtt (végleges gyümölcskötődés). Amikor ősszel értékeljük a végleges gyümölcskötődést, biztosítanunk kell, hogy az adatfelvétel a szedés előtti természetes, ún. érés előtti hullást megelőzően történjen. Valamennyi időpontban külön számoljuk a rövid termőrészeken, illetve az évesvesszőkön található gyümölcsöket.

Kajszi, cseresznye, meggy, szilva esetében a kötődést három időpontban (tisztuló hullás, a második (júniusi) hullás után és szüret előtt) értékeljünk.

Adatközlés

Legegyszerűbb (nemzetközileg is használt) formája a *gyümölcs db/100 virágzat,* természetesen külön-külön a rövid termőrészekre és évesvesszőkre vonatkozóan. Statisztikai értékelést a fánkénti adatokból végezzünk.

A virágzáskori adatfelvételre is visszautalva említjük, hogy nem minden fajta fáin és/vagy nem minden évben találunk virágzatot (gyümölcsöt) az évesvesszőkön. (Az "évesvessző" valójában második éves rész, már a tavaszi adatfelvétel során is, de a gyakorlatban egységes értelmezése miatt jól használható a kifejezés.)

Mellékhatásvizsgálatok

A kötődést fokozó regulátorok közül többnek ismert a fagykárosodásokat csökkentő, teljesítménynövelő és kondíciójavító hatása. A megfigyeléseknek ezért ki kell terjedni a növekedés és termőrészképzés (virág-rügyberakódás) vizsgálatára (csak bonitálás), a kezelések többéves hatásának (3-4 év termése) mérésére és a kéregelhalást, valamint rákbetegséget okozó gombák kártételének tanulmányozására a kezelésekben.

4.6.1.2.3. Szedés előtti hullás gátlása

A különböző növekedésszabályozó anyagok használatának mellékhatása is lehet a gyümölcsérés siettetése, vagy késleltetése, de leggyakoribb, hogy a termésveszteséget okozó szedés előtti hullás csökkentésére hullásgátló készítményeket alkalmazunk.

Megfigyelési egység:

- *hullott gyümölcs (kg/fa, esetleg db/fa),*
- *rázott vagy szedett gyümölcs (kg/fa),*
- *összes termés (kg/fa),*
- *fán maradt gyümölcs (kg/fa veszteség),*
- *hullásindex = hullott / összes gyümölcs (%)*
- *szedési (rázási) index = betakarított/összes gyümölcs (%),*
- *gyümölcsméret (hullott és betakarított, g/db).*
- *sérülten szedett (rázott) gyümölcsök aránya (%)*
- *kocsány nélkül szedett (rázott) gyümölcsök aránya (%)*

Adatfelvétel gyakorisága

A fák alatt esetleg már található valamennyi gyümölcsöt távolítsuk el a szedés előtti hullás kezdetének becsült időpontja előtt, vagy pl. a hullásgátló kezelést megelőzően (esetleg azzal egyidejűleg). Ezt követően hetenként (vagy 10 naponként, de szabályos időközökben) számoljuk a hullott gyümölcsöket, s ezeket - a továbbiak egyszerűsítése érdekében - el is távolítjuk a fák alól. Ha csak egy értékelést végzünk, a gyümölcsök felszedése nem szükséges.

A betakarítás után meghatározzuk a fán lévő összes gyümölcs darabszámot, és az átlagssúly alapján megbecsüljük a fán maradt termést.

Adatközlés

A mért paramétereket parcellánként összesítve végzünk statisztikai számítást.

4.6.1.2.4. Gyümölcsritkító vegyszerek hatásának vizsgálata

Gyümölcsberakottság megállapítása

Időpontja: a csészecsőletolódást követően (őszibarack, kajszi, szilva) a primer kötődés végén, az első természetes gyümölcshullás után (alma).

Módszere*:*
- kisparcellán minden fán, nagyparcellán és üzemi kísérletben kezelésenként legalább 10 mintafán 1-1 vázág kiválasztása, karcsú orsó koronaformánál az egész fán leszámoljuk a gyümölcsöket és az adatokat a törzskeresztmetszet cm^2-re vonatkoztatjuk,
- a vázágat enyhén megrázzuk, hogy a nem kötődött, de még le nem hullott terméskezdemények lehulljanak,
- megszámoljuk a vázágon maradó gyümölcskezdeményeket (N),
- megmérjük mérőszalaggal a vázág körméretét az alapi részen (K),
- kiszámítjuk az ágkeresztmetszet 1 cm^2-re jutó gyümölcsök számát (B) (db/ágkm cm^2).

$$B = \frac{N 4\pi}{K^2} \left[\frac{db}{cm^2}\right]$$

- Kezelésenként kiszámítjuk az egyes mintafák vázágain mért berakódottsági értékek átlagát ($\overline{B}$).

Gyümöcsszámlálás a szedés előtt

A mintaágakon leszámoljuk a gyümölcsöket és meghatározzuk a:

- ritkulási százalékot,
- gyümölcsméretet (mm), és átlagtömeget (g),
- gyümölcsök érettség megoszlását (őszibarack, kajszi).

4.6.1.2.5. A gépi betakarítást elősegítő vegyszeres kezelések hatásának vizsgálata (cseresznye, meggy, szilva)

A kezeléseket a szüret várható időpontja előtt végezzük el (lehetőleg a délelőtti órákban 23 ^{O}C alatti hőmérsékleten.)

Mintavétel: *a kezeléstől kezdve két naponként kezelésenként, ismétlésenként.*

26. táblázat A gépi betakarítást elősegítő vegyszeres kezelések hatásának vizsgálatához szükséges mintaszám

	cseresznye, meggy (db)	szilva (db)
kisparcellán	20	10
nagyparcellán	50	20
üzemi kísérletben	50	20

Mintaszedéskor ügyeljünk arra, hogy kb. 1,5 m-es magasságban a korona minden oldaláról (körkörösen) és a korona belsejéből is vegyünk mintát. (A mintákon belül törekedjünk a vizuálisan megállapítható színegyöntetűségre.)

Vizsgálatok

A gyümölcs leválasztásához szükséges szakítóerő igényt erőmérővel mérjük. A refrakciót 20 ^{O}C-on kézi refraktométerrel határozzuk meg minden egyes gyümölcsből.

A nagyparcellás és üzemi kísérletekben a befőtt készítésére alkalmas érettség elérésekor rázógéppel lerázzuk a fákról a gyümölcsöt kezelésenként 1-1 fa kivételével.

A lerázott fáknál megmérjük:

- a lerázott és fán maradt gyümölcs mennyiségét (kg/ha),
- a rázás hatékonyságát (rázott/összes%),
- a kocsánnyal és anélkül rázott gyümölcsök mennyiségét, a sérült gyümölcsök arányát.

Mintanagyság

A rázott gyümölcsből fánként 100-100 db-os véletlen mintát veszünk.

Adatközlés

A statisztikai értékelést fenti paraméterekből, a parcellánkénti adatokkal végezzük.

A kocsánnyal és kocsány nélkül lehullott, valamint az ép és sérült gyümölcsök arányának meghatározása. A sérült gyümölcsök között megkülönböztetünk nyomott és nyílt sérült (hasadt vagy zúzott) gyümölcsöt. A rázásból kihagyott kísérleti fák gyümölcsein nyomon tudjuk követni az érés további alakulását, valamint a gyümölcs leválasztáshoz szükséges erő változását (további mérések két naponként).

A gyümölcsleválást elősegítő vegyszerek hatása nagymértékben időjárásfüggő, ezért fel kell jegyezni az érési időszak napi időjárási adatait (hőmérséklet, ^{O}C max., min. és csapadék mm).

4.6.1.2.6. Termésmennyiség mérése

Megfigyelési egység

Kisparcellás kísérletben **fánként mérjük** a termés mennyiségét. Megoldás lehet - ha csak néhány gyümölcs van egészen fiatal fákon -, hogy számoljuk a gyümölcsöket és (gondos előzetes mérések után) gyümölcs átlagsúly alapján határozzuk meg a termés mennyiségét. **Nagyparcellán a parcella teljes termésmennyiségét** mérjük. Üzemi kísérletben soronként vagy - ha van ilyen - parcellánként, illetve az egész táblára vonatkozóan mérjük a termés mennyiségét. Az átlagtermés kiszámításához tudnunk kell a kezelt fák számát vagy a kezelt terület nagyságát, és ki kell egyeznünk azzal, hogy az üzem közli a területről elszállított (tartály)ládák számát, illetve azok nettó átlagsúlyát.

Adatközlés

A termésadatokat parcellánként összesítve végezzük a statisztikai értékelést.

4.6.1.2.7. A gyümölcs növekedés dinamikájának értékelése

27. táblázat A gyümölcsök megfigyeléséhez szükséges gyümölcsök száma kezelésenként és ismétlésenként

	alma, körte	őszibarack, kajszi	szilva, cseresznye, meggy
kisparcella	30	30	50
nagyparcella	50	50	100
üzemi kísérlet	100	100	100

A növekedési regulátorok hatásukat nemcsak a hajtásnövekedésre, hanem a gyümölcs növekedési és fejlődési folyamataira is kifejtik. Ezért célszerű egyes esetekben (daminozid, paclobutrazol, citokinin) a gyümölcsnövekedés és hullás részletesebb vizsgálata. A megfigyeléseket és méréseket a tenyészidőszak alatt (a gyümölcs-kötődéstől a szüretig) hetente végezzük.

Megfigyelési egység

Alma és körte esetében kisparcellákon kezelésenként 100 db számmal ellátott virágzatot jelölünk ki a virágzás kezdetén.

Csonthéjasok esetében kisparcellákon kezelésenként 100 db számozott gyümölcskezdeményt jelölünk ki a virágzást követően, két hét múlva a tisztuló hullás időszakában.

Adatfelvételezés gyakorisága

Alma és körte esetében a virágzatok kijelölése után célszerű feljegyezni az összes virágszámot, a természetes gyümöcshullás után pedig a kötődött gyümölcsök számát. A gyümölcsök átmérőjének mérését a kötődés utáni gyümölcshullás befejeződését követően lehet elkezdeni. Subler segítségével megmérjük a gyümölcsök legnagyobb átmérőjét. Esetenként szükséges lehet a bogernyőben elkülöníteni a középső és szélső helyzetű gyümölcsöket egyes kötődésfokozó kezelések esetén. A hetenkénti mérésekkel jól követhető a gyümölcshullás dinamikája a kezelésekben.

Csonthéjasok esetében a mérést hetente végezzük, subler segítségével mérjük meg a gyümölcsök legnagyobb átmérőjét.

Adatközlés

Betakarításkor a termésadatok mellett (kg/fa, t/ha) feltétlenül mérjük meg a számozott gyümölcsök hosszúságát és szélességét (mm), amelyből kiszámítjuk az alakindexet (L/D). Amennyiben értéke egynél nagyobb a gyümölcs hosszúkás, ha pedig egynél kisebb, akkor lapított. A gömb alakú gyümölcsök alaktényezője = 1.

4.6.1.2.8. Gyümölcsérés ideje és dinamikája

Az érés kezdetétől az érés végéig naponta, fánként bonitáljuk a szedésre érett gyümölcsök százalékát.

Érés kezdete: a fán a gyümölcsök érése megkezdődött. A gyümölcsök 1-10%-a a fajtára jellemző színt és nagyságot elérte, azok szedésre alkalmasak (első szedés).
Érési főidény: a gyümölcsök 50-90%-a a fajtára jellemző szint és nagyságot elérte.
Érés vége: a fán lévő gyümölcsök fennmaradó 1-10%-a is elérte a fajtára jellemző színt és nagyságot.
Szedés időpontja: a gyümölcsszedés napjának rögzítése.

Megfigyelési egység

A gyümölcsérés idejét és dinamikáját kisparcellán fánként, nagyparcellán 20 fán bonitáljuk.

Adatfelvételezés gyakorisága

A gyümölcsérés dinamikájának vizsgálatához az érési idő alatt naponta bonitáljuk fánként a szedésre érett gyümölcsök %-át, (a fán a gyümölcsök hány %-a érte el a fajtára jellemző színt és nagyságot).

4.6.1.2.9. Gyümölcsszíneződés (alma, körte)

Megfigyelési egység

Fánként minimálisan 6 db (de inkább több) gyümölcs a vizsgálandó minta. A nagyobb darabszám lényegesen növeli az adatgyűjtés megbízhatóságát, ami azért is fontos, mert ebben az esetben - és a további 2 vizsgálatban - szabványos időközökben ismétlődő megfigyeléseket, sorozatvizsgálatokat végzünk. (A gyümölcsszíneződés megfigyelését, a keményítő-próbát és a húskeménység mérését ugyanazon gyümölcsökön végezhetjük el, tehát a 3 vizsgálat nem jelent ugyanennyi, egymástól független mintaszedést).

A gyümölcs színeződöttségét két egészen különböző módszerrel vizsgálhatjuk és ezek a

- gyümölcs fedőszínnel borítottságának becslése,
- a héj vörös színanyag tartalmának mérése.

A fedőszínnel borítottság mértékét 1-5 pontszámmal bonitáljuk, ahol:

1 = a gyümölcs felületének 0-20%-án,
5 = a gyümölcs felületének 80%-án, vagy nagyobb arányban kialakult a fajtára jellemző fedőszín.

A vörös színanyag-tartalom méréséhez a gyümölcs fedőszínnel borított oldalából héjkorongokat metszünk ki, a gyümölcshús eltávolítása után a színanyagokat sósavas metanollal vonjuk ki, a szűrlet fényelnyelését spektrofotométeren mérjük. A mérés kivitelezésének részleteit a közreműködő laboratórium metodikai gyakorlata határozza meg.

A gyümölcs fedőszínnel legintenzívebben borított ("napos") oldalával ellentétes oldalon az alapszín becsléses jellemzésére van lehetőségünk. Az alapszín zöld, zöld-sárga, sárga-zöld, sárga színe 1-4 pontszámokkal leírható és a gyümölcs érettségére utal, pl. a zöld-sárga szín kialakulása megközelítően egybeesik a szedési érettség kezdetével. Sajnos megfelelő - vagy éppen fajtákra kidolgozott - összehasonlító színskála (nyomdatechnikai és egyéb okok miatt) nem áll rendelkezésünkre.

4.6.1.2.10. A gyümölcs érettsége (alma, körte)

Az érettségi állapot vizsgálata a keményítő lebomlás tesztelésén alapuló közismert módszer. A legnagyobb átmérőjüknél keresztbe metszett gyümölcsök metszési felületét KI-os I_2 oldatba merítjük, s mintegy 10 perc után bonitáljuk a keményítő festődés mértékét. Tudnunk kell azonban, hogy a keményítő festődés mértéke és mintája nem azonos minden almafajtánál. (Ld. 26. ábra)

4.6.1.2.11. Gyümölcshús-keménység (alma, körte)

Egy-egy gyümölcsön két helyen a kocsánymélyedés peremén (a gyümölcs "vállán"), illetve a legnagyobb átmérő és a csészemélyedés pereme között a gyümölcs oldalán kézi penetrométerrel egy-egy mérést végzünk. A két mérési helyről származó adatokat elkülönítve kezeljük.

A gyümölcshús keménysége (egy-egy időpontban, önmagában) nem túl sok információval szolgáló adat, de meghatározott időnként ismételve és egyéb megfigyelésekkel együtt (ld. keményítőpróba) már tájékoztat a gyümölcs állapotáról.

4.6.1.2.12. Gyümölcs alak (alma, körte)

A különböző növekedésszabályozó anyagoknak jellegzetes hatása (vagy mellékhatása) lehet, hogy a gyümölcs megnyúlik vagy éppen gömbölyűbb lesz. Az alaki változást jól jellemzi a gyümölcs hosszúságának és legnagyobb átmérőjének hányadosa (alakindex), a számszerűen gyakran jelentéktelennek tűnő különbségek is lényeges formatív hatásra hívják fel a figyelmet. (Ld. gyümölcsnövekedés dinamikájának értékelésénél.)

4.6.1.2.13. Gyümölcs nagyság (alma, körte)

A kísérlet céljától független időpontban és gyakorisággal kezelésenként és ismétlésenként 100-100 db gyümölcs legnagyobb átmérőjét mérjük meg, a méret szerinti heterogenitás megállapításakor 5 mm-es eltérésű méretkategóriákba osztályozzuk.

4.6.1.3. Talaj és növény tápanyagvizsgálatok

Talajvizsgálatok végzése a tápanyagokkal, illetve bizonyos növekedésszabályozó anyagokkal történő talaj-kezelés esetében indokolt, a kezelés előtt, majd betakarításkor illetve tartamkísérlet esetében évente, a műtrágyázást megelőzően. A mintavétel mélysége szabványban meghatározott, vagy a kísérlet céljától függően alakult. A mintákat a parcellán belül átlósan kell megszedni, általában a facsíkot és a sorközi részt egyenlő arányban reprezentálva. A kísérlet céljától függően sor kerülhet a facsík és sorköz elkülönített mintázására is. A parcellánként csak egy értékelt sort tartalmazó kísérletnél a sor mindkét oldalát mintázva kell az átlagmintát képezni.

Mélyműtrágyázási kísérletnél szükség lehet a **sorközi szelvény feltárásra is.** A szelvények irányát a növénysorokra merőlegesen a sorközökben kell kijelölni. A szelvényt mindig 2 fa között kell kijelölni úgy, hogy a szélvény hossza a mindenkori sorköz feléig terjedjen. A szelvénynek 80 cm-nek kell lennie, meredek homlokfallal. A sorra merőleges szelvényfalat 24 db téglalapból álló hálóra osztjuk úgy, hogy 1-1 téglalap függőleges oldala minden esetben 20 cm, vízszintes oldala pedig a sortávolságtól függően változik. Minden négyzetből külön-külön mintát kell gyűjteni. A szelvényben előforduló műtrágyacsomót is be kell keverni a mintába. A szelvény mintajelölését folyamatos sorszámmal kell ellátni.

Növényanalízisre akkor van szükség, ha egy levéltrágya vagy növekedésszabályozó anyag hatására valamely szer hiányzó vagy jellemző tápelem tartalmában változást várunk vagy erre utaló tüneteket tapasztalunk.. A levélmintavételt az MI-08 0468-81 számú műszaki irányelvben rögzített módszer szerint a kezelés előtt és a kezelés után 2 héttel illetve a kísérlet céljától függően végezzük. Ugyancsak növényanalízis hivatott a toxikus elemek különböző növényi részekbe történő felvételének, felhalmozódásának vizsgálatára is.

Gyümölcsanalízis általában az érett gyümölcsből történik. Mintavételt a gyümölcs nagyobb részét tartalmazó koronarészekből, a levélmintavétellel azonos rendszerben végezzük. Tápelembeépülési dinamikához több alkalommal mintázzunk és az időpontokat naptári nap és a teljes virágzástól eltelt napok száma szerint is jegyezzük fel. A diónyinál kisebb gyümölcsök egészét analizáljuk, míg a nagyobbakból cikket vágjunk. Előzetesen a gyümölcs átlagsúlyát is állapítsuk meg. Szárazanyagtartalom mérést minden átlagmintánál végezzünk.

A gyümölcsfáknál kisparcellán minden fát vonjunk be a mintavételbe. Nagyparcellán legalább 15-20 fát mintázzunk az átlagmintaképzés során. Ne lokalizáljuk a gyümölcs mintavételt a korona belső részére, hanem fánként legalább 2 gyümölcs az É, D égtáj felé eső külső koronarészből származzon. Az átlagminta mennyisége legalább 2 kg legyen. A beltartalmi vizsgálatok során a tápanyagtartalom meghatározásán kívül a gyümölcsök szárazanyagtartalmát, sav- és cukortartalmát is mérjük. A minták jelzésére, kezelésére az előzőekben ismertetett előírások érvényesek.

4.6.1.4. Tárolhatóság és beltartalom vizsgálata

M**intanagyság***:* 20 kg-os mintaláda (kezelésenként, illetve ismétlésenként)

Vizsgálatok

Betároláskor, utána havonta, majd kitároláskor vizsgálni: 10-10 db almán (kezelésenként, illetve ismétlésenként):

- *húskeménység*,
- *beltartalmi összérték* komponenseinek mérése, minőségi index számítása,

  Mi = 10 S + C
  S = titrálható savtartalom g/l
  C = összes cukortartalom g/l
  Mi = minőségi index (beltartalmi összérték)
- *egészséges és beteg almák aránya*: a beteg almák megbontása a károsodás oka szerint (amennyiben egy almán több károsodás észlelhető, azt minden kategóriában szerepeltetni kell).

Betároláskor, illetve kitároláskor vizsgálni a *gyümölcs tápelem tartalmát*: 20-20 db almán (kezelésenként, ismétlésenként), a vizsgálathoz az alma két oldaláról kell egy-egy szeletet levágni és azt 70 ^{O}C-on súlyállandóságig szárítani, majd az érvényes módszertan szerint a tápelemeket kimérni. A mért adatokat 100 g friss alma súlyára kell visszaszámolni

4.6.1.5. Hiánybetegségek tüneti megfigyelése

A hiánytünetekre utaló jeleket fel kell jegyezni, kitérni, hogy mikor és milyen növényrészen jelentkezett, melyek a tünetek a fa különböző részein, hajtáson, fán belül melyik részen kezdődött az elváltozás, a hiánytünet kombinálódik e növényegészségügyi érzékenységgel. Célszerű a hiánytünetet mutató fák, ágrészek megjelölése.

Megfigyelési egység és adatközlés gyakorisága

Parcellánként mindig ugyanannak a 10 fának vagy tőkének az állapotát kell értékelni a következő skála alapján a kezelések előtti napon és az utolsó kezelés után hetente.

Skálaérték:

O - egészséges fa vagy tőke
1 - kezdeti hiánytünet a hajtások 5-10%-ára terjed ki
2 - a hajtások 20-25%-a mutat hiánytünetet
3 - a hajtások 40-50%-a mutat hiánytünetet
4 - (teljes) hiánytünet a hajtások több mint 75%-án
5 - erős hiány nekrózisokkal, levélhullással

A pontszámokat parcellánként átlagolni kell, végül ezek az átlagszámok jellemeznek egy-egy parcellát.

4.6.1.6. Fasebkezelő anyagok hatásának értékelése

Az értékelést a kezelés után 2, 4 és 8 héttel, szükség esetén további időpontokban,legkésőbb ősszel végezzük el. Jegyezzük fel a fertőzött és rovarkártételt szenvedett sebek számát a kezelt, kontroll és relatív kontroll csoportokban. A szövettevékenységet, a begyógyulás intenzitását három fokozatú skálán értékeljük sebenként. Figyeljük meg, hogy az anyag bevonata nem repedezik e meg. Metszési felületek kezelésénél a fentieken túlmenően a vízhajtások számát és hosszát is értékeljük. Ilyen anyagok vizsgálatánál nagyon fontos szerepet kap a fényképezés, és a szubjektív szöveges értékelés. A legjellemzőbb kezelt és kontroll sebekről színes fotókat készítsünk és szövegesen is értékeljük a kísérletben megnyilvánuló kezeléshatásokat.

4.6.1.7. Gyümölcstermő növények fenofázisai

Az alma és a körte fenofázisai

EPPO Fleckinger	DC (EPPO) német skála	
A	00	- nyugalmi állapot
B	21	- levélrügyduzzadás
	22	- levélrügyszíneződés
C	23	- levélrügypattanás
	25	- 5 mm-es levélcsúcs
C3	26	- 10 mm-es levélcsúcs (egérfüles állapot)
	51	- virágrügyduzzadás
D	53-55	- zöldbimbós állapot
E	56	- alma: pirosbimbós állapot kezdete
		- körte: fehérbimbós állapot kezdete
E2	59	- alma: pirosbimbós állapot
		- körte: fehérbimbós állapot
F	61	- virágzás kezdete
F2	65	- teljes virágzás
G	66	- sziromhullás kezdete
G2	67	- 50 %-os sziromhullás
H	69	- virágzás vége, gyümölcskezdemények 5 mm alatt
	71	- 5-10 mm-es gyümölcskezdemények
	72	- tisztulási hullás
I	74	- 10-15 mm-es (mogyoró nagyságú) gyümölcskezdemények
	75	- júniusi hullás
	76	- 2-3 cm-es (diónagyságú) gyümölcsök
J	78	- 6 cm-es gyümölcsök, lefelé hajlás
(K)	80	- 4 héttel betakarítás előtti állapot (4 HBE)
(L)	81	- 2 héttel betakarítás előtti állapot (2 HBE)
(M)	82	- 1 héttel betakarítás előtti állapot (1 HBE)
(N)	85	- szedésérettség (betakarítás)
	87	- fogyasztásra érettség
(O)	90	- betakarítás utáni állapot
(P)	91	- levélhullás kezdete
(Q)	95	- 50 %-os levélhullás
(R)	99	- teljes levélhullás

A cseresznye, meggy, szilva fenofázisai

EPPO (Baggiolini)	DC	
A	00	- nyugalmi állapot
B	51	- rügyduzzadás
C	52	- rügypattanás, virágrügyek felismerhetők
D	53-55	- zöldbimbós állapot
E	56-59	- cseresznye, meggy: fehérbimbós állapot
		- szilva: pirosbimbós állapot
F	61-65	- virágzás (10-50%)
G	66	- sziromhullás
H	69	- virágzás vége, gyümölcskötődés
I	70	- csészelevelek hullása
J	71-79	- gyümölcsnövekedés
(K)	80	- 4 héttel betakarítás előtti állapot (4 HBE)
(L)	81	- 2 héttel betakarítás előtti állapot (2 HBE)
(M)	82	- 1 héttel betakarítás előtti állapot (1 HBE)
(N)	85	- szedésérettség (betakarítás)
	87	- fogyasztásra érettség
(O)	90	- betakarítás utáni állapot
(P)	91	- levélhullás kezdete
(Q)	95	- 50 %-os levélhullás
(R)	99	- teljes levélhullás

Az őszibarack. kajszi mandula fenofázisai

EPPO (Baggiolini)	DC	
A	00	- nyugalmi állapot
B	51	- rügyduzzadás
C	52	- rügypattanás, csészelevelek megjelenése
D	53-55	- pirosbimbós állapot, sziromlevelek megjelenése
E	56-59	- porzók láthatóvá válnak
F	61-65	- virágzás (10-50%)
G	66	- sziromhullás
H	69	- virágzás vége, gyümölcskötődés
I	71-73	- gyümölcsnövekedés, 10-30 %
J	75-79	- gyümölcsnövekedés 50-90%
(K)	80	- 4 héttel betakarítás előtti állapot (4 HBE)
(L)	81	- 2 héttel betakarítás előtti állapot (2 HBE)
(M)	82	- 1 héttel betakarítás előtti állapot (1 HBE)
(N)	85	- szedésérettség (betakarítás)
	87	- fogyasztásra érettség
(O)	90	- betakarítás utáni állapot
(P)	91	- levélhullás kezdete
(Q)	95	- 50 %-os levélhullás
(R)	99	- teljes levélhullás

4.6.2. Szőlő ültetvényekben tervezett szabadföldi kísérletek

A parcellák kijelölésénél az alábbi szempontokat vegyük figyelembe:

Valamennyi kísérlettípusnál (telepítést megelőző készlettrágyázás, termőültetvény fenntartó trágyázása, regulátoros, levéltrágyás kezelések) alapvetően fontos a kísérleti terület homogenitásának vizsgálata (vakkísérlettel, talajvizsgálattal). A területen lehetőleg minimális legyen az elemi kár veszély. Legyen kiegyenlített a talaj és fekvés pl. az egyidejű virágzás miatt. Regulátoros kezeléseknél különösen fontos, hogy már metszéskor egyenletes rügyterhelést, egyenletes hajtáseloszlást biztosítsunk. Metszésnél egy blokkon belül azonos kéz/kezek azonos arányban kombinációnként végezze azonos elemekkel (rövidcsap, hosszúcsap, rövid vagy hosszú szálvessző) azonos elvek szerint a terhelést.

Szőlőben trágyázási, tápelemhatást vizsgáló kísérleteket nem szabad beállítani terhelési kombináció nélkül, mert a terhelés-trágyázás kölcsönhatás vizsgálata nélkül zsákutcába juthat a tápelem hatásának vizsgálata. A térállástól függően 2-3 féle terheléskombinációt állítsunk be. (Tág térállásnál kétfélét, sűrűbb térállásnál 3-4 félét is.) Legbiztosabb a homogén terhelés, ha csak egy elemmel biztosítjuk a terhelést (szálvessző) és eggyel a jövő évi termő elemet (pl. végálló szálvessző).

A termés minőségére ható kísérletek esetében fürtszabályozással kell a rügyterhelést kiegészíteni, mert a termés tömegének hatása torzíthatja a minőségváltozást. A blokkon belül minden agrotechnikai műveletet azonos időben végezzünk.

4.6.2.1. Növekedési tulajdonságok értékelése

4.6.2.1.1. A hajtásnövekedés dinamikája

Megfigyelési egység

Kisparcellás vizsgálatoknál minden tőke, nagyparcellás vizsgálatoknál legalább 20 tőke valamennyi hajtását mérjük meg. Értékelésnél csak azokat a hajtásokat vegyük figyelembe, melyek a vegetáció végére 10 cm hajtáshosszúságot értek el.

Adatfelvételezés gyakorisága

A kísérleti céltól függő gyakorisággal, de legalább háromszor (kezelés előtt, kezelés után a főnövekedési időszakban és a tenyészidőszak végén) mérjük az összes és az átlagos hajtáshosszúságot.

A tenyészidőszak végén határozzuk meg az egyes ízközök hosszát és az ízközök számát, a többi időszakban csak a hajtások hosszát mérjük.

4.6.2.1.2. A vesszők egyes tulajdonságai

A vesszőtermés mennyisége

A tőke kondíciójának jellemzésére igen alkalmas a metszéskor lemetszett vesszőtömeg mérése (0,01kg/tőke pontossággal).

Vesszőérettség

A vesszőérettség vizsgálatához szükséges tulajdonságokat 1-5-ös értékskála szerint minősítjük.

Megfigyelési egység

Mindkét mutatót legalább két helyen kell 1-1 vesszőben megvizsgálni. Kisparcellán tőkénként 2-2, nagyparcellán 20 tőkén 2-2 vesszőn.

Törésvizsgálatok

- a két kézzel szorosan egymás mellett megfogott vesszőt gyors mozdulattal kettőbe hajlítjuk, ha nem tört el, akkor ellenkező irányban mégegyszer kettőbe hajlítjuk,
- legjobb az erős reccsenéssel, szálkásan törő vessző (5), legrosszabb az el nem törhető (1).

Fa-bél arány (az internódium középtájának keresztmetszetén vizsgáljuk):

- összehasonlítjuk a fatest (háncs és bélkorona nélkül) két egymásra merőleges átmérő mentén mért vastagságainak összegét az ugyanazon átmérők mentén mért bélátmérők összegével,
- legjobb az a vessző, melyben a fa vastagsága meghaladja a bélátmérő kétszeresét (5), és a legrosszabb az, amelyben a felénél kisebb (1).

4.6.2.2. A terméstényezők vizsgálata

Rügydifferenciálódás

A kezelést követő évben kora tavasszal egyrügyes vesszőket hajtassunk. Kezelésenként 10 db egyrügyes vesszőn (5 ismétlésben) vizsgáljuk a kihajtási százalékot, valamint kihajtás után a fürtök számát. A vizsgálatot kilyuggatott hajtatótálcán végezzük.

Termésmennyiség

Szüretkor parcellánként mérjük meg az összsúlyt. A kísérleti céltól függően szükség lehet a tőkénkénti összsúly, a fürtsúly, a bogyósúly meghatározására is.

A fürtsúly meghatározásához kisparcellás vizsgálatban parcellánként 25, nagyparcellás vizsgálatban 100 fürt súlyát mérjük. A bogyósúly meghatározásánál kisparcellás vizsgálatban parcellánként 100 bogyó, nagyparcellás vizsgálatban 600 bogyó súlyát mérjük.

Termésminőség

A beltartalmi mutatókat (mustfok, titrálható savtartalom) a parcellánként leszüretelt teljes termés mennyiségéből mérjük. Kékbogyójú fajtáknál szükség lehet a kierjedt bor színvizsgálatára is. Csemegeszőlőknél vizsgálni kell a piacosságot, színeződést is.

Az érés megfigyelése

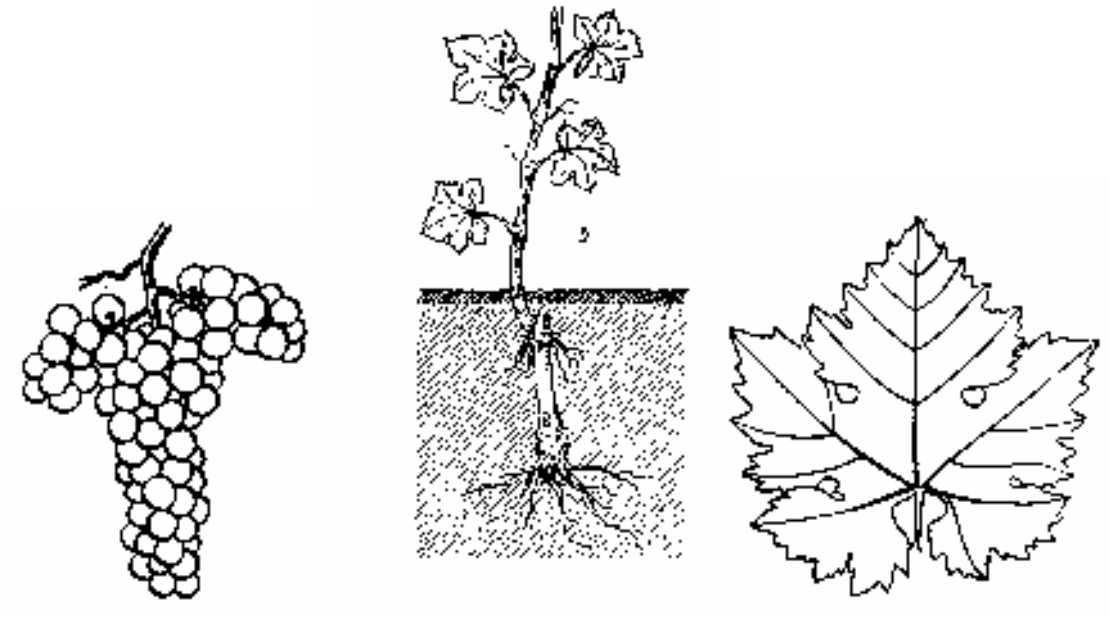
A mintákat zsendüléstől hetente vegyük. A vizsgálat refraktométerrel történik. Kisparcellás vizsgálatban 2-4 fürtről 2-4 bogyót vizsgáljunk, nagyparcellás vizsgálatban parcellánként 50-60 bogyóból képezzünk átlagmintát.

4.6.2.3.. Talaj és növény tápanyagvizsgálatok

A 4.6.1.3. pontban leírtaknak megfelelően. A borok összetételének vizsgálata a kísérleti céltól függően történjen.

4.6.2.4. Hiánybetegségek tüneti megfigyelése

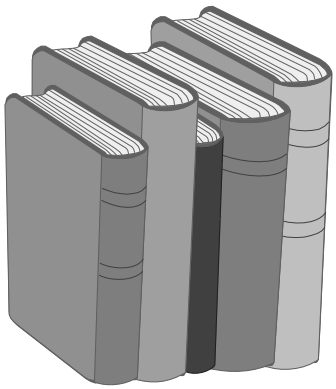
A 4.6.1.5. pontnak megfelelően.



4.6.2.5. A szőlő fenofázisai

EPPO (Baggiolini)	EPPO (Eichhorn-Lorenz)		DC
A	01	00	nyugalmi állapot
	02	21	rügyduzzadás
B	03	22	gyapjas stádium
C	05	23	rügyfakadás, zöld hajtások láthatók
D	07	26	első levél megjelenése
E	09	28	kisleveles állapot (2-3 kis levél)
F	12	29	rövid hajtás állapot (4-6 levél), fürtkezdemény látható
G	15	50	fürtkezdemények megjelenése
H	17	55	fürtmegnyúlás, virágok elkülönülése
I	19	61	virágzás kezdete
	21-25	62-68	virágzás 25-80%
J	27	70	gyümölcskötődés
(K)	31	73	borsó nagyságú bogyók, fürtlehajlás
(L)	34	78	fürtzáródás
(M)	35	81-84	érés
(N)	38	85	szedésérettség, szüret kezdete
(O)	41	90	vesszőérés
(P)	43	91	levélhullás kezdete
(Q)	45	95	50 %-os levélhullás
(R)	47	99	teljes levélhullás

FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM



Felhasznált és ajánlott irodalom

Antal József: Növénytermesztők zsebkönyve. 2. átd.bőv. kiad. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987.

Audus, L. J.: Plant growth substances. Vol. 1. Chemistry and physiology. Leonard Hill, London, 1972.

Bergmann, W.: Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1979.

Bocz Ernő (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1992.

EPPO Bulletin (Journal of plant protection research and technology) 1984.....1996

European dictionary of agrochemical products, Vol 4. Royal Society of Chemistry Growth Regulators etc. Nothingam, 1986

Fekete Zoltán - Hargitai László - Zsoldos László: Talajtan és Agrokémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1967.

Hornok László (szerk.): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1978.

Gyúró Ferenc (szerk.): A gyümölcstermesztés alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1974.

Gyúró Ferenc (szerk.): A gyümölcstermesztés technológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1974.

Jolánkai Márton: Crop production. Printorg, Budapest, 1995.

Kádár Aurél (szerk.): Gyomirtás - vegyszeres termésszabályozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983.

Kállay Tamás : Az almatárolás üzemi technológiája. GYDKFI-Hungarofruct, Budapest, 1979.

Kállay Tamás - Kemenes Magda: Az alma tárolási btegségei. GYDKFI-Hungarofruct, Budapest, 1977.

Kovács András (szerk.): Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981.

Kozma Pál (szerk.): Szőlőtermesztés 1.2. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1966.

Láng Géza: Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.

Letham, D.S.- Goodwin, P.G.- Higgins, T.J.V. (szerk.): Phytohormones and related compounds. Vol. 1. Elsevier, Amsterdam, 1978

McLaren,J.S.(szerk.): Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworths, London, 1982.

Mengel, K.: A növények táplálkozása és anyagcseréje. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.

Mitchell, J.W. - Livingston, G.A.: Methods of studying plant hormones and growth regulating substances. Washington, 1968.

Nickell, L. G.: Plant growth regulators - Agricultural uses. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1982.

Növényelemzések. Szőlő ültetvények. MI-08 0467-81

Növényelemzések. Gyümölcsös ültetvények. MI-08 0468-81

Növényelemzések. Szántóföldi zöldségkultúrák. MI-08 0469-82

Növényelemzések. Mezőgazdasági kultúrák. MI-08 0470-82

Pethő Menyhért: Mezőgazdasági növények élettana. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1984.

Petróczi István Mihály: Az őszi búza fejlődésszabályozása kemotechnikai eljárásokkal. Kandidátusi értekezés., Szeged. 1992.

Rubin, B.A.: Növényélettani praktikum. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

Sembdner, G., - Schneider, G. - Schreiber, K. : Methoden zur Pf anzenhomoanalyse. VEB Fischer Verlag, Jena, 1988.

Seveluha, V. Sz.: A mezőgazdasági növények növekedésének szakaszossága és a szabályozás lehetőségei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985.

Simon Balázs (szerk.): A termésbecslés módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1974.

Somos András: Zöldségtermesztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983

Stefanovits Pál: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest,1992.

Surányi Dezső (szerk.): Növekedésszabályozók a kertészetben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1978.

Sváb János: Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981.

Szabó László Gy. (szerk.): A magbiológia alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980.

Szász Attila: Növénynövekedés szabályozók. NEVIKI, Veszprém, 1984.

Szirtes Viktória: Hormonális szabályozás, levéltrágyázás I-II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest,1984.

Tőkés Gábor: Citokininek előállítása hidrolízissel. Szakdolgozat. BME Mezőgazdasági Kémia Technológia Tanszék, Budapest, 1982.

Tőkés Gábor: Növekedésszabályozó anyagok alkalmazhatósága gabonaféléknél hazai agroökológiai körülmények között. Doktori értekezés. GATE Növénytermesztési Intézet - BFNTÁ, Budapest, 1995.

Wareing, P. F. - Phillips, I. D. J. : Növényi növekedésélettan. (The control of growth and differentiation in plants.) Natura, Budapest, l982.

Weaver, R.J.: Plant growth regulating substances in agriculture. San Francisco, 1972.

5. MELLÉKLETEK

A melléklet a növényegészségügyi és talajvédelmi hálózatban rendszeresített formanyomtatványokat (témalap, jelentés, adatrögzítés stb.) tartalmazza.
Más intézményekre ezen nyomtatványok használata nem kötelező, de engedélyezési célú vizsgálat esetén a jelentésnek az itt felsorolt információkat tartalmaznia kell.
A mellékletben megtalálhatók a hagyományos szabadföldi vizsgálatokhoz, és a különleges dokumentálású GFP vizsgálatokhoz használandó űrlapok is.